

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД**  
**„ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА”**

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**КОЛГАТІНА Лариса Сергіївна**

УДК [ 378.147+371.388]:004

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНЕ УПРАВЛІННЯ САМОСТІЙНОЮ  
РОБОТОЮ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ У ПРОЦЕСІ ЇХ ПРИРОДНИЧО-  
МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ**

13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті  
01 – Освіта/Педагогіка

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.

\_\_\_\_\_ Л. С. Колгатіна

Науковий керівник – **Білоусова Людмила Іванівна**, кандидат фізико-  
математичних наук, професор

Кривий Ріг – 2019

## АНОТАЦІЯ

**Колгатіна Л. С. Комп'ютерно орієнтоване управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті (01 – Освіта/Педагогіка). – Криворізький державний педагогічний університет Міністерства освіти і науки України; Державний заклад «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» Міністерства освіти і науки України. – Кривий Ріг, 2019.

На основі вивчення педагогічної літератури розкрито сутність самостійної роботи студентів і управління нею. Самостійна робота студента розглядалась як навчально-пізнавальної діяльності, яка здійснюється ним свідомо й активно без безпосередньої участі викладача з метою вирішення поставленого завдання. Визначено сутність управління, яка полягає у здійсненні взаємодії студента та педагога, спрямованої на активізацію діяльності студента в освітньому процесі та на досягнення поставленої мети. Здійснення управління самостійною роботою студентів з використанням сучасних потужних комп'ютерних засобів для вирішення управлінських завдань означає перехід до нового виду управління – комп'ютерно орієнтованого.

Доведено, що специфіка самостійної роботи майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки зумовлена її переважно дослідно-експериментальним характером. Важливою задачею управління самостійною роботою студентів є не тільки забезпечення її ефективності, а й перетворення студента на активного суб'єкта управління власною самостійною роботою. Комп'ютерно орієнтоване управління зазначеною роботою становить багатоетапний процес (збирання інформації, постановка завдання, прийняття рішення, реалізації рішення, контролю та оцінки

результатів, коригування), який реалізується із застосуванням відповідних засобів ІКТ на кожному етапі, що дає змогу досягти нової якості управління, якому притаманні такі особливості:

- адаптивність управління, що ґрунтується на врахуванні деталізованих даних про рівень знань і вмінь майбутнього вчителя, потрібних для виконання самостійної роботи, а також на динаміці їх набуття;

- гнучкість управління, яка виявляється в тому, що на основі аналізу накопиченого досвіду застосування певного виду управління самостійною роботою і даних про її результативність відбувається поступальне залучення майбутнього вчителя до все більшої участі в управлінні власною самостійною роботою шляхом переходу від прямого управління до співуправління, побічного управління й самоуправління;

- оперативність управління, яка забезпечується можливістю спостереження за процесом виконання завдання й наявністю комунікаційних ресурсів, що дає змогу своєчасно й адресно надавати майбутньому вчителю допомогу, рекомендації тощо на основі накопичення та аналізу даних про хід і результативність його самостійної роботи;

- прозорість управління, що передбачає відкритість вимог до результатів самостійної роботи, критеріїв їх оцінювання, рейтингових показників освітніх досягнень майбутніх учителів;

- об'єктивність прийняття управлінських рішень зумовлена опорою на об'єктивні дані тестування, а також дані про перебіг і продуктивність самостійної роботи майбутнього вчителя.

На підставі проведеного аналізу нових можливостей управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки обґрунтовані педагогічні умови ефективної реалізації зазначеного управління в освітньому процесі:

- створення інформаційно-комунікаційного освітнього середовища, яке включає варіативні освітньо-інформаційні, інструктивно-методичні,

програмно-інструментальні, а також комунікаційні ресурси для організації, підтримки й супроводу самостійної роботи студентів з природничо-математичних дисциплін;

- застосування системи, що автоматизує процеси збирання, накопичення та аналітичного опрацювання показників результативності цієї роботи;

- забезпечення готовності всіх учасників освітнього процесу до реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою.

Для підвищення ефективності управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки зазначені умови потребують комплексного застосування.

Висвітлено організацію, проведення та аналіз результатів педагогічного експерименту, спрямованого на перевірку обґрунтованих педагогічних умов реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки. Критеріями ефективності комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі природничо-математичної підготовки обрано результативність зазначеної роботи, що знаходить прояв у рівні та якостях (повноті, глибині, міцності) знань, і розвиток самостійності, що виявляється в самостійності освітньої діяльності та сформованості вміння набувати знання з різних джерел. Розроблено систему показників для визначення цих критеріїв, яка ґрунтується на даних педагогічного спостереження, тестування, анкетування, результатах діагностичних контрольних робіт.

На підготовчому етапі експериментальної роботи було проаналізовано стан викладання дисципліни, вимоги до майбутнього вчителя щодо застосування методів обчислень, розроблено відповідне інформаційно-комунікаційне освітнє середовище, яке включає варіативні освітньо-інформаційні, інструктивно-методичні та програмно-інструментальні ресурси, зокрема авторський електронний курс, навчальний посібник з

чисельних методів, комплекти комп'ютерних моделей, розроблені для проведення навчальних досліджень із зазначених дисциплін у середовищі MathCAD з використанням убудованих інструментів програмування зазначеного середовища. На базі системи управління навчальною діяльністю Moodle налаштовано збирання та опрацювання даних про перебіг самостійної роботи студентів. З метою забезпечення готовності всіх учасників освітнього процесу до реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою здійснено аналіз напрямів використання ІКТ в освітньому процесі базових закладів, з'ясовано рівень інформатичної підготовки студентів, організовано науково-методичний семінар для викладачів, проведено роз'яснювальні та мотиваційні заходи зі студентами.

На констатувальному етапі експерименту було визначено способи вимірювання зазначених показників і проведено діагностичний зріз в експериментальній та контрольній групах. Отримані результати довели правильність компонування експериментальної та контрольної груп та стали вихідними для оцінювання кінцевих результатів експерименту. На формуальному етапі експерименту було здійснено впровадження комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки в експериментальних групах відповідно до визначених педагогічних умов.

Аналіз і статистичне опрацювання даних, отриманих у результаті проведення педагогічного експерименту, засвідчили, що впровадження розроблених педагогічних умов дало змогу досягти підвищення ефективності комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

*Ключові слова:* самостійна робота, майбутні вчителі, природничо-математична підготовка, інформаційно-комунікаційні технології, комп'ютерно орієнтоване управління, педагогічні умови.

**Kolgatina L.S. Computer-oriented management of independent work of future teachers in the process of their natural and mathematical training. - Qualification scientific work on the rights of manuscript.**

Thesis for the degree of candidate of pedagogical science, in specialty 13.00.10 – Information and Communication Technologies in Education (01 – Education/Pedagogics). – Kryvyi Rih State Pedagogical University of the Ministry of Education and Science of Ukraine; State Institution „Taras Shevchenko Luhansk National University” of the Ministry of Education and Science of Ukraine. – Kryvyi Rih, 2019.

On the basis of pedagogical literature study, the essence of independent work of students and its computer-oriented management has been disclosed. The independent work of a student was considered in this thesis as his educational and cognitive activity, which is carried out by the student consciously and actively without the direct participation of the teacher in order to solve the task. There was determined that the essence of managing the student’s independent work is in realizing the interaction of the student and the teacher, which aims at activating the student’s activity in the educational process and achieving the goal. Depending on the nature of the teacher’s influence on the student’s independent work, the types of management were distinguished. The development of information and communication technologies creates the preconditions for improving the efficiency of management of student’s independent work turn it to new type of management – computer-oriented management.

It has been taken into account specifics of independent work of future teachers in the process of their natural and mathematical instruction that is mainly determined by the research and experimental nature of this work. An important task of managing the student’s independent work is not only to increase its efficiency, but also to promote the involvement of the future teacher in self-management of his own independent work. Computer-oriented management of this work is a multi-stage process (collection of information, statement of objectives, decision-making, implementation of the decision, monitoring and evaluation of

results, adjustments) that is implemented with the use of appropriate ICT tools at each stage, which allows achieving a new quality of management with such features:

- adaptability of management that is based on detailed data on the level of knowledge and skills of the future teacher required for independent work, as well as on the dynamics of their acquisition;

- management flexibility that assumes gradual involving of a future teacher is in improving management of his / her own independent work through the transition from direct management to co-management, indirect management and self-management on the base of analysis of the accumulated experience of using a certain type of self-management and data on its effectiveness;

- in-time management, which is provided by the opportunity to monitor the process of the task execution and the availability of communication resources, that allows timely and targeted assistance and advice to the future teacher, based on the accumulation and analysis of data on the progress and effectiveness of his independent work;

- transparency of management, which involves openness of requirements to the results of the independent work, criteria for the evaluation, rating indicators of educational achievements of the future teachers;

- objectivity in making managerial decisions that is based on objective testing data and tracking the effectiveness of the independent work of future teachers.

On the basis of the analysis of new opportunities for managing the independent work of future teachers in the process of their natural and mathematical training, pedagogical conditions for the effective implementation of the said management in the educational process have been substantiated:

- designing of information-communication educational environment, which contains variation educational-informative, instructive-methodical, software-instrumental, as well as communication resources for organization and support of the students' independent work in natural and mathematical disciplines;

- using a system that automates the collection, accumulation and analytical processing of performance indicators of this work;
- ensuring the readiness of all participants in the educational process to implement computer-oriented management of the student's independent work.

Comprehensive application of all conditions ensures effective management of independent work of future teachers in the course of their natural and mathematical training.

The organization, conduction and analysis of the results of the pedagogical experiment aimed at checking the grounded pedagogical conditions for the implementation of computer-based management of independent work of future teachers in the process of their natural and mathematical training have been highlighted. The effectiveness of the computer-based management of the independent work of future teachers in the process of their natural and mathematical training was determined by the effectiveness of educational activities of students and the development of their independence. Based on the main provisions of pedagogical science in determining the effectiveness of educational activities, the indicators of the effectiveness of computer-oriented management of independent work of students in the educational process of the disciplines of the natural and mathematical cycle have been selected: level and quality (completeness, depth and strength) of knowledge, as well as the development of student autonomy, which was valued through indicators: the independence of educational activities of students, the formation of their abilities to acquire knowledge from different sources.

At the preparatory stage of the experimental work, the state of teaching the discipline, the requirements for the future teacher regarding the application of computing methods was analyzed, an appropriate information and communication educational environment was created, containing various educational-informational, instructional-methodological and software-instrumental resources, in particular, the author's electronic course, tutorials on numerical methods, sets of computer models designed to carry out educational studies in these disciplines in



the MathCAD environment using its built-in programming tools. Collecting and processing data on course of students' independent work were set up on the basis of the learning management system of Moodle. In order to ensure the readiness of all participants in the educational process to implement computer-based management of independent work, the analysis of the directions of using ICT in the educational process of basic institutions was carried out, the level of information competence of students was clarified, a scientific-methodical seminar for teachers was organized, explanatory and motivational activities with students.

Methods for measuring indicators, which are describe above, have been determined and a diagnostic measures have been performed in the experimental and control groups at the ascertaining stage of the comparative pedagogical experiment. The results have proved the correctness of the layout of the experimental and control groups and became the starting point for evaluating the final results of the experiment. At the formative stage of the experiment, the computer-based management of independent work of future teachers in the process of their natural and mathematical training has been implemented in experimental groups in accordance with suggested pedagogical conditions.

The analysis and statistical processing of the data obtained as a result of the pedagogical experiment have shown that the introduction of the developed pedagogical conditions contributed to increase the efficiency of computer-oriented management of independent work of future teachers in the process of their natural and mathematical instruction.

*Keywords:* independent work, future teachers, natural and mathematical training, information and communication technologies, computer-oriented management, pedagogical conditions.

### **Список публікацій здобувача за темою дисертації**

1. **Пономарьова Л. С.** Учбові дослідження як фактор підвищення якості навчання / Л. С. Пономарьова // Засоби навчальної та науково-дослідної роботи : зб. наук. пр. / за заг. ред. проф. В. І. Євдокимова і проф.

О. М. Микитюка. – Х. : ХДПУ, 2000. – Вип. 13. – С. 28 – 34.

2. **Пономарьова Л. С.** Використання комплексу комп'ютерних засобів в управлінні самостійною роботою студентів / Л. С. Пономарьова // Педагогіка та психологія : зб. наук. пр. ХДПУ. – Х. : Медіа Група, 2000. – Вип. 13. – С. 55 – 59.

3. **Колгатіна Л. С.** Управління самостійною роботою студентів в умовах нових інформаційних технологій / Л. С. Колгатіна // Педагогіка та психологія : зб. наук. пр. / за заг. ред. акад. І. Ф. Прокопенка, чл.-кор. В. І. Лозової. – Х. : ХДПУ, 2001. – Вип. 19. – Ч. 2. – С. 132 – 135.

4. **Колгатіна Л. С.** Інформаційні технології статистичної обробки даних у педагогічному університеті / Л. І. Білоусова, О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна // Вища освіта України. – 2007. – № 2 (додаток 1). Тематичний випуск „Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології”. – Т. 2. – Рівне : РДГУ, 2007. – С. 169 – 174.

5. **Колгатіна Л. С.** Педагогічні умови ефективності самостійної роботи студентів з виконання навчальних досліджень / Колгатіна Л. С. // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту імені Володимира Гнатюка. Сер. : педагогіка. – 2015. – № 2. – С. 131 – 136.

6. **Колгатіна Л. С.** Навчання майбутніх учителів застосуванню інформаційних технологій в психолого-педагогічних дослідженнях / О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна // Засоби наукової та навчально-дослідної роботи : зб. наук. пр. / за заг. ред. проф. В. І. Євдокимова і проф. О. М. Микитюка. – Х. : ХДПУ, 2012. – Вип. 39. – С. 81 – 86.

7. **Колгатіна Л. С.** Самостійна робота студентів з курсу „Методика навчання інформатики” / Л. С. Колгатіна // Фізико-математична освіта. – 2018. – 4(18). – С. 76 – 80. (*Index Copernicus*)

8. **Колгатіна Л. С.** Педагогическая диагностика при организации самостоятельной работы студентов средствами дистанционного обучения / А. Г. Колгатин, Л. С. Колгатина // Інформаційні технології в освіті. – 2013. – Вип. 16. – С. 10 – 19. (*CrossRef, Index Copernicus*)

9. **Kolgatina L. S.** Diagnosis of Problems of Management of The Students'

Independent Work in The Information and Communication Pedagogical Environment / L. I. Bilousova, O. G. Kolgatin, L. S. Kolgatina // Інформаційні технології в освіті. – 2014. – Вип. 20. – С. 7 – 12. (*CrossRef, Index Copernicus*)

10. **Kolgatina L.** Pedagogical Diagnostics with Use of Computer Technologies [Electronic resource] / Lyudmyla Bilousova, Oleksandr Kolgatin, Larisa Kolgatina // CEUR Workshop Proceedings. – V. 1000 : Proceedings of the 9th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (Kherson, Ukraine, June 19 – 22, 2013). – PP. 209 – 220. – Mode of access: <http://ceur-ws.org/Vol-1000/ICTERI-2013-p-209-220.pdf>. (*Scopus*)

11. **Колгатіна Л. С.** Інтерпретація тестових результатів на основі логістичної моделі в табличному процесорі / О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. – Кривий Ріг : Вид. відділ ДВНЗ „Криворізький національний університет”, 2015. – Т. XIII. – Вип. 2 (36). – С. 338 – 339.

12. **Колгатіна Л. С.** Умови застосування модифікованих процедур обчислення тестових балів у системах організації самостійної роботи студентів / О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: зб. наук. пр. Вип. VIII. – Кривий Ріг : Вид. відділ КМІ, 2013. – С. 142 – 147.

13. **Пономарьова Л. С.** Застосування комп'ютерних засобів для керування самостійною роботою студентів / Л. С. Пономарьова // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье : материалы международной научно-технической конференции. – Харьков – Мишкольц – Магдебург: ХГПУ, МУ, МТУ, 1997. – С. 443 – 446.

14. **Колгатіна Л. С.** Управління самостійною роботою студентів в умовах нових інформаційних технологій / Л. С. Колгатіна // Сучасні освітні технології : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої 190-й річниці ун-ту. – Х. : ХДПУ, 2001. – С. 95.

15. **Колгатіна Л. С.** Особливості управління самостійною роботою

студентів в умовах інформатизації освіти / Колгатіна Л. С. // Педагогічна підготовка викладачів вищих навчальних закладів : матеріали міжвуз. наук.-практ. конф. / за заг. ред. акад. Прокопенка, чл. кор. В. І. Лозової. – Х. : ОВС, 2002. – С. 61 – 67.

16. **Колгатіна Л. С.** Технологія управління самостійною роботою студентів в умовах інформатизації навчання / Колгатіна Л. С. // Методологічні питання наукового дослідження в педагогіці та соціальній педагогіці : матер. доп. теор.-методол. конф., 27 лют. 2007 р., Харків / Харк. нац. пед. ун-т; відп ред. Т. О. Дмитренко, проф., д-р пед наук. – Х. : ХОГОКЗ, 2007. – С. 28 – 29.

17. **Колгатіна Л. С.** Комп'ютерне моделювання як засіб організації самостійної роботи учнів із фізики / Колгатіна Л. С. // Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах : матеріали III Всеукр. наук.-метод. конф., м. Суми, 28 листоп. 2018 р. / за ред. О. М. Завражної – Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2018. – С. 29 – 30.

18. **Колгатіна Л. С.** Фактори ефективності самостійної роботи в інформаційно-комунікаційному педагогічному середовищі / Білоусова Л. І., Колгатін О. Г., Колгатіна Л. С. // Нові інформаційні технології в освіті для всіх : збірка праць Дев'ятої міжнародної конференції ITEA-2014 (Україна, МННЦ, 26 листопада 2014). – Ч. 1. – К., 2014. – Р. 52 – 58. – Режим доступу : <http://issuu.com/iteaconf/docs/itea2014ua1/1?e=5444579/11083293>.

19. **Kolgatina L.** Numerical Methods Courseware Based on MathCAD. Guidebook for Students / L. Bilousova, T. Vyelyavtseva, O. Kolgatin, L. Kolgatina, M. Kanevska, A. Pudy, V. Yukht ; Responsible for the issue L. I. Bilousova. – Kharkiv : A publishing house FOP Virovec A.P. is the Publishing group „Apostrophe”, 2011. – 172 p.

20. **Колгатіна Л. С.** Інформаційні технології статистичного аналізу даних педагогічної діагностики : навч. посіб. / Л. І. Білоусова, О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна. – Х. : Компанія СМІТ, 2014. – 74 с.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	15
ВСТУП	16
<b>РОЗДІЛ 1. Теоретичні засади комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою студентів</b>	<b>26</b>
1.1. Сутність, мета та види самостійної роботи студентів	26
1.2. Сутність і критерії ефективності управління самостійною роботою студентів	42
1.3. Інформаційно-комунікаційні технології в управлінні самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки	60
Висновки до розділу 1	80
<b>РОЗДІЛ 2. Обґрунтування педагогічних умов комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки</b>	<b>83</b>
2.1. Специфіка самостійної роботи майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки	83
2.2. Етапи комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки	87
2.3. Способи й особливості комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі в процесі навчальних досліджень та умови ефективною реалізації управління	101
Висновки до розділу 2	110
<b>РОЗДІЛ 3. Організація, проведення та результати експериментальної роботи</b>	<b>113</b>
3.1. Загальні питання організації та проведення експериментальної роботи	113

	14
3.2. Визначення та аналіз вихідних даних для оцінки ефективності комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки	124
3.3. Комп'ютерно орієнтоване управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки під час педагогічного експерименту	139
3.4. Аналіз результатів експериментального дослідження	164
Висновки до розділу 3	187
ВИСНОВКИ	191
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	194
ДОДАТКИ	227

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЗВО	заклад вищої освіти;
ІКТ	інформаційно-комунікаційні технології;
ІТ	інформаційні технології;
ЮНЕСКО	Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури.

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Усесвітня організація ЮНЕСКО проголосила XXI століття „століттям освіти”, підтверджуючи тим самим її провідну роль у забезпеченні сталого соціально-економічного поступу суспільства. Провідне значення в становленні економіки знань, що ґрунтується на домінуванні науки й високих технологій, має природничо-математична освіта. Це зумовлює необхідність спрямування зусиль на підвищення її якості на всіх рівнях, насамперед на рівні природничо-математичної підготовки майбутнього вчителя – ключового суб’єкта позитивних змін, як наголошено в Педагогічній Конституції Європи [1]. Стратегічні завдання з підготовки майбутнього вчителя визначено в Законах України „Про освіту” [2], „Про вищу освіту” [3], Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [4], де закладено основи вдосконалення системи підготовки висококваліфікованих фахівців для високотехнологічного та інноваційного розвитку країни.

Концептуальні засади професійної підготовки майбутнього вчителя досліджували О. Абдулліна [5], Н. Волкова [6], Н. Гузій [7], І. Зязюн [8], С. Калашникова [9], В. Кан-Калик [10], Г. Козлакова [11], Н. Кузьміна [12], [13], О. Кучерявий [14], В. Майборода [15], В. Манько [16], В. Радкевич [17], О. Савченко [18], В. Сластьонін [19], Ж. Таланова [20] та ін. Значну увагу науковці приділяють проблемі природничо-математичної підготовки вчителів (Г. Боднар [21], І. Грод [22], М. Канівець [23], Ю. Краснобокий [24], І. Теплицький [25], І. Ткаченко [24], Л. Флегантов [26], В. Хомюк [27], І. Хомюк [28] та ін.).

Останніми роками в системі професійної підготовки майбутніх учителів значно зросла вагомість самостійної роботи студентів, обсяг якої, згідно з нормативними документами МОН України, вдвічі перевищує обсяг аудиторної роботи. Отже, результативність самостійної роботи майбутнього вчителя стає визначальним чинником якості його підготовки.



З'ясуванню сутності самостійної роботи студентів, і, зокрема, майбутніх учителів, присвячено праці відомих дослідників (А. Алексюк [29], В. Буряк [30], Г. Гапонов [31], М. Гарунов [32], Б. Іоганзен [33], В. Козаков [34], Р. Мікельсон [35], В. Міхєєв [36], О. Молібог [37], Р. Нізамов [38], М. Нікандров [39], О. Нільсон [40], Г. Новосьолова [41], П. Підкасистий [42], В. Полякова [43], О. Рогова [44] та ін.). Проблеми організації та управління самостійною роботою розглянуто в розвідках багатьох учених (С. Архангельський [45], Н. Бойко [46], Т. Дмитренко [47], О. Малихін [48], О. Меньяйленко [49], М. Нікандров [39], Л. Ричкова [50], Н. Тализіна [51], Т. Туркот [52], В. Якунін [53], К. Яресько [54] та ін.). У студіях педагогів-фахівців з інформаційно-комунікаційних технологій (В. Биков [55], Л. Білоусова [56], Т. Волошина [57], А. Гуржій [58], М. Жалдак [59], К. Колос [60], В. Олійник [61], Л. Панченко [62], С. Раков [63], Ю. Рамський [64], Ю. Рева [65], С. Семеріков [66], О. Співаковський [67], О. Спирін [61], Ю. Триус [68] та ін.) показано, що інформатизація освітнього процесу, яка призвела до створення інформаційно-комунікаційного освітнього середовища в закладах вищої освіти, суттєво вплинула на цілі, зміст, методи й засоби самостійної роботи студентів, форми її організації. Натомість управління самостійною роботою студентів, як свідчить освітня практика, зазнало значно менших змін і здійснюється переважно на традиційних засадах.

Самостійна робота в процесі природничо-математичної підготовки майбутніх учителів має певну специфіку, пов'язану з опорою на частково-пошуковий і дослідницький методи навчання, застосування яких зростає з розвитком інформаційно-комунікаційних технологій (Т. Белявцева [69], Л. Білоусова [70], К. Власенко [71], М. Жалдак [72], У. Когут [73], М. Попель [73], С. Раков [63], С. Семеріков [25], І. Теплицький [25], М. Шишкіна [73] та ін.). Зазначена специфіка ускладнює управління самостійною роботою, яке має забезпечувати гнучке регулювання розподілу управлінських функцій між викладачем і студентом з поступальним

переходом до самоуправління. З огляду на значущість ефективного управління самостійною роботою майбутніх учителів як впливового чинника якості їх природничо-математичної підготовки, з одного боку, а з іншого – на важливість формування в них здатності до самоуправління власною самостійною роботою, постає необхідність запровадження в освітню практику інноваційних методів управління, зорієнтованих на використання інформаційно-комунікаційних технологій, і це завдання на сьогодні залишається актуальним.

Отже, існують *суперечності* між: соціальною значущістю підвищення якості природничо-математичної освіти на всіх її рівнях, і передусім на рівні загальної освіти, і недостатньою спрямованістю психолого-педагогічних досліджень на пошук шляхів удосконалення природничо-математичної підготовки майбутніх учителів; суттєвим впливом результативності самостійної роботи на якість природничо-математичної підготовки майбутніх учителів і браком досліджень, спрямованих на вдосконалення управління цією роботою; появою нових ІКТ-орієнтованих форм, методів, засобів самостійної роботи майбутніх учителів і відсутністю адекватних зрушень у способах управління цією роботою, які залишаються традиційними; нагальною потребою в удосконаленні управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки й недостатнім рівнем розробки інноваційних підходів до реалізації такого управління на основі використання сучасних засобів ІКТ.

Актуальність проблеми дослідження та необхідність подолання зазначених суперечностей зумовили вибір теми роботи – **„Комп’ютерно орієнтоване управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки”**.

**Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертацію виконано згідно з планом науково-дослідної роботи Криворізького державного педагогічного університету в межах комплексної теми „Теоретико-методичні основи використання мобільних інформаційно-

комунікаційних технологій у навчанні” (РК № 0116U001867) та відповідно до плану роботи спільної науково-дослідної лабораторії з питань використання хмарних технологій в освіті ДВНЗ „Криворізький національний університет” (з 2016 року Криворізький державний педагогічний університет) та Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Тему затверджено на засіданні Вченої ради Криворізького державного педагогічного університету (протокол № 11 від 11 квітня 2019 року).

**Об’єкт дослідження** – процес природничо-математичної підготовки майбутніх учителів у закладах вищої освіти.

**Предмет дослідження** – педагогічні умови комп’ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

**Мета дослідження** – теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити педагогічні умови реалізації комп’ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

**Гіпотеза дослідження.** Ефективність комп’ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки підвищиться, якщо будуть впроваджені науково обґрунтовані педагогічні умови, що полягають у: створенні інформаційно-комунікаційного освітнього середовища, яке включає варіативні освітньо-інформаційні, інструктивно-методичні, програмно-інструментальні та комунікаційні ресурси для організації, підтримки й супроводу самостійної роботи студентів з природничо-математичних дисциплін; застосуванні системи, що автоматизує процеси збирання, накопичення та аналітичного опрацювання показників результативності цієї роботи; забезпеченні готовності всіх учасників освітнього процесу до реалізації комп’ютерно орієнтованого управління самостійною роботою, що позначиться на зростанні рівня засвоєння та якостей природничо-математичних знань майбутніх учителів (повноти,

глибини, міцності), сформованості вмінь самостійно набувати знання з різних джерел та розвитку самостійності як провідної якості сучасного фахівця.

Відповідно до поставленої мети й гіпотези сформульовано такі **завдання дослідження:**

1. На основі аналізу психолого-педагогічної та науково-методичної літератури розкрити сутність феномену управління самостійною роботою студентів закладів вищої освіти.

2. Визначити специфіку самостійної роботи майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки та особливості комп'ютерно орієнтованого управління зазначеною роботою.

3. Теоретично обґрунтувати педагогічні умови реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

4. Розробити критерії та показники ефективності комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

5. Упровадити обґрунтовані педагогічні умови та експериментально перевірити їхній вплив на ефективність комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

**Теоретико-методологічною основою** дослідження є положення педагогіки та психології вищої школи, які розкривають: принципи та способи управління процесом навчання студентів (С. Архангельський [45], Ю. Бабанський [74], [75], В. Беспалько [76], Т. Дмитренко [47], М. Нікандров [39], І. Підласий [77], І. Рейнгард [78], Н. Тализіна [51], Є. Хриков [79], В. Якунін [53]); дидактичні основи самостійної роботи (В. Буряк [30], Б. Єсіпов [80], В. Козаков [34], Б. Коротяєв [81], О. Малихін [48], О. Нільсон [40]); шляхи формування пізнавальної активності та самостійності особистості (І. Лернер [82], В. Лозова [83], Н. Половникова [84], М. Скаткін [85], Т. Шамова [86], І. Якіманська [87]);

концепцію інформаційно-комунікаційного освітнього середовища (В. Биков [55], В. Гриценко [88], А. Гуржий [58], М. Жалдак [59], Ю. Машбиць [89], Ю. Рамський [64], С. Семеріков [25], Ю. Триус [68], О. Співаковський [67]); дидактичні засади створення та використання програмного забезпечення освітнього процесу з природничо-математичних дисциплін (Л. Білоусова [70], В. Биков [55], С. Величко [90], К. Власенко [91], Ю. Горошко [92], М. Жалдак [59], М. Львов [93], Л. Панченко [62], С. Раков [63], С. Семеріков [25], О. Співаковський [67]); технологічні підходи до діагностики й моделювання освітнього процесу (В. Беспалько [76], В. Биков [55], Л. Білоусова [70], В. Докучаєва [94], О. Меняйленко [49]).

Для перевірки робочої гіпотези та виконання поставлених завдань використано такі **методи дослідження**: *теоретичні* – аналіз, узагальнення й систематизація психолого-педагогічної та науково-методичної літератури для визначення сутності комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів; аналіз педагогічного досвіду управління самостійною роботою студентів у закладах вищої освіти для виявлення практичного стану досліджуваної проблеми; аналіз та узагальнення теоретичних та програмово-методичних положень для наукового обґрунтування педагогічних умов реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки; *емпіричні* – педагогічне спостереження, анкетування, опитування, тестування, аналіз результатів виконання контрольних робіт та індивідуальних навчально-дослідних завдань з метою діагностування продуктивності самостійної роботи та ефективності управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки; ретроспективний аналіз особистого педагогічного досвіду для визначення напрямів розвитку комп'ютерних засобів управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки; педагогічний експеримент для

перевірки гіпотези дослідження; *методи математичної статистики* – методи описової статистики для наочного подання експериментальних даних, критерії перевірки статистичних гіпотез (Пірсона  $\chi^2$ ) для зіставлення розподілів випадкових величин за результатами вимірювання, кореляційний аналіз для перевірки валідності тестових завдань і завдань контрольних робіт, а також для статистичного аналізу результатів анкетування.

**Експериментальна база дослідження.** Дослідно-експериментальну роботу проведено протягом 2016–2018 років на базі Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди, Криворізького державного педагогічного університету, Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького; Херсонського державного університету. Усього дослідженням було охоплено понад 300 студентів та 96 викладачів ЗВО.

**Наукова новизна дослідження** полягає в тому, що *вперше* теоретично обґрунтовано й експериментально перевірено педагогічні умови реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки, а саме: створення інформаційно-комунікаційного освітнього середовища, яке містить варіативні освітньо-інформаційні, інструктивно-методичні, програмно-інструментальні, а також комунікаційні ресурси для організації, підтримки й супроводу самостійної роботи студентів з природничо-математичних дисциплін; застосування системи, що автоматизує процеси збирання, накопичення та аналітичного опрацювання показників результативності цієї роботи; забезпечення готовності всіх учасників освітнього процесу до реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою; виокремлено особливості комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки (адаптивність, гнучкість, оперативність, прозорість, обґрунтованість прийняття управлінських рішень); *удосконалено* методичні аспекти використання комп'ютерних

середовищ підтримки предметно-професійної діяльності в освітньому процесі підготовки майбутніх учителів; практичні прийоми дидактичної адаптації зазначених середовищ; *подальшого розвитку набули* теоретичні положення щодо видів і способів комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі професійної підготовки; психолого-педагогічні та організаційно-педагогічні засади автоматизації зазначеного управління; теоретико-методичні засади створення й розвитку інформаційно-комунікаційного освітнього середовища ЗВО; наукові уявлення про критерії та показники ефективності комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в їхній достатній готовності до впровадження в процес природничо-математичної підготовки студентів закладів вищої освіти: розроблено й інтегровано в систему Moodle варіативні освітньо-інформаційні та інструктивно-методичні ресурси для реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів з дисциплін „Комп'ютерне моделювання”, „Методи обчислень”; розроблено спеціалізоване програмне забезпечення (комплекти дослідницьких моделей) для проведення навчальних досліджень із зазначених дисциплін у середовищі MathCAD; розроблено й видано навчальні посібники для підтримки комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі навчання методів обчислень та статистичних методів опрацювання результатів педагогічної діагностики.

Матеріали роботи можуть бути **використані** в процесі підготовки майбутніх учителів різних спеціальностей у закладах вищої освіти, у системі післядипломної педагогічної освіти вчителів, у дистанційній природничо-математичній освіті, а також викладачами при розробці практикумів, навчальних і методичних посібників, аспірантами, магістрантами та студентами в процесі науково-дослідницької діяльності.

Результати дослідження **впроваджено** в освітній процес ЗВО України й підтверджено довідками про впровадження: Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди (№ 01/10-411 від 25.04.2019 р.), Криворізького державного педагогічного університету (№ 09/1-241/3 від 11.05.2019 р.), Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького (№ 01-28/806 від 10.04.2019 р.); Херсонського державного університету (№ 15-30/585 від 17.04.2019).

#### **Особистий внесок автора в роботах, опублікованих у співавторстві.**

Усі наведені в дисертації результати отримані автором самостійно. У працях, опублікованих у співавторстві, автору належить: у колективному навчальному посібнику [95] – розробка динамічних опорних конспектів і планів-звітів; у посібнику [96] – система завдань до самостійної роботи й рекомендації щодо порядку виконання лабораторних робіт; у наукових статтях [97], [98] здобувачем розкрито питання теорії та практики застосування запропонованих засобів у системі управління самостійною роботою студентів; у статтях [99], [100] – шляхи вдосконалення системи управління самостійною роботою в процесі навчання методів статистичної обробки даних, проведено емпіричні дослідження; у статтях [101], [102] автору належить концептуальна ідея, розробка засобів ІКТ для управління самостійною роботою студентів та здійснення емпіричних досліджень. В інших статтях [103], [104] здобувачка здійснила аналіз аспектів застосування запропонованих засобів для управління самостійною роботою студентів. Права співавторів не порушено.

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися на науково-практичних конференціях різного рівня: *Міжнародних* – «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (Харків – Мішкольц – Магдебург, 1997), «ІКТ в освіті, дослідженнях та індустріальних додатках: інтеграція, гармонізація та трансфер знань» (Херсон, 2013), «Нові інформаційні технології в освіті для всіх» (Київ, 2014); *Всеукраїнських* – «Сучасні освітні



технології» (Харків, 2001), «Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах» (Суми, 2018); а також, науково-практичній конференції «Педагогічна підготовка викладачів вищих навчальних закладів» (Харків, 2002), теоретико-методологічній конференції «Методологічні питання наукового дослідження в педагогіці та соціальній педагогіці» (Харків, 2007), обговорювалися й отримали позитивну оцінку на засіданнях кафедри інформатики та прикладної математики Криворізького державного педагогічного університету.

**Публікації.** Основні результати дослідження відображено у 20 наукових працях, з них – 10 одноосібні; 10 статей у наукових фахових виданнях України та виданнях, внесених до міжнародних наукометричних баз (*Scopus, CrossRef, Index Copernicus*); 2 навчальні посібники.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (258 найменувань, із них 30 – іноземними мовами), 7 додатків на 128 сторінках, 19 рисунків та 33 таблиці. Загальний обсяг дисертації – 354 сторінки.

## РОЗДІЛ І

### ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ САМОСТІЙНОЮ РОБОТОЮ СТУДЕНТІВ

#### 1.1. Сутність, мета та види самостійної роботи студентів

У вітчизняній та зарубіжній педагогіці й педагогічній психології існують достатньо глибокі теоретичні та практичні нароби, спрямовані на формування навичок та вмінь самостійної діяльності людини у навчанні, у праці. За означенням С. Гончаренка «самостійна навчальна робота учнів – різноманітні види індивідуальної і колективної навчальної діяльності школярів, яка здійснюється ними на навчальних заняттях або дома за завданнями вчителя, під його керівництвом, однак без його безпосередньої участі. Реалізація цих настанов вимагає від учнів активної розумової діяльності, самостійного виконання різних пізнавальних завдань, застосування раніше засвоєних знань» [105, с. 297]. Безумовно, це означення стосується й самостійної навчальної роботи студентів, проте види самостійної роботи, її дидактична мета, способи управління самостійною роботою з боку викладача потребують уточнення стосовно самостійної роботи студентів, майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

Незважаючи на велику кількість досліджень, присвячених самостійній роботі, в тлумаченні самого поняття самостійна робота є досить значні розбіжності. Дослідники (Є. Голант [106], М. Касьяненко [107], В. Буряк [30], Г. Кулагіна [108], В. Бондаревський [109], Є. Борткевич [110], М. Башкіров [25], М. Гарунов [32], І. Ільясов [111], В. Ляудис [111], В. Козаков [34], О. Молибог [37], І. Наумченко [112], О. Малихін [48], О. Петровський [113]) одноставно визначають важливість самостійної роботи в освітньому процесі (табл. 1.1), проте розглядають самостійну роботу як метод навчання (В. Бондаревський [109], В. Буряк [30], І. Кобиляцький [114], Л. Рувинський [114] та ін.); як вид діяльності (А. Алексюк [115],

Є. Борткевич [110], Т. Ільїна [116], М. Касьяненко [107], В. Козаков [34], В. Нізамов [38], О. Нільсон [40], Г. Семенов [117], Н. Шишкіна [118] та ін.); як форму організації навчального процесу (Б. Єсіпов [80], І. Ільєсов і В. Ляудіс [111], О. Молибог [37] та ін.), як форму організації самостійної навчальної діяльності (О. Малихін [48]); як засіб навчання (С. Архангельський [45], М. Гарунов [32], Г. Кулагіна [108], П. Підласистий [42], В. Толкунов [119] та ін.). Кожний підхід дає змогу аналізувати самостійну роботу під певним кутом зору. Розглянемо ці підходи детальніше в контексті дослідження управління самостійною роботою.

Таблиця 1.1

## Підходи до поняття самостійна робота

№ з/п	Суттєві ознаки поняття	Автор
1.	Засіб навчання, який спрямовано на виконання поставленої дидактичної мети в спеціально відведений для цього час: пошук знань, їх усвідомлення, закріплення, формування та розвиток вмінь та навичок, узагальнення та систематизація знань.	П. Підласистий [42]
2.	Вид навчальної діяльності, при якому студенти під керівництвом викладача виконують індивідуальні, фронтальні або групові учбові завдання, додаючи необхідні для цього розумові та фізичні сили.	О. Нільсон [40]
3.	Умова виховання риси особистості – самостійності, яка виражається в самостійності думки, самостійності суджень, висновків.	Є. Голант [106]
4.	Засіб організації навчальної діяльності студентів.	В. Толкунов [119]
5.	Виконання учнями завдань без будь-якої допомоги, але під наглядом вчителя.	Р. Мікельсон [35]

№ з/п	Суттєві ознаки поняття	Автор
6.	Індивідуалізована творча діяльність, що забезпечує глибоке оволодіння знаннями і уміннями, досвідом виконання творчих робіт, здобуття високої культури діяльності та гуманних відносин.	М. Касьяненко [107]
7.	Робота, яка виконується без безпосередньої участі вчителя, але за його завданням, у спеціально відведений для цього час; при цьому учні свідомо прагнуть досягти поставленої в завданні мети своїми зусиллями і висловлюють в тій чи іншій формі результат розумових або фізичних дій.	Б. Єсипов [80]
8.	Дія людини, яку вона чинить без безпосередньої або опосередкованої допомоги і вказівок іншої людини, керуючись лише власними поглядами про порядок та правильність виконання операцій.	В. Беспалько [76]
9.	Метод оволодіння глибокими знаннями, формування активності і самостійності, розвитку розумових здібностей учнів.	В. Буряк [30]
10.	Пізнавальна діяльність, що виконується без безпосередньої участі викладача, за заздалегідь заданою програмою або інструкцією.	Г. Семенов [117]
11	Засіб організації систематичної пізнавальної діяльності студентів, що сприяє вихованню в них пізнавальної самостійності, активності і готовності до самоосвіти.	Г. Кулагіна [108]

№ з/п	Суттєві ознаки поняття	Автор
12.	Метод навчання, покликаний забезпечити формування у майбутнього фахівця творчого самостійного мислення, наукового інтересу, потреби в загальній і спеціальній самоосвіті.	В. Бондаревський [109]
13.	Вид діяльності учнів, що є невід'ємною умовою свідомого засвоєння знань на всіх стадіях навчальних занять.	Є. Борткевич [110]
14.	Діяльність студентів, що протікає без безпосереднього керування викладача, хоча спрямовується і організується ним.	Н. Нікандров [39]
15.	Систематична і цілеспрямована робота студентів в плані вдосконалення навчально-пізнавального, професійно-педагогічного, виховного та загально-культурного рівня, що організується та проводиться під керівництвом і контролем викладача.	М. Башкіров [25]
16.	Робота, яка характеризується наявністю в ній таких ланок: виділення мети діяльності, визначення предмета діяльності, вибір засобів діяльності.	М. Гарунов [32]
17.	Організована викладачем активна діяльність студентів, що спрямована на виконання поставленої дидактичної мети в спеціально відведений для цього час.	А. Алексюк та ін. [115]
18.	Дидактична форма навчання, яка є системою організації педагогічних умов, що забезпечують управління навчальною діяльністю, яка відбувається без участі й допомоги викладача.	І. Ільєсов, В. Ляудис [111]

№ з/п	Суттєві ознаки поняття	Автор
19.	Специфічний вид діяльності, головною метою якого є формування самостійності, а формування вмінь, знань та навичок здійснюється опосередковано через зміст та методи усіх видів навчальних занять.	В. Козаков [34]
20.	Методи, в яких більш повно реалізується самостійність студента, а керівна роль викладача здійснюється опосередковано, через систему впливів на студента в аудиторних заняттях та на консультаціях.	І. Кобиляцький, Л. Рувинський [114]
21.	Процес, який служить цілям навчання (засвоєння, закріплення, удосконалювання знань в обсязі програм вищої школи) та придбання відповідних умінь та навичок, що складають зміст підготовки фахівців.	І. Наумченко [112]
22.	Особливий вид фронтальної, групової та індивідуальної навчальної діяльності, що здійснюється під керівництвом, але без особистої участі викладача на аудиторних заняттях або позааудиторний час.	Т. Ільїна [116]
23.	Вид навчальної діяльності, що виконується студентами з використанням розумових і (або) фізичних зусиль як під час аудиторних занять, так і в позааудиторний час, за завданням і під контролем викладача, але без особистої його участі, та спрямована на досягнення поставленої мети.	Н. Шишкіна [118]

№ з/п	Суттєві ознаки поняття	Автор
24.	Основа будь-якої освіти, що складається з різноманітних форм організації навчального процесу.	О. Молибог [37]
25.	Самостійна робота розглядається як форма організації самостійної навчальної діяльності. При цьому самостійна навчальна діяльність студентів вищих педагогічних навчальних закладів на думку автора «... є діяльністю пізнання, якій притаманні всі характерологічні ознаки; має двоаспектний суб'єкт діяльності, коли студент виступає в ролі того, хто її здійснює, і в ролі того, на кого цю діяльність і її результат спрямовано, тобто одночасно і як той, хто навчає, і як той, хто навчається».	О. Малихін [48]
26.	Індивідуальна, групова пізнавальна діяльність студентів, здійснювана ними на аудиторних заняттях і в позаурочний час.	В. Нізамов [38]
27.	Засіб набуття знань, формування самостійності не тільки як сукупності визначених вмінь та навичок, але й як риси характеру.	О. Петровський [113]

При визначенні самостійної роботи як методу навчання (табл. 1.1), дослідники (В. Бондаревський [109], В. Буряк [30], І. Кобиляцький [114], Л. Рувинський [114] та ін.), перш за все, наголошують на самостійності студента, що відбивається у прояві активності, творчості, самостійного судження та ініціативи. Проте ця активна діяльність організовується викладачем у спеціально відведений для цього час і спрямована на виконання поставленої перед студентом дидактичної мети: пошук знань, їх осмислення, закріплення, формування і розвиток вмінь та навичок узагальнення і

систематизації знань.

Розгляд самостійної роботи студентів як виду діяльності (див. табл. 1.1: А. Алексюк [115], Є. Борткевич [110], Т. Ільїна [116], М. Касьяненко [107], В. Козаков [34], О. Малихін [48], В. Нізамов [38], О. Нільсон [40], Г. Семенов [117], Н. Шишкіна [118] та ін.) є найбільш зручним із точки зору кібернетичного підходу, який застосовується в нашому дослідженні для аналізу управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки. Цей підхід передбачає дослідження самостійної роботи як гносеологічного процесу в динаміці. При цьому самостійна робота виступає як специфічна форма навчального та наукового пізнання. Внутрішнім змістом такого пізнання є самостійна побудова студентом способу досягнення поставленої перед ним мети.

Розглядаючи самостійну роботу як форму організації навчального процесу (Б. Єсіпов [80], І. Ільясов і В. Ляудіс [111], О. Молибог [37] та ін.) або форму організації навчальної діяльності (О. Малихін [48]), автори зводять її або до системи умов, або до різноманітних форм організації навчального процесу (табл. 1.1). Сформульоване викладачем завдання виступає підставою для реалізації власних пізнавальних або практичних дій з усвідомленою метою наступного виконання самостійної роботи, але відсутня цільова орієнтація на розвиток самостійності студента.

Самостійна робота як засіб навчання, як бачимо з табл. 1.1, розглядається авторами (С. Архангельський [45], М. Гарунов [32], Г. Кулагіна [108], П. Підкасистий [42], В. Толкунов [119] та ін.), з одного боку, як навчальне завдання, тобто те, що повинен виконати студент, об'єкт його діяльності, а з другого – форму прояву відповідного способу діяльності при виконанні студентом поставленого завдання. А це, в решті решт, призводить студента або до отримання цілком нового, раніше невідомого йому знання, або до поглиблення й поширення сфери дії вже набутих знань.

Аналіз психолого-педагогічної літератури дає підстави стверджувати, що самостійна робота студентів організується з метою



– розвитку активності та самостійності (В. Буряк [120], П. Підласистий [42], Б. Єсіпов [80], В. Беспалько [76], Г. Кулагіна [108], В. Козаков [34], І. Кобиляцький, Л. Рувинський [114], Н. Дайрі [121], М. Махмутов [122]);

– розвитку розумових та пізнавальних здібностей (В. Буряк [120], О. Нільсон [40], Б. Єсіпов [80], Н. Дайрі [121]);

– формування внутрішніх пізнавальних мотивів навчання (Г. Семенов [117], Б. Єсіпов [80], О. Рогова [44]);

– підвищення якості засвоєння знань (В. Буряк [120], Д. Тетеріна [123], І. Луценко [124]);

– підвищення рівня вмінь та вдосконалення навичок (П. Підласистий [42], О. Молибог [37]);

– контролю результатів засвоєння навчального матеріалу (М. Касьяненко [107], Ю. Сурков [125], І. Лусь [126]);

– формування вміння самостійно здобувати та поповнювати власні знання (Г. Кулагіна [108]);

– формування творчого мислення (В. Буряк [120], П. Підласистий [42], М. Касьяненко [107], А. Алексюк [29], О. Рогова [44], І. Кривич [127]);

– формування життєво-практичних навичок, вміння долати труднощі, виховання волі та характеру (А. Макаренко [128], Б. Єсіпов [80], Н. Дайрі [121], О. Рогова [44]).

Ми згодні з усіма наведеними формулюваннями, що характеризують мету самостійної роботи й відповідають завданням освітнього процесу в цілому і список може бути доповнено. Проте частина з цих цілей не може бути досягнута інакше, як через самостійну роботу, і це – специфічна складова мети самостійної роботи, що в згорнутому вигляді можна описати як формування вмінь (навичок), досвіду творчої діяльності й самостійності студента.

Для остаточного уточнення поняття самостійної роботи потрібно

розглянути думки дослідників за іншими аспектами:

- відсутність безпосередньої участі викладача (вчителя) у самостійній роботі відмічають усі дослідники (див табл. 1.1);

- наявність пізнавального або практичного завдання, проблемного питання або задачі в тій чи іншій мірі визначають С. Гончаренко [105], О. Нільсон [40], Р. Мікельсон [35], Б. Єсипов [80], М. Башкіров [25], М. Гарунов [32], Н. Шишкіна [118] – і на наш погляд тільки усвідомлення студентом певної конкретної мети навчальної діяльності робить її справжньою самостійною роботою. Слід зазначити, що в сучасній педагогіці студент розглядається як суб'єкт навчання (О. Малихін [48], див. табл. 1.1), тому за умови розвитку його самостійності він може власноруч сформулювати таке завдання відповідно до мети освітнього процесу (див. п. 1.2);

- здійснення управління та самоуправління самостійною роботою (див. табл. 1.1) визначають О. Нільсон [40], С. Гончаренко [105], М. Башкіров [25], Т. Ільїна [116] (управління з боку викладача або вчителя), Г. Семенов [117] (наявність програми або інструкції), Н. Нікандров [39] (діяльність студентів спрямовується та організовується викладачем), М. Гарунов [32] (виділення мети діяльності, визначення предмета діяльності, вибір засобів діяльності), І. Ільєсов, В. Ляудис [111] (управління навчальною діяльністю), О. Малихін [48] (організація самостійної навчальної діяльності). На наш погляд, управління самостійною роботою студентів є необхідним для досягнення мети, при цьому слід наголосити на точці зору О. Малихіна [48], який підкреслює двоаспектний суб'єкт діяльності. Студент є суб'єктом освітнього процесу й, відповідно, суб'єктом управління самостійною роботою. Управлінська роль студента проявляється тільки за умови його відповідної підготовки до реалізації такої функції (див. п. 1.2).

- наявність спеціально виділеного часу на виконання самостійної роботи відмічають П. Підкасистий [42], Б. Єсипов [80], А. Алексюк та інші [115] – на наш погляд, така вимога є необхідною для здійснення

самостійної роботи під час аудиторних занять, щодо позааудиторної роботи студента, то відповідно до тенденцій сучасного освітнього процесу вона має реалізовуватися вільно в просторі й часі, тому вважаємо, що стосовно підготовки майбутніх учителів не доцільно визначати наявність спеціально виділеного часу як ознаку самостійної роботи, проте виділення певного часу на таку роботу розглядаємо в межах індивідуального планування як елемент управління самостійною роботою;

- прояв розумового зусилля, активної розумової діяльності студентів, що спрямовані на досягнення мети, відмічають С. Гончаренко [105], О. Нільсон [40], Б. Єсіпов [80], Н. Шишкіна [118] – на наш погляд, це дає змогу відрізнити самостійну роботу від різноманітних видів навчальної діяльності, що передбачають підсвідоме засвоєння певних відомостей із застосуванням технічних засобів.

Отже, за результатами проведеного аналізу, спираючись на означення самостійної навчальної роботи учнів С. Гончаренка [105, с. 297], що наведено вище, під *самостійною роботою студента* в рамках нашого дослідження будемо розуміти – *навчально-пізнавальну діяльність, яку він здійснює свідомо й активно без безпосередньої участі викладача з метою вирішення поставленого завдання.*

Такий підхід до розгляду сутності й ролі самостійної роботи знімає антитезу між зовнішньою зумовленістю самостійної роботи в навчальному процесі та її внутрішньою сутністю, що визначає розвиток і оптимальний прояв у діяльності студента справжньої пізнавальної активності й самостійності, розвиток його розумових здібностей. Крім цього, виділення в самостійній роботі пізнавальної задачі дає можливість викладачу заздалегідь передбачити характер діяльності студента на кожному етапі його руху від незнання до знання та управляти цим процесом, програмуючи різнорідну структуру цієї діяльності в залежності від загальної мети, спеціальної професійної підготовки та конкретних цілей вивчення студентом кожної дисципліни (П. Підкасистий [42]).

Різноманітні класифікації видів самостійної роботи дають змогу досліджувати це багатогранне явище з різних боків. С. Гончаренко виділяє як найбільш поширені такі види самостійної навчальної роботи: «... праця з підручником, навчальними посібниками, дидактичними матеріалами, персональним комп'ютером, розв'язування задач, виконання вправ, написання рефератів і творів, самостійні спостереження, лабораторні роботи, дослідницька діяльність, конструювання, моделювання, виконання трудових завдань» [105, с. 297]. Ми, безумовно, згодні з наведеним переліком, проте педагогічна наука постійно пропонує нові методи й прийоми навчання, що розширяє види самостійної роботи, наприклад застосування робочих зошитів або опорних конспектів з метою організації самостійної навчальної діяльності (К. Власенко та І. Реутова [129]), метод проектів, різноманітні кейс-методи тощо. Окремого обговорення потребує використання персонального комп'ютера – на наш погляд, не будь яка праця з персональним комп'ютером є самостійною роботою, а тільки така, що відбувається із свідомим цілеспрямованим і активним виконанням пізнавального або практичного завдання навчального характеру. Як приклади такої самостійної роботи можна навести розв'язування математичної задачі за допомогою педагогічного програмного засобу або системи комп'ютерної алгебри (К. Власенко та І. Реутова [129]), розв'язування задач за допомогою мобільних педагогічних програмних засобів (MathPiper), які інтегрують засоби комп'ютерної алгебри (Yacas) й геометрії (GeoGebra) (Н. Рашевська [130]), Web-орієнтованої системи комп'ютерної математики Sage (К. Словак [131]), системи комп'ютерної математики Maple (Я. Крупський [132]); навчальні дослідження в середовищі MathCAD (Л. Білоусова, Т. Белявцева, О. Колгатін, Л. Колгатіна [133]), використання систем Maxima, Maple та Mathematica для розв'язування оптимізаційних задач на графах (У. Когут [134]), дослідження з фізики із застосуванням хмаро орієнтованого комплексу <http://physics.ccjournals.eu> (О. Мерзликін [135]), застосування wiki-технології для підтримки проектної

діяльності студентів (Л. Варченко-Троценко [136]), використання програмно-імітаційних комплексів як засобів формування економічних компетентностей (Д. Антонюк [137]) та інші. З цього приводу дуже корисним є аналіз Інтернет ресурсів для навчання математики, який здійснила К. Осадча [138].

Г. Гапонов [31] та Б. Іоганзен [33] визначають типологію самостійних робіт у залежності від виду діяльності студентів. У відповідності з цим підходом вони виділяють три види самостійних робіт: навчальну, наукову та суспільну. С. Архангельський [45] на основі структури навчального процесу, в якому навчальний час студентів розподіляється на обов'язкові заняття і додатковий час на самопідготовку, виділяє два види самостійних робіт: обов'язкову, що здійснюється в процесі навчальних занять і підготовки до них, і додаткову, яка відбувається за особистими інтересами і нахилами студентів. Виходячи з дидактичної мети, С. Гончаренко [105] поділяє самостійну роботу на підготовчу, спрямовану на засвоєння нових знань, тренувальну, узагальнююче-повторювальну та контрольну. На підставі характеру діяльності студентів П. Підласистий [139] встановлює п'ять видів самостійної роботи: відтворювальну, реконструктивну, варіативну, евристичну, творчу. М. Касьяненко [107] і А. Алексюк [29] у своїх працях доводять, що реконструктивний, варіативний та евристичний види самостійної роботи включають у себе частку репродуктивної роботи і творчої самостійної роботи, і пропонують таку класифікацію: репродуктивна, комбінована і творча самостійні роботи.

На наш погляд, класифікація самостійної роботи М. Касьяненко і А. Алексюка є більш прийнятними, оскільки поєднання реконструктивної, варіативної та евристичної роботи в одну групу дає змогу зробити наголос на ролі управління самостійною роботою студентів. Крім того, слід зазначити, що при переході від одного виду самостійної роботи до іншого зростає ступінь активності та самостійності в діяльності студентів. Спираючись на цю класифікацію, будемо поділяти самостійну роботу студентів на репродуктивну, частково-пошукову й творчу.

У вищій школі мають місце різноманітні організаційні форми роботи. Тому доцільно й в самостійній роботі розглянути існуючі форми. Так, О. Молибог [37] пропонує такі форми:

- осмислення лекційного матеріалу в ході лекції та ведення конспекту лекцій;
- вивчення навчальної літератури, першоджерел та їх конспектування (доопрацювання лекційних конспектів);
- переробка інформації в знання, підготовка до групових занять (семінарів, практичних);
- закріплення знань: самостійне розв'язування задач або виконання інших домашніх завдань;
- підготовка до лабораторних робіт та їх виконання;
- підготовка до практичних занять та їх проведення;
- робота в гуртках студентського наукового товариства;
- підготовка до іспитів і заліків;
- виконання курсових та дипломних робіт;
- різноманітні види практики.

А. Алексюк [29] виділяє такі форми самостійної роботи:

- робота над підручниками, навчальними посібниками, першоджерелами на лекціях, семінарах і позалекційний час (конспектування, реферування, складання тез тощо);
- робота над конспектом лекцій;
- робота над документами, в лабораторіях, на практичних заняттях;
- розв'язання задач, виконання вправ, самостійне спостереження, написання творів та переказів, підготовка доповідей, наукових повідомлень, переклад спеціальної літератури;
- виконання курсових та дипломних робіт, залучення до активної науково-дослідної роботи студентів.

На думку О. Малихіна [48], до форм самостійної роботи слід віднести:

- пошук професійно-педагогічної інформації;

- дослідження явища, що вивчається;
- використання сучасних інформаційних технологій;
- рефлексивний аналіз здійснюваної навчальної діяльності;
- узагальнення результатів і прогнозування.

Проведений вище аналіз наукових джерел (С. Гончаренко [105]; К. Власенко [129]; Н. Рашевська [130]; К. Словак [131]; Я. Крупський [132]; Л. Білоусова, Т. Белявцева, О. Колгатін, Л. Колгатіна [133]; У. Когут [134]; О. Мерзликін [135]; Л. Варченко-Троценко [136]; Д. Антонюк [137]; О. Молибог [37]; А. Алексюк [29]; О. Малихін [48]) свідчить, що дидактичними завданнями самостійної роботи є

- пошук знань, їх осмислення та закріплення;
- формування та розвиток практичних навичок, а також спеціальних і загальнонавчальних умінь;
- подальше узагальнення й систематизація знань у міру просування студента від нижчого до вищого ступеню свого становлення як фахівця.

Зміст самостійної роботи студентів має двоєдиний характер. З одного боку, це сукупність навчальних і практичних завдань, які повинен виконати студент у процесі навчання, об'єкт його діяльності. А з іншого – це вид діяльності студента щодо виконання відповідного навчального теоретичного або практичного завдання. Свій зовнішній вираз зміст самостійної роботи студентів знаходить в усіх організаційних формах навчальної та позаурочної діяльності, у ході самостійного виконання різноманітних завдань.

Принципово важливим, на що спеціально наголошується у всіх визначеннях самого поняття самостійної роботи, є питання про роль викладача в організації самостійної роботи студентів. Воно особливо загострюється в наш час у зв'язку з тенденцією до збільшення обсягу самостійної роботи студентів у навчальних планах і одночасним скороченням кількості лекцій як виду аудиторних занять. Центр ваги в навчанні зміщується на самостійну діяльність студентів. Важливо підкреслити, що навчання студента не є самонавчання за власним розсудом, а систематична,

самостійна діяльність студента, яка потребує планування та управління і стає домінантною, особливо у сучасних умовах переходу до багатоступеневої підготовки фахівців з вищою освітою.

Виступаючи наслідком правильно організованої навчальної діяльності, самостійна робота мотивує самостійне розширення, поглиблення та продовження цієї діяльності у вільний час. Робота студента, яка відповідно організована викладачем, повинна виступати в якості визначеної студентом програми його самостійної діяльності з опанування навчальної дисципліни. А це означає для викладача не тільки чітке усвідомлення свого плану навчальних дій, але й усвідомлене його формування у студента як деякої схеми засвоєння матеріалу у ході розв'язання нових завдань.

Самостійна робота як діяльність може виникнути на основі «інформаційного вакууму». Він виникає на основі потреби пізнавати, засвоювати щось нове, невідоме, необхідне та важливе для себе, але засобів задоволення такої потреби у навчальному процесі не існує. Це, в свою чергу, передбачає необхідність спрямованої роботи викладача на створення передумов виникнення у студента такої потреби. Самостійна робота організується самим студентом у силу його внутрішніх пізнавальних мотивів, у найбільш зручний час, контролюється самим студентом у процесі та за результатом діяльності на основі опосередкованого управління нею з боку викладача.

У процесі самостійної роботи студент повинен навчитися виділяти пізнавальні завдання, обирати способи їх розв'язання, виконувати операції контролю за правильністю розв'язання поставленого завдання, вдосконалювати навички реалізації теоретичних знань. Формування навичок та вмінь самостійної роботи студента може здійснюватися на початковому етапі через безпосередні вказівки та рекомендації викладача щодо організації самостійної діяльності, а на кінцевому через облік, контроль та корекцію помилкових дій студента з боку викладача.

Погляд на самостійну роботу як на процес, в основі якого лежить



запам'ятовування певного обсягу навчальної інформації та його відтворення, не орієнтує на надання студенту узагальнених знань, способів дії та вмінь застосовувати теорію у нестандартних умовах, необхідних в його подальшій діяльності. Основою самостійної роботи має бути не просте відтворення та запам'ятовування засвоєного матеріалу, а пізнавальна активність і високий рівень самостійності студентів.

Виступаючи складовою частиною навчально-виховного процесу, самостійна робота студента у вищому навчальному закладі істотною мірою визначає якість підготовки фахівця. Під час самостійної роботи спеціально організований процес навчання спрямовується на формування пізнавальних інтересів студентів, розвиток їхніх вольових якостей, творчих і професійних здібностей на основі оволодіння системою наукових знань, пізнавальних умінь і навичок. Адже вони дають «змогу знаходити рішення у будь-яких професійних та життєвих ситуаціях, що уможливорює діяльність освіченої особистості незалежно від локального чи глобального контексту ринку праці» [49]. Самостійна робота має сприяти оволодінню студентом методикою самонавчання для наступного самостійного опанування найновішими досягненнями науки й техніки. Саме в цьому полягає як сутність, так і найважливіша задача самостійної роботи студентів у процесі навчання.

Самостійна робота є могутнім чинником інтенсифікації процесу навчання за рахунок підвищення активності студентів, вбираючи в себе конкретні дидактичні цілі і завдання, формує у студентів етапність і послідовність у накопиченні знань, сприяє розвитку їх розумової діяльності, формує психологічну установку в самостійному систематичному поповненні знань, що в сукупності створює педагогічну основу для управління й оптимізації самостійної роботи студентів. Слід зазначити, що найбільшу віддачу від самостійної роботи можна отримати лише тоді, якщо вона організовується та реалізується в навчально-виховному процесі в якості цілісної системи, що пронизує всі етапи навчання студентів у вищій школі.

Викладач лише організує пізнавальну діяльність студентів, вони самі здійснюють пізнання. Самостійна робота завершує завдання всіх видів навчальної роботи. Адже знання, не підкріплені самостійною діяльністю, не можуть стати дійсним надбанням особистості. Крім того, самостійна робота має й виховне значення: вона формує самостійність не тільки як сукупність умінь та навичок, але й як рису характеру, що відіграє суттєву роль у структурі особистості сучасного фахівця вищої кваліфікації.

Отже, сутність самостійної роботи студентів у процесі навчання полягає у формуванні пізнавальних інтересів студентів; розвитку активності, розумових, пізнавальних, творчих і професійних здібностей на основі оволодіння системою наукових знань; формування пізнавальних умінь і вдосконалення навичок. Але сформувати позитивне ставлення студентів до самостійної роботи, створити відповідні умови, сформулювати високі вимоги – важливо, але не достатньо: важливіше навчити їх раціональним прийомам цієї роботи. Для вирішення цих завдань самостійна робота повинна бути спеціально організована викладачем, має здійснюватися управління цією роботою.

## **1.2. Сутність і критерії ефективності управління самостійною роботою студентів**

Видатні педагоги минулого відзначали, що незважаючи на величезну роль викладача, основні цілі освіти досягаються насамперед як результат власних зусиль учнів. Так, ще Я. Коменський писав: «альфою й омегою нашої дидактики буде: знаходження та відкриття способу, при якому ті, хто навчають, менш би вчили, а ті ж, хто навчаються, більше би вчилися» [140, с.162]. Виходячи за межі безпосереднього змісту цього висловлювання, ми можемо зрозуміти його як певний заклик до переорієнтації в професійних обов'язках викладача – від передавання знань студентам до управління їх самостійним оволодінням знаннями.

У психологічному плані навіть невеликий обсяг знань не може стати

надбанням студентів поза їх власною пізнавальною діяльністю. Можна говорити про самостійну роботу студентів на лекції, цілеспрямовано навчаючи їх прийомів розподілу уваги між сприйманням та записом, виділення головного під професійним кутом зору тощо. Проте ступінь самостійності студентів тут досить обмежений, бо пізнавальна діяльність здійснюється під безпосереднім управлінням викладача. Коли йдеться про зростання ролі і значення самостійної роботи на сучасному етапі розвитку вищої освіти, то увага зосереджується на тій діяльності студентів, що відбувається без безпосередньої участі викладача, хоча спрямовується й організується ним.

Проблема управління самостійною роботою студентів посідає значне місце в організації навчального процесу у вищій школі. Про це свідчать роботи С. Архангельського [141], Ю. Бабанського [74], В. Беспалька [142], Т. Дмитренко [47], В. Козакова [34], Р. Машанової [143], Л. Ричкової [50], Н. Тализіної [51], Н. Шишкіної [118], В. Якуніна [53], К. Яресько [54] та ін. Розроблені та вдосконалені ними теорії й концепції навчання розкривають сутність управління пізнавальною діяльністю при вирішенні різноманітних дидактичних завдань.

До визначення поняття управління в педагогічних системах у психолого-педагогічній літературі існують різноманітні підходи. Так, М. Марков [144] розглядає управління як організацію цілеспрямованих дій, І. Ітельсон [145] бачить в управлінні дії, в результаті яких досягається раніш поставлена мета. Ю. Коршунов [146] вважає, що управління – це така організація процесу, яка забезпечує досягнення наперед визначеної мети. О. Філіппов [147] розглядає управління як цілеспрямований вплив суб'єкта на об'єкт та зміну останнього в результаті впливу. В. Нечаєв [148] говорить про управління як цілеспрямоване регулювання процесів. У деяких дослідженнях управління розглядається як елемент деякої системи, що пов'язує між собою всі її елементи та підпорядковує їх виконання поставленої мети. Так, В. Якунін [53] вбачає сутність управління в тому, що

у відповідності до поставлених цілей здійснюється взаємодія студента та педагога, яка спрямована на активізацію діяльності студента в процесі навчання та на досягнення необхідних результатів. Ми згодні з усіма наведеними висловленнями, які висвітлюють окремі ознаки управління і підтверджують зв'язок управління та діяльності. Це визначено й новим тлумачним словником української мови: «Управляти – 1. Спрямовувати діяльність, роботу кого-, чого-небудь; бути на чолі когось, чогось; керувати. 2. Спрямовувати хід якогось процесу, впливати на розвиток, стан чого-небудь» [149, с. 642].

У педагогіці проблема управління навчальним процесом розглядається як у світі загальних закономірностей теорії управління з виділенням суб'єкта управління (викладача), об'єкта управління (студента) і вивченням відносин між ними, так і в руслі кібернетичного підходу.

На основі загальних закономірностей теорії управління виділяють такі структурні елементи процесу управління, як суб'єкт управління, об'єкт управління, мета, предмет, умови, засоби, результат. Суб'єкт управління задає мету, предмет і створює умови для об'єкта (діяльність студента), що зі своїми засобами (досвід, знання) включається до процесу виконання завдання та одержання результату (знання, вміння та навички) (В. Козаков [34]).

Викладач відповідає не тільки за кінцевий результат навчання, але й за управління пізнавальною діяльністю студентів. Таким чином, суб'єктом управління виступає викладач при прямому управлінні або, за сучасними поглядами, викладач спільно зі студентом як особистістю, якщо реалізується співуправління, побічне управління та самоуправління. Перед суб'єктом управління самостійною роботою студентів постає типова задача управління, в якій за певний проміжок часу необхідно досягти заданого результату за наявності створених умов. Спроекувати та створити оптимальні організаційні форми або структури – це означає поділити загальну мету між структурними елементами управління так, щоб вони забезпечували

досягнення запланованого результату. Слід відзначити, що в умовах навчального процесу, який управляється оперативно, до теоретичної і методичної підготовки викладача пред'являються підвищені вимоги.

Студент через мету й умови, створені суб'єктом управління, сам забезпечує процес перетворення предмету на продукт-ціль, чим збагачує свої наявні засоби (накопичений досвід) новим результатом (вміннями, знаннями і навичками), новим досвідом. Об'єктом управління є діяльність студента. Викладач лише ставить перед студентами завдання, стимулює їх активність, після цього контролює виконання завдання за конкретними діями. Так здійснюється зовнішній прямий і зворотний зв'язок. Однак при цьому студент сам усвідомлює і регулює свої дії, тобто між ним і його власною діяльністю існує внутрішній прямий і зворотний зв'язок. Викладач бере участь у самостійній роботі студента опосередковано, через створення відповідних умов. Під умовами будемо розуміти фактори, що діють у навчальному процесі та впливають не тільки на навчальну діяльність, але й на результат навчання. Умови можуть бути різні як за своєю природою, так і за взаємодією. У цілому в навчальному процесі розрізняють дві групи умов (В. Хаккер [150]):

- зовнішні умови (взаємовідносини викладач-студент і студент-студент, об'єктивність оцінки навчання, місце навчання та його оснащення приладами, індивідуалізація та самостійність роботи тощо);

- індивідуальні умови (стан здоров'я, властивості характеру, позитивна мотивація, знання, вміння, навички, досвід, переживання успіху тощо).

При визначенні умов навчання необхідно враховувати, що до результату відносяться і продукти діяльності, і набутий досвід, і стан людини. При такому «розумінні умов праці особисті характеристики можна розглядати як результат процесу праці» (В. Хаккер [150, с.21]).

Із кібернетичної точки зору процес навчання можна розглядати як процес управління формуванням знань, умінь і навичок особистості. Сутність педагогічного процесу полягає в тому, щоб перевести студента з одного

стану до іншого відповідно меті навчання шляхом передачі студенту певної інформації. Для успішного управління педагог повинен отримати інформацію про результати своїх управлінських дій і на основі їх аналізу внести потрібні корективи. Отже, процес управління здійснюється із застосуванням прямих та зворотних зв'язків.

Дидактичними аналогами кібернетичних систем управління є: управління навчальним процесом за досягнутими результатами; випереджальне управління навчанням із урахуванням особливостей студентів і навчального матеріалу, яке засновується не тільки на демонстрації способів розв'язування навчальної задачі, але й на упередженні можливих помилок; паралельне управління, для якого характерним є прагнення захистити студентів від найбільш небезпечних у педагогічному плані помилок у засвоєнні навчального матеріалу та реалізувати адаптивний контроль якості засвоєння (В. Константинов [151]).

Як показав попередній аналіз, термін «управління» традиційно використовується для опису як процесу, так і особливого виду діяльності, сутність яких стосовно до навчання полягає в тому, що у відповідності до поставлених цілей здійснюється взаємодія викладача і студента, спрямована на зміну соціально-пізнавального досвіду студента. У випадку виникнення розбіжності між поставленою метою і отриманими результатами викладач, визначивши причини такого неузгодження завдяки функціонуванню зворотного зв'язку, формує коригуючий вплив для забезпечення повного досягнення мети навчання.

У зв'язку із суттєвою різноманітністю підходів до організації навчальної діяльності студентів, зокрема самостійної роботи, управління такою діяльністю буде розрізнятися. Тому важливим для нашого дослідження є визначення класифікацій видів управління, зручних для аналізу комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки. Корисним, на наш погляд є підхід В. Беспалька [152] до класифікації видів

управління за наявністю (скоріше оперативністю) зворотного зв'язку, за спрямованістю управління та за ступенем автоматизації. Розглянемо цей підхід детальніше. Знаходячись у взаємозв'язку, суб'єкт й об'єкт управління утворюють систему. Якщо у цій системі існують лише прямі зв'язки (передавання студенту певної інформації), то управління є розімкненим. Корекція та контроль навчання виконуються за кінцевим результатом, досягнутим за відносно тривалий термін навчання. А, отже, прогалини залишаються незаповнені через нестачу часу або через ускладнення їх вияву, що є типовим для традиційного навчання. При наявності прямого та зворотного (отримання викладачем даних про результати керуючих дій) зв'язків між об'єктом і суб'єктом управління система є замкненою. Контроль та корекція діяльності студентів здійснюється після кожної порції матеріалу. Таке управління при традиційному навчанні відсутнє, оскільки викладач не в змозі виконати таку діяльність, а засоби навчання для цього не придатні (за В. Беспальком [152, с. 178-179]). У разі врахування індивідуальних особливостей кожного студента В. Беспалько [152, с. 179] називає управління спрямованим, у разі групового усереднення управлінського впливу – розсіяним. На наш погляд, у разі розсіяного управління, коли викладач орієнтується не на конкретну людину в аудиторії, а на неіснуючого «усередненого» студента, викладач може приділити увагу одному студенту лише за рахунок інших. Крім того, викладач обмежений можливістю підтримати студентів у стані постійної активної діяльності. В. Беспалько [152, с. 179] вводить, також, поняття ручного управління, коли його здійснює сам викладач, і автоматичного, коли управління «доручено технічним засобам» [152, с. 179]. На наш погляд, автоматичне управління в чистому вигляді відбувається в освітньому процесі тільки в деяких тренажерах. В більшості ситуацій застосування комп'ютерно орієнтованого управління в освітньому процесі суб'єкти управління (студент і викладач) приймають у ньому участь. Тому було б доцільно застосовувати термін автоматизоване управління. На підставі перебору всіх можливих комбінацій,

означених видів управління, автор пропонує вісім схем управління та дає їм характеристику:

1. Розімкнуте, розсіяне, ручне – традиційне навчання.
2. Розімкнуте, розсіяне, автоматичне – традиційне навчання із застосуванням технічних засобів.
3. Розімкнуте, спрямоване, ручне – консультація одного студента.
4. Розімкнуте, спрямоване, автоматичне – традиційний підручник.
5. Замкнуте, розсіяне, ручне – робота викладача з невеликою кількістю студентів.
6. Замкнуте, розсіяне, автоматичне – комп'ютерне навчання.
7. Замкнуте, спрямоване, ручне – індивідуальне навчання.
8. Замкнуте, спрямоване, автоматичне – адаптоване комп'ютерне навчання [152, с. 180].

В. Беспалько [152] підкреслює переваги замкнутого, спрямованого автоматичного управління. На наш погляд, саме таке управління є найбільш ефективним для самостійної роботи студентів.

Іншим важливим напрямом класифікації видів управління є врахування ступеня впливу викладача на навчальну діяльність студента та управління нею. Традиційно розрізняють (Р. Машанова [143], К. Ярецько [54]):

- пряме управління – орієнтація на управління самостійною роботою студентів через визначення граничного навантаження студентів обов'язковими завданнями для самостійного виконання;
- співуправління – поєднання управління навчальною діяльністю з боку викладача і самоуправління, що передбачає найбільш повне використання досвіду викладача й індивідуального потенціалу студента;
- самоуправління – управління з боку студента власною навчальною діяльністю з без втручання викладача.

Окремо виділяють опосередковане управління. Під опосередкованим управлінням в освітньому процесі С. Семеріков і А. Стрюк розуміють взаємодію суб'єктів навчання через систему управління, а саме «...через



адміністративну ієрархію освітнього середовища ЗВО та через технології навчання, що складаються з методів, форм організації та засобів навчання» [153, с. 149]. О. Королук [154] вважає, що опосередковане управління здійснюється через методичні інструкції та дидактичні матеріали. Такий підхід є дуже важливим, проте з точки зору нашого дослідження управління самостійною роботою є певні розбіжності з наведеною трактовкою понять. А саме, наведене означення не розкриває ступінь детальності інструкцій, що пропонує система управління – інструкція може бути покроковою, або тільки окреслювати шлях до мети. Тому, під час аналізу комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки будемо застосовувати термін побічне управління, яке передбачає створення необхідних умов для забезпечення успішності самостійної роботи, проте викладач не робить управлінських впливів, зокрема через будь-які інструктивні матеріали, у процесі виконання цієї роботи студентом, викладач делегує управлінські функції студенту.

На нашу думку, на початку навчання у вищому навчальному закладі більшість із студентів слабо вміють здійснювати планування, організацію і контроль своєї навчальної діяльності, і внаслідок цього самостійна робота студентів набуває інтуїтивно-стихийного, хаотичного характеру. Тут здебільше застосовується пряме управління самостійною роботою студентів, під яким розуміють безпосередні вказівки, поради, консультації викладача щодо конкретних завдань, які виконуються студентами. Але не лише такі прямі впливи викладача роблять самостійну працю студента більш раціональною. Слушно буде віднести до управління всі елементи діяльності вищого навчального закладу, які свідомо організуються викладачем і мають на меті підвищення ефективності самостійної роботи студентів. Отже, окремими випадками управління виявляються і прямі вказівки викладача, і методичні рекомендації до вивчення курсу, і створення відповідної мотивації.

При співуправлінні активно використовуються не тільки знання, вміння та навички студента, набуті раніше, але й допомога, і контроль з боку викладача. Проте ця допомога й контроль не повинні стримувати ініціативи й самостійності студентів. Управління навчально-пізнавальною діяльністю студентів має ґрунтуватися на створенні умов для формування в них здатності до самоуправління. При організації самостійної роботи студентів викладачам необхідно встановити доцільне співвідношення між педагогічним управлінням і самостійним навчальним пошуком студента, враховувати залежність між рівнем вказівок і ступенем самостійності в роботі студентів.

Рівень педагогічного управління може знижуватися з переходом студента на наступний курс, змінюватися в залежності від ступеня опанування дисципліни або складності матеріалу. Студент практично сам без допомоги викладача опановує новий матеріал, його діяльність більш самостійна.

Отже, місце й міра впливу викладача на управління самостійною роботою студентів повинні визначатися конкретними навчальними ситуаціями, які залежать від змісту навчального матеріалу, його обсягу і складності, від мети навчання, від особливостей студентських груп та індивідуальних особливостей студентів. Викладач може застосовувати різні види управління: пряме управління, співуправління, побічне управління та самоуправління.

Аналіз психолого-педагогічних досліджень із проблеми управління самостійною роботою студентів дає підстави стверджувати, що процес управління носить циклічний характер та проходить ряд послідовних етапів (І.Образцов і В. Косухін [155], Т. Дмитренко [47], В. Якунін [53], В. Беспалько [152] і [156], Л. Терещенко [157]). Проте кількість і зміст цих етапів у різних дослідників не співпадають. Так, наприклад, І.Образцов і В. Косухін [155] виділяють шість етапів управління: формування цілей та інформаційної основи навчання, прогнозування, прийняття рішення,

організація виконання, комунікації, контроль і оцінка результатів, корекція. В. Беспалько [152] виділяє та обґрунтовує чотири етапи управління, які він представляє символічною формулою:

$$Д = Од + Вд + Кнд + Крд,$$

де Д – діяльність студента і викладача;

Од – орієнтовані дії (осмислення умов завдання, вибір способу дій, інструментарію тощо);

Вд – виконавчі дії (виконання операцій, що забезпечують здійснення діяльності);

Кнд – контрольні дії (перевірка результатів діяльності на її відповідність до еталону);

Крд – коригувальні дії (повернення на етап Од або Вд, у залежності від виявлених помилок на етапі Кнд, продовження діяльності та знову її контроль).

Розбіжності в поглядах на кількість етапів управління та їх зміст не носять принципового характеру, а отже поділ на етапи є умовним і їх можна поєднувати чи розбивати на більш дрібні. У результаті узагальнення існуючих підходів будемо виділяти такі етапи управління:

- збирання інформації і оцінка ситуації;
- постановка завдання та його оцінювання;
- прийняття рішення про вибір доцільного методу;
- реалізація рішення;
- контроль і оцінка результатів;
- коригування.

Етап збирання інформації і оцінки ситуації розпочинається з діагностування, що представляє собою аналіз і синтез інформації про минулі та поточні стани всередині та поза системою. Необхідність діагностики викликається виникненням у процесі управління різних проблем, ознаками яких є відхилення фактичних результатів від нормативних при тих чи інших діях; виникнення в зовнішньому оточенні нових обставин, що можуть в

більшому або меншому ступені завадити або сприяти отриманню необхідного результату; різкі зміни подій у зовнішньому і внутрішньому середовищі, що тягнуть за собою невідповідність раніше прийнятих програм і способів дій новим умовам та вимогам.

Діагностика полягає не тільки у виділенні кола проблем, але й у встановленні причин, через які вони виникають. Цей процес складається з декількох стадій, що протікають одночасно або послідовно в залежності від конкретних умов і завдань. Загальна схема діагностичної процедури включає такі основні моменти: відкриття проблем на основі огляду інформації про зовнішнє і внутрішнє середовище; фіксацію рівневих параметрів результатів та порівняння їх із нормами роботи; формування попередньої діагностичної гіпотези на основі первісної класифікації і відбору отриманої інформації; пошук зовнішніх і внутрішніх причин, що породили проблеми та відхилення в результатах; інтерпретація отриманих результатів і формування висновку.

Наявність діагностичних даних дозволяє перейти до наступного етапу управління самостійною роботою – постановки завдання та її оцінювання. Стосовно процесу управління самостійною роботою студентів діяльність викладача на етапі, що розглядається, складається із визначення змісту навчального матеріалу, що виноситься на самостійне опрацювання, і розробки кінцевої моделі знань студента з даного матеріалу із встановленням необхідного рівня опанування кожного окремого елемента навчальної інформації. Оцінюючи поставлену задачу, необхідно чітко визначити її мету і необхідні рівні засвоєння, рівні навченості, що повинні бути досягнуті в результаті навчання при самопідготовці.

Центральним моментом будь-якої діяльності і, насамперед, управління, є прийняття рішень про вибір найкращого способу. Прийняття рішення – це процес вибору одного з декількох можливих способів, який найбільше задовольняє меті навчання при конкретній навчально-педагогічній ситуації, що склалася. Кращими вважають ті рішення, що в максимальній мірі забезпечують досягнення нормативної мети. В основі прийняття таких

рішень лежить принцип максимізації цільової функції, що застосовується в тих ситуаціях вибору, коли відомо декілька альтернатив. Ситуація вибору або прийняття рішення складається з таких компонентів: суб'єкт, що здійснює вибір; оточення і тенденції зміни вибору; можливі результати в даних умовах; ряд доступних альтернативних способів дій; очікувана ефективність кожного варіанту поведінки щодо очікуваного результату; питома цінність кожного результату для суб'єкту, що приймає рішення; ймовірність вибору і, врешті решт, сам вибір як санкція на актуалізацію певної дії.

Будь-яке педагогічне рішення залишається лише концептуальним проектом майбутнього способу дій до тих пір, доки не буде забезпечено його реалізацію. Це головна і основна ланка всього циклу управління. Переведення задуму або рішення в реальну дію досягається організацією його виконання. Організація виконання є процесом упорядкування діяльності окремих осіб, що пов'язаний з розподілом роботи між виконавцями і керівниками (студентами і викладачами), а також із координацією дій, що виконуються ними. Організувати виконання – це означає встановити, кому, що, де, коли і як потрібно робити, щоб здійснити прийняте рішення.

У теорії управління контроль розглядається як невід'ємна складова в управлінському циклі. Він є механізмом виявлення і оцінки результатів зробленої дії. Його основне призначення полягає в забезпеченні зворотного зв'язку, який інформує про відповідність фактичних результатів функціонування системи її кінцевим цілям. Звичайно, фактичні результати мають відхилення від еталону або очікуваного результату.

Результати здійснених педагогічних дій можуть відповідати поставленій меті навчання, але з тих чи інших причин можуть мати і відхилення від них. Для визначення подальших дій треба мати інформацію про те, якими виявилися фактичні результати навчання, чи мають вони відхилення, які ступінь і причини цих відхилень, що слід вжити для усунення цих відхилень і запобігання їх появи в майбутньому. Всі ці завдання

вирішуються в навчанні на етапі контролю. При цьому він може встановлюватися як у кінці навчального процесу, так і в процесі навчання. Слід наголосити, що зворотний зв'язок має бути оперативним, адже викладач має своєчасно отримувати інформацію про те, як студенти сприймають навчальний матеріал. Отже, викладач проводить поточний контроль після вивчення теми курсу або її фрагменту, тобто заздалегідь до підсумкового контролю. Головна функція всіх форм поточного контролю – навчально-контролююча. Перевірка проводиться з метою з'ясування ступеня засвоєння навчального матеріалу, визначення прогалин у знаннях студентів тощо.

Без контролю, без зворотного зв'язку, без відомостей про те, який і чому отримано результат, без наступного коригування помилкових дій навчання стає «сліпим», втрачає цілеспрямованість.

Завершенням циклу управління самостійною роботою студентів є етап коригування навчання, під яким розуміється процес передбачення і усунення можливих або фактичних відхилень від заданих цілей, а також збереження в допустимих межах параметрів результату. Корекція неможлива без установлення причин, що викликали відхилення в очікуваних результатах. Причинами відхилень у кінцевих результатах можуть бути некоректно складені плани й помилки в них, відсутність повної, потрібної та вчасної інформації, помилки в прийнятих рішеннях, погане виконання, недоліки в контролі й оцінці результатів. На основі діагностики причин висувається інформація з мінімізації різниці між нормативною метою й фактичним результатом. Постає необхідність перегляду мети і планів, правил і програм, формування нових рішень і способів дій. А це означає початок нового управлінського циклу з наступним розгортанням усіх основних етапів управління.

На етапі коригування проводиться аналіз підсумків виконання роботи й відповідно коригується відбір змісту навчального матеріалу, методів і засобів навчання, здійснюються навчально-методичні заходи щодо усунення прогалин у знаннях студентів, а також проводиться перспективне

коригування з метою переходу на більш високий рівень самостійної роботи.

Метою нашого дослідження є підвищення ефективності управління самостійною роботою студентів, тому важливим є визначення критеріїв ефективності. Поняття ефективності управління пов'язано з позитивними змінами в навчальному процесі, тобто ефективність визначається як характеристика якості навчання через співставлення результатів діяльності із заданою метою як результатом, до якого слід наближатись. Отже, оцінювання ефективності полягає в порівнянні отриманих результатів із оптимально можливими, а зростання ефективності управління – це зменшення різниці між ними, як зазначають І. Прокопенко і В. Євдокимов [158]. Якщо самостійна робота у вищому навчальному закладі побудована на основі цілеспрямованого управління, з урахуванням її особливостей та реалізації комплексу комп'ютерних засобів управління, то вона повинна привести до підвищення якості знань, вмінь, навичок, розвитку особистих якостей. На основі робіт Ю. Бабанського [75], І. Лернера [82], Н. Половникової [84], Т. Шамової [86], Г. Щукіної [159], Б. Блума (В. Bloom) та ін. [160] можна виділити такі основні показники ефективності навчання:

- якість знань студентів;
- ступінь розвитку самостійності в навчальному пізнанні, що проявляються в допитливості, в інтересі до відкриття нового знання, нових суттєвих властивостей і закономірностей у явищах та процесах, в умінні усвідомлювати обмеженість своїх знань і постійному прагненні розширювати та систематизувати їх;
- ступінь опанування раціональних способів розумових дій (аналіз, синтез, узагальнення тощо) та вмінь працювати з навчальним матеріалом (уміння проводити порівняння та зіставлення, виділяти головне, визначати співвідношення явищ та процесів, аргументовано й логічно викладати свої докази, виробляти самостійні судження і висновки);
- ступінь опанування загальнонавчальними вміннями (уміння оперувати теоретичними знаннями у незнайомій ситуації, уміння аналізувати

навчальну проблему, висувати гіпотезу, конкретизувати, підтверджувати або спростовувати її).

Одним з основних показників ефективності навчання є якість знань, адже знання є головним елементом змісту навчання.

У сучасній дидактиці виділяють дві основні тенденції в дослідженні якості знань. Автори першої тенденції (І. Лернер [82], М. Скаткін [85] та ін.) вивчають якість знань за допомогою системи критеріїв, а дослідники іншої (В. Беспалько [142] і [152], Б. Гершунський і Я. Пруха [161]) – у залежності від рівня навчально-пізнавальної діяльності. Будемо дотримуватися першого напрямку.

За концепцією І. Лернера [82] та ін. якість знань характеризується такими критеріями як повнота, глибина, оперативність, гнучкість, конкретність, узагальнення, систематичність, системність, згорнення, розгорнення, усвідомленість, міцність [82]. І. Лернер [82] запропонував не тільки визначення, але й сформулював показники цих якостей знань, форми їх виявлення. Це надає підстави для розробки методики визначення рівня сформованості цих якостей знань.

Іншим виміром навчальних досягнень розглядають рівень засвоєння навчального матеріалу. Слід зазначити, що в сучасній педагогіці існує декілька моделей для характеристики рівнів засвоєння. Так колектив авторів (М. Скаткін, В. Краєвський, І. Лернер, Л. Зоріна, Г. Батуріна та ін.) розглядають три рівні засвоєння [85]: рівень сприйняття, усвідомлення, запам'ятовування; рівень застосування знань до відомої ситуації, за визначеним зразком; рівень застосування знань до нової ситуації. І. Лернер також пропонує іншу модель рівнів засвоєння: репродуктивний, частково-пошуковий, творчий [82].

В. Беспалько виділяє чотири рівня: ідентифікація, репродукція, вміння застосовувати інформацію в практичній сфері для деякого класу задач та одержання нової інформації, трансформація [162]. С. Архангельський пропонує наступні рівні засвоєння знань: рівень оперування уявленнями,



ознаками явищ; рівень оперування поняттями, логічними зв'язками понять; рівень узагальнення уявлень, ознак та понять; рівень вільного оперування абстрактними поняттями та відволікаючою науковою символікою [141].

Як бачимо, існують різні погляди на рівневий підхід до якості засвоєння знань, але загальним для всіх підходів є те, що вони передбачають виділення декількох рівнів, які відповідають тим якісним станам, що проходять знання в процесі їх засвоєння.

Будемо дотримуватися трьох рівнів сформованості знань, запропонованих І. Лернером [82]. Для репродуктивного рівня характерно усвідомлене сприйняття інформації про об'єкт засвоєння та запам'ятовування її, що виявляється в безпосередньому усвідомленні сприйнятого об'єкта або відтворенні знань про нього. Тобто на першому рівні відбувається сприйняття, розуміння та запам'ятовування інформації про об'єкт. Частково-пошуковий рівень характеризується засвоєнням способів застосування знань за зразком та варіації цього зразка, що легко розпізнаються. Третій – творчий – рівень засвоєння відрізняється готовністю студента творчо застосовувати засвоєну інформацію в новій незнайомій йому ситуації. Слід зауважити, що повнота та глибина знань формується в цілому на першому рівні, а на другому та третьому – вдосконалюються.

Процес навчання не може бути успішним без озброєння студентів системою вмінь та навичок. Вони відіграють важливу роль у формуванні особистості. Крім того, вони є другим елементом змісту навчання. Використовуючи різноманітні види самостійної роботи, необхідно перш за все сформувати у студентів уміння самостійно працювати.

У сучасній науці не існує загальноприйнятого визначення поняття вміння. Ряд дослідників розуміють під вмінням здатність та готовність особистості виконувати певну дію або їх сукупність у залежності від поставленої мети на основі засвоєних знань, навичок, досвіду, наприклад, А. Усова й А. Бобров. [163]. При цьому наголошується, що вміння неможливо автоматизувати, оскільки вони є теоретичними діями й

виступають як готовність особистості до прийняття рішень у життєвих умовах, що постійно змінюються.

Інші дослідники вважають, що вміння – це свідоме володіння тими або іншими прийомами діяльності Ю. Бабанский [74]. Тобто доведене до автоматизму, вміння є навичкою, на основі якої може розвиватися більш узагальнене вміння. Отже, у порівнянні з навичками вміння відображує нижчий рівень сформованості відповідної діяльності.

Не дивлячись на різні тлумачення поняття вміння, всі дослідники відмічають його складність. На основі того чи іншого визначення поняття існують різні його класифікації: за направленістю на той чи інший елемент змісту освіти, за характером домінуючого психічного процесу тощо.

У дидактичній літературі вміння поділяють на спеціальні, що формуються в рамках конкретного предмету, та загальнонавчальні, що формуються в повсякденному житті.

А. Усова та А. Бобров [163] розподіляють уміння на

- пізнавальні (робота з навчальною та науково-популярною літературою, проведення спостережень, висування гіпотези, формулювання висновків, проведення експерименту самостійно, роз'яснення явищ та фактів, що спостерігалися, тощо);
- практичні (виконувати вимірювання, обчислення, будувати та аналізувати графіки, розв'язувати розрахункові, графічні, логічні та експериментальні задачі тощо);
- організаційні (планування своєї діяльності, організація робочого місця тощо);
- оціночні (надавати оцінку отриманим даним, достовірності результатів експериментальних робіт, похибкам, тощо);
- уміння самоконтролю (проводити контроль за своєю поведінкою, виконанням дій та операцій, розв'язуванням задач, при підготовці домашніх завдань тощо).

Але разом з тим А. Усова та А. Бобров [163] підкреслюють, що деякі з них є загальними для всіх дисциплін, а деякі лише для окремих.

Ю. Бабанський [74] виділяє навчально-інтелектуальні, навчально-інформаційні та навчально-організаційні вміння. До першого виду відносяться вміння виділяти головне, вміння порівнювати, вміння проводити аналіз, систематизацію, класифікацію одержаної інформації, висувати гіпотезу, стверджувати або спростовувати її, робити узагальнення й висновки, здійснювати самоконтроль та інші. Другий вид складають вміння роботи з літературою, вміння конспектувати, здійснювати бібліографічний пошук, вміння проводити спостереження та ін. До третього слід віднести вміння раціонально планувати свою діяльність, вміння вдало організовувати роботу в цілому та окремих її етапів, вміння визначати етапи виконання роботи, вміння формулювати мету й задачі діяльності та ін.

Сучасний рівень розвитку інформаційних і комунікаційних технологій відкривають доступ до різноманітної інформації, накопиченої суспільством. Із поширенням мережних систем відкриваються нові шляхи для оволодіння широким інформаційним простором. У таких умовах виявляється необхідним набуття вмінь знаходження потрібної інформації, її аналізу, використання для рішення конкретних задач (Н. Морзе, О. Козачук, М. Жалдак. [164]).

Однією з головних цілей самостійної роботи є розвиток особистості студента, його творчого потенціалу. Найбільшу актуальність набуває така організація самостійної роботи, за якої кожен студент працював би на повну силу своїх можливостей.

Термін самостійність багатьма дослідниками вживається як назва особистої якості. Це той суттєвий момент, який поєднує всіх авторів. Так, С. Рубінштейн [165] вважає, що самостійність – це свідоме мотивування дій та їх обґрунтованість, що не піддається чужим впливам, прагнення та спроможність поступати у відповідності зі своїми особистими переконаннями. Н. Половникова [84] зауважує, що самостійність проявляється нерівномірно та специфічно в різних видах діяльності, і

найвищий рівень її спостерігається не просто у віддзеркаленні акту розумової або фізичної дії, а у створенні власного способу мислення та дії. О. Матюшкин [166] розглядає самостійність як необхідну умову розумової діяльності, властивість розуму; О. Леонтьєв [167] – як рису особистості, що визначає вибір і реалізацію певного способу розв’язання задач; Г. Щукіна [159] характеризує самостійність як показник активності, здібність до пізнавального пошуку.

Отже, з точки зору управління самостійною роботою, розглядаючи розвиток самостійності як один з критеріїв ефективності цієї роботи, доцільно зосередити увагу на таких ознаках самостійності як, по-перше, здатність студента до вибору й реалізації способу розв’язування задач, по-друге, вміння здійснювати рефлексію щодо результату та способу діяльності, по-третє, наявність вольових якостей та мотивації достатніх для впевненого просування за обраним шляхом. Усе вище зазначене можна охарактеризувати як здатність до самоуправління.

### **1.3. Інформаційно-комунікаційні технології в управлінні самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки**

Комп’ютеризація освіти створює передумови для широкого впровадження в практику навчання інформаційних технологій, які спираються на використання різноманітних комп’ютерних дидактичних засобів, що забезпечують перехід від механічного засвоєння знань до опанування вмінь самостійно набувати нові знання; уможливають підвищення рівня науковості навчальної діяльності студентів, наближаючи його методи та організаційні форми до експериментально-дослідницьких методів оволодіння науками. Застосування комп’ютерних засобів дає змогу інтенсифікувати процес навчання за рахунок підвищення активності студентів і скорочення часу контролю; підвищити наочність і доступність матеріалу, що подається за рахунок широкого використання мультимедійних

засобів; частково позбавити викладача рутинної роботи, швидше і легше з'ясувати прогалини в знаннях студентів. Це переконливо доведено у Концепції Національної програми інформатизації [168], та працях провідних науковців (В. Монахов [169], А. Гадвін (A. Hadwin), П. Вінне (P. Winne), Дж. Несбіт (J. Nesbit) [170], В. Гриценко, К. Синиця, А. Манако [88] і [171], М. П. Лапчик [172], И. В. Роберт [173], В. Биков [55], К. Власенко [174], Л. Білоусова [56], Т. Волошина [57], А. Гуржій [58], М. Жалдак [59], К. Колос [60], В. Олійник [61], Л. Панченко [62], С. Раков [63], Ю. Рамський [64], Ю. Рева [65], С. Семеріков [66], О. Співаковський [67], О. Спирін [61], Ю. Триус [68] та інші). Тому доцільність застосування комп'ютерних засобів у освітньому процесі, зокрема для управління самостійною роботою студентів, не викликає сумнівів.

Актуальність управління самостійною роботою студентів в умовах вищої школи вимагає пошуків нових шляхів і методів підвищення його ефективності, створення умов для реалізації творчого потенціалу особистості в процесі розв'язування навчальних завдань. Перспективними є пошуки такої побудови навчально-виховного процесу, які були б ефективними в умовах масового навчання. Не останню роль у цьому відіграють інформаційно-комунікаційні технології, які набули широкого впровадження в практику роботи освітніх закладів. Комп'ютерні засоби значно розширили можливості подання навчальної інформації за рахунок використання засобів мультимедіа, дозволили відтворити реальні умови й динаміку діяльності. Вони розкривають широкі можливості щодо інтенсифікації навчального процесу, надання навчально-пізнавальної діяльності творчого, дослідницького спрямування, що природно приваблює студента й сприяє задоволенню від навчання, стимулює бажання працювати, відшукувати нові знання тощо.

Комп'ютеризація освіти створює передумови для впровадження в навчання широкого спектру комп'ютерних засобів різного призначення, за допомогою яких можна автоматизувати окремі етапи навчального процесу або певні види навчально-пізнавальної діяльності: комп'ютерні підручники,

автоматизовані системи контролю тощо (А. Кривошеєв [175]). Використання таких інструментів у навчанні істотно впливає не тільки на процес навчання, але й на роль педагога в цьому процесі, оскільки значну частку навчальної інформації студенти здатні одержати самостійно, через відповідним чином спрямовану навчальну діяльність.

Використання комп'ютерних засобів у навчанні дає змогу посилити мотивацію навчання за рахунок подання матеріалу в привабливій, незвичайній формі, застосування кольору, графіки, мультиплікації, звука, що в комплексі сприяє відтворенню реальної дійсності (Т. Сергеева [176]). Комп'ютерні засоби допомагають краще розкрити практичну значущість матеріалу, що вивчається, регулювати рівень складності навчальних завдань, забезпечити доведення розв'язання задачі до логічного завершення, заохочувати правильні рішення, вказувати на помилки, не вдаючись при цьому до нотацій та засуджень (В. Ізвозчиков [177]). Ю. Машбиць зазначає, що тим самим застосування ІКТ технологій сприяє усуненню однієї з найважливіших причин негативного ставлення до навчання – неуспіх, обумовлений нерозумінням сутності проблеми, значними прогалинами в знаннях тощо (Ю. Машбиць [89]), і це, на наш погляд, є особливо важливим. Крім того, застосування комп'ютерних засобів створює нові форми взаємодії викладача й студента, де студент отримує широкі можливості для випробування своїх розумових сил і виявлення оригінальності, – все це сприяє формуванню позитивного ставлення до навчання. Слід підкреслити, що різноманітність комп'ютерних засобів, які орієнтовано на реалізацію різних методів навчання, дає можливість обрати індивідуальну стратегію навчання, найбільш відповідну можливостям студента. За допомогою комп'ютерних засобів стає можливим активне залучення студентів до навчального процесу через занурення в певну ситуацію. Ступінь складності завдань, що пропонуються, міру допомоги, послідовність викладення навчального матеріалу студент може визначити самостійно, у відповідності з індивідуальними здібностями. Окрім цього, комп'ютер надає можливість

демонстрації процесу в динаміці його розвитку; автоматично виконує обчислювальні операції; видає розрахункові дані, необхідні для спостережень і висновків; автоматично перетворює інформацію до вигляду, зручного для аналізу (таблиці, діаграми, графіки).

Реалізація можливостей комп'ютерних засобів викликає зміну організаційних форм і методів навчання, що склалися раніше, і виникнення нових, що ґрунтуються на використанні новітніх досягнень у галузі освіти. У зв'язку з цим зазнають змін обсяг і зміст навчальних дисциплін. Останнє зумовлене багатьма факторами, з яких найбільш значними можна вважати наступні:

- економія навчального часу за рахунок автоматизації операцій обчислювального характеру;
- підвищення наочності матеріалу та полегшення його сприйняття завдяки компактному й чіткому поданню навчальної інформації;
- інтенсифікації навчання за рахунок алгоритмізації процесу розв'язування навчальних задач;
- розширення та поглиблення змісту навчання з дисципліни, що вивчається, за рахунок організації експериментально-дослідницької діяльності студента на основі моделювання процесів і явищ;
- здійснення оперативного контролю за результативністю навчання.

Щоб дослідити можливості застосування програмних засобів з метою ефективного управління самостійною роботою студентів, розглянемо типологію комп'ютерних навчальних програм.

У педагогічних дослідженнях наведено класифікації комп'ютерних програм навчального призначення за різними ознаками. Єдиної загальноприйнятої класифікації таких програм на сьогоднішній день не існує. Так, О. Гончарова [178] запропонувала розподіл комп'ютерних засобів за дидактичними завданнями на лекційні, демонстраційні, консультаційні, тренувальні, контролюючі, моделюючі, О. Башмаков [179] – на засоби теоретичної й технологічної підготовки, засоби практичної підготовки,

допоміжні засоби та комплексні засоби. Ю. Первін [180] здійснив класифікацію комп'ютерних засобів за способом діяльності, виділяючи керуючі, предметні, об'єктні та інструментальні. В. Білошапка та О. Лесневський [181] запропонували такий розподіл: навчальні системні засоби; навчальні інформаційно-пошукові системи; навчальні пакети прикладних програм; програми, що реалізують математичні моделі; автоматизовані навчальні системи. М. Лапчик [182] обґрунтував розподіл комп'ютерних педагогічних засобів за дидактичною метою на демонстраційні, навчальні, контролюючі, програми-тренажери, ігрові програми, імітаційно-моделюючі, інформаційно-пошукові системи. Найбільш зручною для аналізу завдань управління самостійною роботою є, на наш погляд, класифікація за дидактичною метою й формою взаємодії студента з педагогічним програмним засобом (Л. Білоусова й О. Колгатін [183]): автоматизовані навчаючі системи, інформаційно-довідкові системи, системи автоматизованого контролю знань, імітаційні моделі, предметно та професійно-орієнтовані середовища, інструментальні засоби створення моделей, програми загального призначення.

Аналізуючи існуючі підходи до класифікації комп'ютерних засобів педагогічного призначення, слід зауважити, що кожний підхід до класифікації є корисним, проте розкриває лише певний бік використання комп'ютерних засобів у навчанні. Комп'ютерні засоби, що мають одне й теж дидактичне призначення, можуть бути застосовані в різних видах навчальної діяльності. З точки зору управління самостійною роботою студентів розподілимо комп'ютерні засоби на такі види:

- засоби надання навчальної інформації;
- засоби підтримки предметної та професійної діяльності;
- засоби опрацювання, оформлення та презентації результатів самостійної роботи;
- засоби автоматизованого контролю знань;
- засоби подання навчально-методичного забезпечення дисципліни;



- автоматизовані засоби реєстрації та рейтингового оцінювання поточних результатів навчальної діяльності.

До засобів надання навчальної інформації слід віднести довідкові системи, електронні енциклопедії та словники, комп'ютерні навчальні курси тощо. Основна мета таких засобів – формування теоретичних знань та розвиток пошукових навичок. Вони надають студенту можливість самостійно управляти своїми діями: обирати мету, способи та методи її досягнення.

Довідникові системи дають можливість у будь-який час оперативно отримати необхідну довідкову інформацію у компактній формі. Інформація, що входить до електронного довідника, може дублювати або доповнювати матеріал підручника.

Електронні енциклопедії містять значно ширший обсяг матеріалу, ніж це передбачається навчальною програмою. Допомогає орієнтуватися в них убудована система пошуку інформації за ключовим словом чи словосполученням, завдяки якій здійснюється швидкий доступ до потрібної інформації.

Електронні словники, як джерела навчальної інформації, являють собою розташований за алфавітом список термінів, що застосовуються у даній дисципліні, їх визначення або тлумачення. Словники дають можливість швидко коригувати зміст понять з урахуванням новітніх досягнень науково-технічного прогресу або вводити в навчання новий понятійний апарат, уточнювати тлумачення раніше вживаних термінів та впроваджувати стандартизовану україномовну термінологію у навчальний процес (М. Лаптева [184]).

Комп'ютерні навчальні курси або комп'ютерні підручники призначені для самостійного вивчення теоретичного матеріалу курсу. За допомогою сучасних технічних засобів, зокрема мультимедійних систем, які пропонують багатий арсенал різноманітних засобів ілюстрації навчальних матеріалів, можна створити видовищні комп'ютерні підручники, що використовують динамічні зображення, комп'ютерну анімацію, реалізують наближене до

реальності навчальне середовище. Крім того, до такого підручника легко підключити інші електронні ресурси (електронні довідники, енциклопедії тощо). Це безумовно сприяє підвищенню якості подання навчального матеріалу, стимулює пізнавальну активність студента, посилює емоційний вплив, дозволяє утримувати увагу та зосереджувати її на особливо важливих елементах навчальної інформації.

Гіпертекст передбачає розподілення навчального матеріалу на велику кількість фрагментів, поєднаних у логічні ланцюжки, що надає можливість створити «живий» інтерактивний навчальний матеріал, окремі частини якого мають взаємні зв'язки. Отже, при роботі з комп'ютерним підручником текст набуває додаткового виміру: він одночасно формується і кількісно, і ієрархічно. А це дозволяє студенту на основі одного й того ж матеріалу за вибраною траєкторією навчання створити свій власний підручник – в залежності від наявного рівня підготовки, швидкості засвоєння матеріалу, особистих інтересів (Л. Гризун [185]). Найбільшого визнання й поширення набули ті з комп'ютерних підручників, розробку яких здійснили досвідчені педагоги та науковці, відтворюючи власний погляд на явища чи об'єкти, що вивчаються, свої методичні винаходи, апробовані у практиці викладання відповідної навчальної дисципліни. Серед електронних видань все більшого розповсюдження набувають мережні ресурси, багатства яких настільки великі, що вміння знайти необхідну інформацію стає одним з найважливіших умінь. Використання освітніх ресурсів Інтернет у самостійній роботі доцільно спрямувати на виконання таких завдань, як розкриття сутності нових понять та термінів за допомогою електронних довідників та енциклопедій; ознайомлення з практичною значущістю матеріалу; отримання консультацій спеціалістів тощо. Можливість легко й швидко знайти інформацію, саме ту, яка потрібна й відповідає сучасному рівню знань у предметній галузі, відрізняє електронні засоби надання навчальної інформації від традиційних друкованих аналогів.

Отже, засоби надання навчальної інформації

- сприяють усуненню можливих прогалин в знаннях,
- спрямовують увагу на важливі моменти курсу,
- сприяють підготовці до сприйняття нового навчального матеріалу,
- полегшують пошук необхідної інформації,
- розширюють доступ до нагромадженої людством різноманітної інформації,
- сприяють активному залученню студентів до навчального процесу.

За допомогою засобів надання навчальної інформації можна організувати репродуктивні самостійні роботи студентів (опрацювання лекційного матеріалу, вивчення нового матеріалу за вказаним джерелом інформації, використання теоретичного матеріалу для розв'язання задач за алгоритмом тощо), частково-творчі самостійні роботи (вивчення або використання матеріалу за навідними питаннями, підготовка до практичної або лабораторної роботи, розв'язання задач тощо) або творчі самостійні роботи (ознайомлення з додатковою інформацією з теми лекції, підготовка доповіді, наукових повідомлень, рефератів, переклад спеціальної літератури, розв'язання задач нестандартними методами, виконання курсових та дипломних робіт тощо).

До засобів підтримки предметної та професійної діяльності слід віднести предметно та професійно-орієнтовані програмні середовища, віртуальні лабораторії, імітаційні системи тощо, метою яких є залучення студентів до експериментального дослідження. Комп'ютер дає змогу розглянути та проаналізувати процес, який неможливо продемонструвати, з'ясувати вплив тих або інших параметрів на процеси чи явища, що вивчаються, здійснити контроль за вхідними даними при моделюванні та автоматичного виконати типові дії. Використання засобів підтримки предметної та професійної діяльності у навчанні знайомить студента з тим, які професійні задачі вирішуються за допомогою таких засобів, та привчають майбутнього фахівця до застосування комп'ютера як інструмента професійної діяльності. А це сприяє підвищенню позитивної мотивації до

навчання.

Предметно та професійно-орієнтовані середовища, як було показано вище, спрямовані на створення комфортних умов для діяльності у відповідній галузі. За допомогою таких середовищ студент може самостійно збирати модель із готових «цеглинок» з урахуванням взаємозв'язків та взаємодії окремих структурних компонентів моделі. Моделі елементарних об'єктів та процесів предметної галузі існують у середовищі як готові фрагменти, користувачеві пропонуються різні засоби їх поєднання для створення власної моделі.

Робота у віртуальній лабораторії дає змогу ознайомитися з усіма етапами експериментального дослідження: постановка задачі, підготовка моделі, здійснення цілеспрямованого впливу на модель та вимірювання характеристичних параметрів, внесення необхідних змін до моделі та методики проведення експерименту, структурування та аналіз його результатів. Студент самостійно планує свої дії, а у разі необхідності йому надається допомога. Доцільно зазначити, що зараз в освіті широко впроваджуються інформаційно-комунікаційні технології, пов'язані із розвитком глобальної комп'ютерної мережі Інтернет. Такі технології дають можливість проводити навчальні експерименти у віртуальних лабораторіях на обладнанні, розташованому навіть на іншому континенті.

Імітаційні системи будуються на основі інформаційно-логічної та математичної моделі деякого явища. Модель виступає як об'єкт навчальної діяльності студента, імітує його реальну взаємодію з тим явищем, яке він вивчає, спостерігаючи на екрані комп'ютера (В. Лаптев, А. Немцов [186]). Прості імітаційні системи можуть використовуватися для ілюстрації або демонстрації навчального матеріалу й підтримувати пояснювально-ілюстративний метод навчання. Але, якщо комп'ютерна модель дозволяє впливати на окремі параметри процесу або об'єкта, робота студента виходить за межі простого спостереження. Як приклад використання цього методу можна навести спостереження складних геометричних об'єктів (колектив

авторів за ред. С. Ракова, В. Бикова [187], М. Жалдак [188], динамічних моделей фізичних явищ (А. Гіглавий, Т. Кравчук [189]) тощо.

Розвинена імітаційна система може використовуватися як об'єкт навчального експериментального дослідження (О. Колгатін, О. Марченко [190]; Л. Білоусова, Т. Белявцева, Л. Пономарьова, О. Колгатін [191]). Студент цілеспрямовано впливає на модель та фіксує певні характеристики для отримання інформації про властивості досліджуваного явища чи об'єкта (В. Каймін, Д. Іванов, О. Поляков [192]). На відміну від простої демонстрації, модель надає користувачеві можливість, по-перше, здійснювати динамічне управління ситуацією через зміну параметрів «навколишнього середовища» або інших вхідних даних і, по-друге, знімати характеристики у вигляді чисел або графіків, імітуючи справжні вимірювання за допомогою приладів. Такий метод навчання наближається до проведення навчальних досліджень у звичайній фізичній або хімічній лабораторії. У залежності від постановки задачі експериментального дослідження характер навчальної діяльності змінюється від частково-пошукового до дослідницького.

Найбільш розвинені імітаційні системи можуть використовуватися як середовище для виконання експериментально-дослідницької діяльності, утворюючи так званий «віртуальний світ». Комп'ютер імітує реальну (наприклад, деякий виробничий процес), історичну (наприклад, Україна за часів Ярослава Мудрого), теоретичну (наприклад, теорія часток), чи, навіть, уявлювану (наприклад, місто майбутнього) ситуацію, дозволяє управляти певними об'єктами, спостерігати за розвитком віртуального світу в комплексі. Це справжня ділова гра. Комп'ютер виступає у ролі посередника між студентом і поставленою у визначеній ситуації проблемою. Частина навчальних функцій покладається на студента. Він вирішує ситуацію шляхом проб та помилок, аналізує отриману відповідь, вчиться приймати правильні рішення в життєвих та професійних ситуаціях. За такого підходу студент стає активним учасником процесу навчання.

Інструментальні засоби створення моделей розрізняються за рівнем «конструкторської» роботи користувача – від оболонок, де користувач тільки заповнює певні позиції в готовій структурі, налаштовуючи їх на виконання конкретного завдання, до спеціалізованих та універсальних систем програмування.

За допомогою спеціалізованих оболонок студент створює інформаційно-логічну модель певних розділів навчальних дисциплін. Така робота не потребує складної спеціальної підготовки, але створення власної навчальної програми або формування бази знань експертної системи вимагає глибокого ознайомлення з предметною галуззю, осмислення структури навчальної інформації, усвідомлення зв'язків між фактами.

Навчальне моделювання з використанням систем програмування потребує як достатньо високого рівня володіння мовою програмування, так і інженерного мислення, проте дозволяє створювати цілком самостійно посправжньому оригінальні моделі. Найбільш розповсюдженою формою використання такого моделювання є дипломне та курсове проектування, що розкриває шлях до реалізації творчих можливостей та здібностей особистості, демонстрації її пізнавальної активності та самостійності.

Застосування засобів підтримки предметної та професійної діяльності у навчанні потребують від викладача їх детального вивчення з метою пристосовування їх для вирішення педагогічних задач. Ця робота потребує напруженої праці, яка сприяє підвищенню наукового рівня викладача.

Отже, засоби підтримки предметної та професійної діяльності:

- сприяють підвищенню мотивації навчання;
- вимагають поглибленого вивчення теоретичного матеріалу;
- дозволяють відпрацювати навички управління процесами, що моделюються;
- формують дослідницькі вміння;
- заощаджують час викладача на підготовку експерименту;
- економлять матеріальні засоби, лабораторне устаткування тощо;

- потребують підвищеної інформаційної підготовки викладача.

Застосування засобів підтримки предметної та професійної діяльності у самостійній роботі дозволяє реалізувати репродуктивні самостійні роботи (осмислення лекційного матеріалу), частково-пошукові (опрацювання теоретичного матеріалу на динамічних моделях або закріплення знань за заданим алгоритмом тощо) або творчі роботи (планування та проведення комп'ютерного експерименту для вивчення певного явища чи об'єкта, розробка оригінальної власної моделі тощо). Слід наголосити, що самостійні роботи, основані на комп'ютерному експерименті, роблять студента не простим спостерігачем, а активним учасником процесу навчання. Набуття знань проходить через діяльність, і вони дійсно стають власним надбанням студента.

До засобів опрацювання, оформлення та подання результатів самостійної роботи слід віднести програми статистичної обробки даних, табличні процесори, текстові редактори, системи підготовки електронних презентацій тощо. Програми статистичної обробки даних надають можливість компактно описати дані, зрозуміти їх структуру, провести класифікацію, побачити закономірності і врешті решт проаналізувати отримані дані. Застосування табличних процесорів дозволяє опрацювати дані, провести необхідні розрахунки, унаочнити отримані дані. За допомогою текстових редакторів студент має можливість оформити звітну документацію щодо результатів своєї роботи. Системи підготовки електронних презентацій дозволяють представити самостійну роботу, виділити не лише результати роботи, а й зосередити увагу на більш важливих моментах роботи. Засоби опрацювання, оформлення та подання результатів самостійної роботи є необхідним елементом навчального процесу, адже заощаджують час, розумові зусилля при виконанні розрахунків, графічних побудов тощо. Ці програми набули ролі масового інструменту обробки інформації, і володіння ними є обов'язковою складовою інформаційної культури студентів у сучасних умовах. Оформлення різнопланової документації, опрацювання та

подання результатів лабораторних досліджень, підготовка рефератів, курсових та дипломних проектів у електронній формі – все це стає невід’ємним атрибутом навчальної діяльності, і перш за все – самостійної роботи. У цьому випадку комп’ютер використовується як допоміжний інструмент при виконанні тих або інших завдань.

Засоби автоматизованого контролю знань спираються на ідеалізовану модель очікуваних знань та вмінь студента (О. Колгатін [193]). Їх задача полягає у перевірці відповідності знань студента цій моделі за допомогою спеціально розроблених тестових завдань, структурованих за елементами навчального матеріалу та заданим рівнем його засвоєння. Сучасні засоби контролю містять убудований апарат нагромадження статистичних даних про роботу користувача, за якими здійснюється оцінювання результатів цієї роботи (Л. Білоусова, О. Колгатін [194]).

Спочатку засоби автоматизованого контролю було орієнтовано здебільшого на виявлення репродуктивного рівня знань та вмінь студентів. Але в останні роки розроблено методики опрацювання отриманих статистичних даних, за якими встановлюється структура та рівень знань студента (М. Божко, Л. Білоусова, О. Колгатін [195] і [196]). Такі засоби контролю здатні не тільки пропонувати студенту завдання та оцінити результати тестування, а й за вимогою студента коментувати їх у разі необхідності надаючи рекомендації з повторного або поглибленого вивчення матеріалу. Інформація про результати тестування зберігається системою, що дозволяє викладачу аналізувати та прогнозувати навчальний процес, а студенту – виявити свій рівень знань, зіставити його з потрібним, визначити свій рейтинговий показник.

Автоматизовану систему контролю знань студентів можна застосовувати не лише в режимі контролю, але й в режимі самоперевірки (наприклад, перед колоквіумом, контрольної чи лабораторною роботами). Зауважимо, що останній режим роботи, по-перше, привчає студентів до самоконтролю й підвищує рівень їх самостійності, а по-друге, незалежність



контролю від оцінки у відомості орієнтує студентів на пізнавальну активність, де метою й мотивом дій виступає не кількісний результат, а бажання отримати об'єктивну інформацію про рівень своїх знань з тим, щоб свідомо планувати свою подальшу навчальну діяльність.

Окремий підвид систем автоматизованого контролю знань становлять програми-тренажери, які застосовуються для відпрацювання навичок розв'язування типових завдань, для запам'ятовування значного обсягу однотипної інформації. Вони генерують задачі певного типу і заданого рівня складності. Програми-тренажери здатні підтримувати два режими роботи: режим покрокової демонстрації процесу рішення задачі та режим контролю за діями користувача. Доступний рівень тлумачення алгоритму розв'язування задачі, можливість під контролем програми опрацьовувати практично необмежену кількість завдань – все це дає певну гарантію від неуспіху у засвоєнні навчального матеріалу. Використання програм-тренажерів у самостійній роботі дозволяє закріпити навчальний матеріал на основі оволодіння первинними навичками розв'язання типових задач. Розв'язування задач відбувається за певною схемою, запропонованою середовищем, що надає можливість простежити кожен крок студента, надати йому необхідну допомогу або рекомендувати звернутися до відповідного розділу навчального матеріалу. Ступінь управління студентом своїми діями обмежений. Програми-тренажери управляють діяльністю студента за чітко наміченою викладачем траєкторією.

Отже, засоби автоматизованого контролю знань студента:

- забезпечують можливість самоконтролю студента;
- здійснюють контроль за засвоєнням навчального матеріалу;
- накопичують статистичні дані про роботу студента;
- спонукають студента до отримання об'єктивної інформації про рівень своїх знань.

Засоби автоматизованого контролю знань є ефективним інструментом аналізу результативності навчання. На основі їх використання можна

реалізувати репродуктивні самостійні роботи студента (відпрацювання математичних навичок, закріплення знань з правопису або перекладу тощо) та частково-творчі (самоперевірка готовності до лабораторних або практичних занять, самоконтроль перед іспитами або заліками тощо).

До засобів подання навчально-методичного забезпечення дисципліни слід віднести сайти освітнього призначення, електронні каталоги навчальної літератури та дидактичних ресурсів мережі Інтернет навчального призначення, електронні банки індивідуальних завдань тощо. Робочу програму навчальної дисципліни, засоби контролю за результативністю навчальною діяльністю студентів доцільно розташувати на сайті освітнього закладу для ознайомлення студента з обсягом і графіком виконання самостійної роботи, вимогами до її виконання та способами оцінювання результатів. В умовах кредитно-модульної системи навчання самостійна робота студента набуває вагомого значення. Тому набуває ще більшої актуальності ознайомлення студентів із навчально-методичною картою дисципліни, до змісту якої входить інформація про кількість годин, що відводиться на вивчення курсу, перелік модулів, назви тем лекційних та семінарських (практичних) занять, детальний опис завдань самостійної роботи по кожному модулю, а також види контролю. Така інформація, до якої забезпечено зручний доступ із застосування інформаційно-комунікаційних дозволить студентам планувати свій час на виконання завдань, визначати необхідність використання додаткових ресурсів (бібліотечні фонди, спілкування з фахівцями, проведення спостережень за реальним педагогічним процесом, консультації), зрозуміти важливість вчасного їх виконання, оптимізувати якість.

Для ознайомлення з теоретичним матеріалом курсу необхідно скласти список навчальної літератури. Електронні каталоги, крім вихідних даних друкованого видання, містять ще й ключові слова та невелику анотацію, що дозволить зорієнтуватися у виборі того або іншого літературного джерела. Такі електронні каталоги сприяють швидкому пошуку необхідного переліку

навчальної літератури. Для того, щоб такий каталог дійсно відповідав дисципліні, потрібно його постійне поповнення та оновлення.

Сучасний рівень розвитку інформаційних та телекомунікаційних технологій відкриває вільний доступ до інформаційних ресурсів, розміщених у мережі Інтернет. Це найбільша інформаційна система, яка містить нагромаджену людством різноманітну інформацію, подану в електронній формі, в тому числі й довідкову, і навчальну, і наукову. Крім того, у вивченні будь-якої дисципліни присутній фактор швидкого старіння навчального матеріалу, що зумовлюється надзвичайно динамічним розвитком сучасних наук. Саме тому доцільно створити електронні каталоги дидактичних ресурсів мережі Інтернет навчального призначення.

Для опанування будь-якої дисципліни необхідний комплект завдань з кожної теми курсу. Такі завдання доцільно зберігати в електронних банках. Такі банки можуть бути реалізовані у текстовому редакторі або базах даних, що дозволить реалізувати оперативний доступ до необхідних завдань тієї або іншої теми, можливість проаналізувати завдання з метою додавання або видалення завдань визначеного рівня тощо.

Автоматизовані засоби реєстрації та рейтингового оцінювання поточних результатів навчальної діяльності дозволять реалізувати облік, збереження та видачу індивідуальних завдань для самостійної роботи, здійснити поточний аналіз діяльності студента, врахувати його досягнення, визначити поточний рейтинг кожного студенту тощо.

Отже, використання комп'ютерних засобів дає змогу якісно змінити рівень самостійної роботи за рахунок посилення мотивації навчання, розширення можливості подачі інформації, активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, розширення та ускладнення навчальних завдань, запровадження об'єктивного контролю за діяльністю студентів та скорочення часу контролю, здійснення оперативного зворотного зв'язку. Все це потребує осмислення способів використання комп'ютерних засобів у процесі управління самостійною роботою студентів.

Отже, застосування комп'ютерних засобів для управління самостійною роботою студентів у процесі навчання природничо-математичних дисциплін має бути комплексним. Це, у свою чергу, потребує педагогічного проектування цього комплексу із використанням наявних педагогічних програмних продуктів або створення нових комп'ютерних засобів за допомогою спеціалізованих інструментальних середовищ.

Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема Інтернет-ресурсів, засобів комунікації, мобільних технологій, хмарних технологій тощо, відкрив нові можливості для управління навчальною діяльністю й, зокрема самостійною роботою. Якщо раніше комп'ютерно орієнтовані компоненти управління самостійною роботою поєднувались у систему завдяки безпосередньої участі суб'єктів, то новий рівень розвитку інформаційно-комунікаційних технологій забезпечує автоматизований зв'язок між окремими компонентами системи управління в освітньому інформаційно-комунікаційному середовищі. У цьому зв'язку доцільно розглянути приклади наявних досягнень в галузі комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою студентів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2.

Підходи до реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою студентів

<b>Автори</b>	<b>Сутність управління та застосування комп'ютерних засобів</b>	<b>Завдання самостійної роботи</b>
1	2	3
С. Величко, С. Шульга [90]	Комп'ютерно-орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики:	зібрати прилад, провести експериментальні вимірювання, опрацювання результатів
К. Власенко, І. Сітак, О. Чумак [91], [197]	Освітній сайт «Диференціальні рівняння»: лекційний матеріал, практичні заняття, консультації онлайн і через електронну пошту, тестування, кейси для обговорення, «Онлайн-заліковка», форум	підтримка викладання курсу, практичні завдання дослідницького характеру, наприклад, дослідити зростання населення тощо

1	2	3
К. Рудніцька, В. Дроздова [198]	Організація самостійної роботи студентів із авторського спецкурсу «Професійна мова економіста» засобами Moodle: встановлення часових обмежень, варіювання кількістю спроб для виконання завдань, опитування, тести, контрольні роботи	засвоєння нового лексичного матеріалу і виконання тренувальних лексичних вправ, реферативний переклад науково-технічного тексту, підготовка доповіді, діалогу або презентації
О. Бескорса [199]	Дистанційний курс «Практична фонетика німецької мови»: засоби Moodle, відео-фрагменти як завдання, відповідь з прикріпленням текстових або аудіофайлів, тести, зовнішні засоби аудіозапису, HotPotatoesQuiz, MindMap для створення карти вивчення дисципліни	мовленева діяльність (аудіювання, говоріння)
С. Подласов, О. Матвійчук, В. Бригінець [200]	Елементи змішаного навчання фізики в технічному університеті: У системі Moodle реалізовано елемент діяльності «Урок» («Лекція»)	програмоване навчання (новий матеріал або закріплення)

1	2	3
М. Кислова, К. Словак [201]	Методика використання мобільного навчального середовища у навчанні вищої математики майбутніх інженерів-електромеханіків: основа Google Apps Education Edition (тексти, діаграми, посилання, відео), виконання практичних завдань і досліджень за допомогою розроблених моделей у хмаро орієнтованих середовищах GeoGebra та SageMathCloud, застосовано Drawings для узагальнення і систематизації зв'язків понять, Forms для тестування, SageMathCloud для генерування завдань, інтеграція засобів за допомогою Classroom, забезпечення навчальних комунікацій, планування навчальної діяльності за допомогою Calendar	ознайомлення з матеріалом, розв'язування математичних задач, навчальні дослідження із динамічними моделями

Аналіз наведених у таблиці 1.2 прикладів комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою студентів дає підставу для висновків, що наявні різноманітні комп'ютерні засоби, зокрема, Інтернет орієнтовані та хмаро орієнтовані, які активно застосовуються в управління самостійною роботою. Дослідниками побудовано й апробовано конкретні системи управління для вивчення певних навчальних дисциплін або вирішення певних дидактичних завдань у межах навчальної дисципліни. Всі розглянуті нами системи зорієнтовані на певний вид управління самостійною роботою студентів і не передбачають спеціальних заходів для розвитку їх самостійності, просування студента від прямого управління з боку викладача

через співуправління, побічне управління до самоуправління. Не вистачає теоретичного обґрунтування педагогічних умов, які б гарантували побудову ефективної системи управління. Усе це визначає актуальність проблеми нашого дослідження, яка полягає у визначенні специфіки управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки та особливості комп'ютерно орієнтованого управління такою роботою, теоретичному обґрунтуванні педагогічних умов реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

### **Висновки до розділу 1**

Результати аналізу психолого-педагогічної літератури з проблеми управління самостійною роботою студентів із застосуванням комп'ютерних засобів дали підставу для таких висновків:

1. Аналіз психолого-педагогічної літератури показав, що поняття самостійної роботи широкі, багатогранні і тому припускає різнопланові підходи до визначення його сутності. Самостійна робота характеризується як метод навчання, як вид діяльності, як форма організації навчального процесу, як засіб навчання. Під самостійною роботою студента в рамках нашого дослідження вирішено розуміти навчально-пізнавальну діяльність, яку він здійснює свідомо й активно без безпосередньої участі викладача з метою вирішення поставленого завдання. При цьому здійснюється формування не тільки знань, умінь та навичок, але й самостійності як риси характеру об'єкта діяльності. Види самостійної роботи розглянуто на підставі характеру діяльності студента, що дало змогу висвітлити провідну роль управління самостійною роботою студентів.

2. Управління є складним процесом, і тому розглядається дослідниками як у світлі загальних закономірностей теорії управління так і в руслі кібернетичного підходу. У даній роботі запропоновано розглядати



управління як процес взаємодії викладача й студента, спрямований на зміну соціально-пізнавального досвіду студента. У залежності від міри впливу викладача на самостійну діяльність студента виділено види управління: пряме управління, співуправління, побічне управління та самоуправління; розімкнуте та замкнуте; направлене та розсіяне; ручне та автоматичне. Процес управління самостійною роботою студентів є багатоетапним процесом, який здійснюється за наступними етапами: збирання інформації і оцінка ситуації; постановка завдання та його оцінка; прийняття рішення про вибір доцільного методу; реалізація рішення; контроль і оцінка результатів; коригування. На кожному з етапів передбачаються певні дії, необхідні для досягнення поставлених цілей. Схарактеризовано поняття самостійності як здатності до самоуправління, яка складається з таких компонентів: здатність студента до вибору й реалізації способу розв'язування задач; вміння здійснювати рефлексію щодо результату та способу діяльності; наявність у студента вольових якостей та мотивації достатніх для впевненого просування за обраним шляхом.

3. За результатами аналізу комп'ютерних засобів стосовно їх застосування в управлінні самостійною роботою студентів виділено: засоби надання навчальної інформації (довідкові системи, електронні енциклопедії та словники, комп'ютерні навчальні курси тощо); засоби підтримки предметної та професійної діяльності (предметно та професійно-орієнтовані програмні середовища, віртуальні лабораторії тощо); засоби опрацювання, оформлення та презентації результатів самостійної роботи (програми статистичної обробки даних, табличні процесори, текстові редактори, системи підготовки електронних презентацій, веб-сайтів, блогів тощо); засоби автоматизованого контролю знань; засоби подання навчально-методичного забезпечення дисципліни (сайти освітнього призначення, електронні каталоги навчальної літератури та дидактичних ресурсів мережі Інтернет навчального призначення тощо); автоматизовані засоби реєстрації та рейтингового оцінювання поточних результатів навчальної діяльності.

Впровадження означених засобів створює умови для пошуку нових способів управління самостійною роботою студентів.

Сформульовано проблему дослідження, яка полягає у визначенні специфіки управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки та особливості комп'ютерно орієнтованого управління такою роботою, теоретичному обґрунтуванні педагогічних умов реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

Основні результати першого розділу опубліковані в працях автора [202], [203], [204], [205], [206], [207], [208], [209].

## РОЗДІЛ 2

### ОБҐРУНТУВАННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ САМОСТІЙНОЮ РОБОТОЮ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ У ПРОЦЕСІ ЇХ ПРИРОДНИЧО- МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ

#### **2.1. Специфіка самостійної роботи майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки**

У даному розділі розглянуто комп'ютерно орієнтоване управління самостійною роботою студентів – майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки. Слід зазначити, що значна більшість висновків за результатами наведеного аналізу може бути придатною для інших категорії студентів, проте таке поширення поняття виходить за межі мети й завдань даної роботи і спеціально не перевірялось. Тому застосовувалось поняття студенти, маючи на увазі саме майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

Розвиток сучасної освіти пов'язаний зі збільшенням ролі самостійної роботи в навчальному процесі (А. Квейн (Adama Ouane) [210], А. Манако й К. Синиця [171]) і навчання дисциплін природничо-математичного циклу у вищих навчальних закладах не є виключенням. Численні наукові праці присвячені різним аспектам самостійної роботи школярів (Д. Тетеріна [123]), курсантів і студентів (І. Луценко [124], І. Лусь [126], Р. Машанова [143]) у галузях знань, які пов'язані з навчанням природничо-математичних дисциплін (О. Королюк [211], Н. Гловин [212]), зокрема математики (О. Рогова [44], К. Власенко, І. Сітак, О. Чумак [91], [197]), хімії (Н. Глодин [212]), фізики (С. Величко, С. Шульга [90], С. Подласов, О. Матвійчук, В. Бригінець [200]), валеології (І. Кривич, С. Данильченко [127]) тощо. Дослідники наголошують, що існуюча практика реалізації самостійної роботи в процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу має певні проблеми, зокрема О. Королюк [211]

відмічала, що переважно застосовуються репродуктивні методи, і це не відповідає потребам відповідних галузей науки; навчальні посібники та інше методичне забезпечення швидко втрачає актуальність у зв'язку із бурхливим розвитком науки; відсутність у студентів навичок самостійної роботи негативно впливає на її результативність і стримує запровадження широкого спектру методів навчання; відсутність індивідуального підходу та диференціації самостійної роботи зменшує її ефективність у порівнянні з аудиторною роботою, де викладач має можливість оперативної корекції навчальної діяльності окремого студента; недостатньо розроблено методики організації самостійної роботи та дієвого управління нею. В процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу значна увага приділяється формуванню дослідницьких умінь (Н. Гловин [212]), що потребує вдосконалення самостійної роботи. Саме це, на наш погляд, складає специфіку природничо-математичної підготовки. Відповідно до мети навчання в дисциплінах природничо-математичного циклу значну частку самостійної роботи мають складати практичні завдання, які передбачають застосування знань у практичній діяльності; самостійне набуття знань через навчальні дослідження; пошук розв'язку задач, що потребує застосування розумової діяльності високого рівня.

Опанування матеріалу навчальних дисциплін природничо-математичного циклу відбувається поступово. На початку, студенти мають засвоїти певну наукову термінологію та вивчити деякий обов'язковий мінімум базової інформації, що надасть їм змогу опанувати головний матеріал дисципліни, який складають спеціальні методи й прийоми аналізу, синтезу, побудови й реалізації плану дослідження. Отже, структура самостійної роботи має бути багатопланою й поєднувати різні методи навчання від репродуктивних до частково-пошукових і творчих.

Навчальний матеріал дисциплін природничо-математичного циклу є добре систематизованим завдяки високому рівню розвитку науки, практичному застосуванню наукових моделей, високому рівню їх

математизації. З іншого боку наукові галузі природничо-математичних наук динамічно розвиваються, що веде до необхідності оперативного оновлення матеріалу навчальних дисциплін. Це має враховуватися в процесі розробки дидактичних та інструктивно-методичних матеріалів для управління самостійною роботою, які мають бути структуровані таким чином, щоб зберігалась можливість заміни або доопрацювання певних модулів навчального матеріалу.

Висока складність і багатоплановість змісту дисциплін природничо-математичного циклу потребує врахування індивідуальних особливостей студента під час вибору методів навчання, доцільним є адаптивне управління навчальною діяльністю, де кожному студенту пропонуються завдання з урахуванням його особистого рівня навчальних досягнень та стилю навчальної діяльності.

Останнім часом значну кількість навчальних матеріалів, які постійно оновлюються, розташовано в мережі Інтернет, матеріал подається на різних рівнях викладення від початкового до професійного, що дає змогу студенту обрати матеріал відповідно до індивідуального рівня навчальних досягнень та мети навчання. Але цей матеріал не систематизовано за рівнями, і лише після його опрацювання студент може визначити доступність матеріалу для розуміння. До того ж студент не завжди має можливість оцінити якість матеріалу: достовірність фактів, повноту викладення матеріалу, сферу застосування методів і правильність висновків. У природничо-математичних науках, як правило, точки зору різних авторів збігаються, але при цьому часто втрачається першоджерело інформації, тобто деякі факти сприймаються спільнотою як загально відомі, проте іноді вони не мають достатнього наукового обґрунтування або, взагалі, є помилковими. Це потребує управління процесом самостійного пошуку студентом інформації, таке управління має бути постійним і динамічним у залежності від поточного стану результатів пошуку (замкнуте управління).

Особливістю саме природничо-математичних дисциплін є те, що до

більшості базових навчальних завдань розв'язок вже отримано, докладно викладено та розміщено на спеціалізованих сайтах, форумах тощо. Крім того, учасники форумів із задоволенням можуть надати не лише консультацію щодо розв'язання завдань, але й сам розв'язок.

Завдяки високому рівню розвитку математичного моделювання в природничо-математичних науках, застосування комп'ютерних засобів є необхідним елементом фахової діяльності у відповідних галузях науки й виробництва. Навчання природничо-математичних дисциплін має здійснюватися в умовах наближених до професійної діяльності, тому застосування професійно-орієнтованих комп'ютерних засобів постає обов'язковим елементом навчального процесу, зокрема самостійної роботи.

Специфіка самостійної роботи майбутніх учителів у процесі природничо-математичної підготовки зумовлена її переважно дослідно-експериментальним характером, що передбачає визначення цілей експерименту, його постановку, конкретизацію завдань, вибір методу дослідження та необхідних інструментів, планування етапів його проведення, розробку системи накопичення експериментальних даних, їх аналіз, формулювання висновків. Важливим завданням управління самостійною роботою є не тільки підвищення її результативності, а й сприяння все більшій участі майбутнього вчителя в управлінні власною самостійною роботою з переходом до самоуправління. Отже, *специфіка самостійної роботи студентів* у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу полягає:

- у значній частці *продуктивної*, в тому числі *дослідницької* навчальної діяльності;
- у *поступовому переході* в процесі навчання дисципліни від репродуктивних до *частково-пошукових і творчих методів* навчання;
- у *високій систематизації* та, одночасно, *динамічності* навчального матеріалу;
- у необхідності реалізовувати *індивідуальний підхід* до вибору методів

навчання та рівня завдань для кожного студента;

- у необхідності *оперативного надання адресної допомоги* студенту;
- в *активному застосуванні комп'ютерних засобів* під час самостійної роботи відповідно до рівня інформатизації майбутньої професійної діяльності.

## **2.2. Етапи комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки**

Розглянуті види комп'ютерних дидактичних засобів (п. 1.3) і встановлені напрями їх застосування в процесі самостійної роботи студентів із урахуванням зазначених особливостей природничо-математичної підготовки (п. 2.1) складають базу для розробки способів використання комп'ютерних засобів в управлінні самостійною роботою студентів. Ці способи мають поєднувати загальні дидактичні підходи до управління (п. 1.2) із цільовим застосуванням комп'ютерних засобів на кожному етапі управління. Використання комп'ютерних засобів в управлінні самостійною роботою студентів не є простим доповненням до традиційного управління. Воно вносить суттєві зміни до кожного етапу управління, до діяльності викладача та студента на кожному з цих етапів. Важливим завданням управління самостійною роботою є не тільки підвищення її результативності, а й сприяння все більшій участі майбутнього вчителя в управлінні власною самостійною роботою з переходом до самоуправління.

Способи управління передбачають на кожному етапі управління застосування певних видів комп'ютерних засобів відповідно до сутності й завдань етапу, через діяльність суб'єктів з управління самостійною роботою студентів. Виходячи з сутності кожного етапу управління визначено, які саме комп'ютерні засоби доцільно застосовувати на кожному з них, та як це впливає на управлінську діяльність суб'єктів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Застосування комп'ютерних засобів відповідно етапам управління  
самостійною роботою студента

Етап управління	Зміст етапу	Комп'ютерні засоби
1	2	3
<i>збирання інформації</i>	визначення показників знань і вмінь студентів; аналіз наявних методів та засобів навчання	система педагогічної діагностики; засоби статистичного аналізу результатів педагогічної діагностики; інформаційні ресурси Інтернет; пошукові системи
<i>постановка завдання</i>	визначення обсягу навчального матеріалу для самостійної роботи; актуалізація освітніх інформаційних та інструментальних ресурсів	експертні системи; система управління навчальною діяльністю (сайт навчальної дисципліни); засоби інсталяції програмного забезпечення в локальних комп'ютерних мережах



1	2	3
<i>прийняття рішення</i>	побудова системи завдань для самостійної роботи; вибір способів управління;	система управління навчальною діяльністю; автоматизовані генератори завдань;
<i>реалізація рішення</i>	видача поточних завдань; підбір навчальних прикладів і прототипів; поточний моніторинг результатів самостійної роботи; коригування; надання допомоги;	інформаційні ресурси Інтернет; система управління навчальною діяльністю; пошукові системи; система тестування та моніторингу; комп'ютерні засоби комунікації; інші педагогічні програмні засоби відповідно до особливостей навчального матеріалу
<i>контроль та оцінка результатів</i>	підсумкове тестування навчальних досягнень	автоматизована система тестування навчальних досягнень; засоби статистичного опрацювання результатів контролю;

1	2	3
<i>коригування</i>	співставлення результатів самостійної роботи із очікуваними і аналіз ефективності застосованого способу управління	експертні системи; автоматизовані системи аналізу та подання даних

*Етап збирання інформації та оцінки ситуації.* Діяльність суб'єкта управління на цьому етапі передбачає збирання інформації про початковий рівень знань і вмінь студентів з метою отримання оцінки рівня підготовленості студентів до сприймання нового матеріалу. При цьому важливе значення має виявлення прогалин у знаннях студентів і встановлення об'єктивних та суб'єктивних факторів, що зумовили наявність цих прогалин, в тому числі й пов'язаних з недоліками в організації самостійної роботи студентів. Оцінюючи ситуацію, суб'єкт управління повинен проаналізувати наявні методи та засоби навчання, які можуть бути використані в управлінні самостійною роботою студента, а також урахувати досвід студента щодо роботи з комп'ютерними програмними засобами навчання.

Спосіб використання комп'ютерних засобів на цьому етапі полягає в проведенні автоматизованої діагностики знань і вмінь та особистісних якостей студентів і їх аналізі. Застосування комп'ютерних засобів не лише надає суб'єкту управління можливість автоматизувати отримання діагностичних даних про первісні знання студента, але й сприяє підвищенню інформативності результатів діагностики, застосуванню потужних засобів статистичної обробки даних. Така автоматизована діагностика забезпечує суб'єктів управління самостійною роботою студента достатньо повною об'єктивною інформацією – як диференційованою щодо його власних досягнень, так і інтегрованою стосовно всієї групи в цілому. Результатом

етапу збирання інформації та оцінки ситуації виступає модель студента, яка відбиває не тільки його навчальні досягнення але й особистісні якості.

*Етап постановки завдання та його оцінка.* На цьому етапі здійснюється узгодження результатів діагностики з метою навчання, визначається обсяг і зміст навчального матеріалу та рівень його опанування, встановлюється рівень засвоєння кожного окремого елементу навчального матеріалу. За результатами такого аналізу на основі моделі студента, яку було побудовано на попередньому етапі, виокремлюється частка матеріалу навчальної дисципліни для опанування в процесі самостійної роботи. Крім того, виявлення структури знань студентів за підсумками тестування стає основою розробки реальних вимог до рівня самостійного опанування матеріалу з урахуванням мети навчання.

Освітньо-інформаційні та інструментальні ресурси забезпечення самостійної роботи розміщуються на сайті навчальної дисципліни, що також розглядаємо як один із способів управління самостійною роботою студентів із застосуванням комп'ютерних засобів.

На *етапі прийняття рішення* суб'єкт управління застосовує спосіб Інтернет-орієнтованого аналізу існуючих методів і засобів навчання та обґрунтовує їх вибір, враховуючи результати попереднього досвіду навчальної діяльності студентів. Слід зауважити, що при роботі в Інтернет суб'єкт управління знайомиться з методичними знахідками і напрацюваннями інших педагогів, що сприяє вдосконаленню навчального процесу. Необхідно не лише вибрати засоби навчання, але й визначити їх функції та роль у самостійній роботі студентів. За умови застосування елементів самоуправління в самостійній роботі майбутніх учителів, реалізація такого способу управління безпосередньо студентами надає їм не тільки розвиток самостійності та опанування навчальним матеріалом дисципліни, що вивчається, а й забезпечує підготовку до реалізації управління самостійною роботою учнів у майбутній професійній діяльності.

В умовах інформатизації освіти аналіз повинен охоплювати можливість

доступу до довідкових систем, наявність фонду комп'ютерних навчальних курсів та електронних підручників, імітаційних систем та предметно-орієнтованих середовищ з даної навчальної дисципліни. При відборі комп'ютерних засобів слід виходити з того, наскільки повно вони відповідають змісту матеріалу, що вивчається, рівню підготовленості студентів та досвіду суб'єкта управління стосовно застосування відповідних методичних прийомів. Суб'єкт управління має можливість доповнити відібрані засоби авторськими програмними розробками, використовуючи інструментальні засоби створення моделей – програми-оболонки, що передбачають можливість їх наповнення різним навчальним змістом і призначені для розробки авторських комп'ютерних курсів чи їх фрагментів. Розглянемо рекомендації щодо способу застосування комп'ютерних засобів у залежності від видів самостійної роботи, спираючись на класифікації за дидактичною метою (підготовча, спрямована на засвоєння нових знань, тренувальна, узагальнююче-повторювальна та контрольна (С. Гончаренко [105])) та характером діяльності студента (репродуктивна, частково-пошукова й творча) (п. 1.1).

Так, самостійна робота, що спрямована на засвоєння нових знань може бути здійснена на різних рівнях і, відповідно, із застосуванням різних комп'ютерних засобів (п. 1.3):

- повідомлення готового знання може бути реалізованою через роботу з електронним підручником або енциклопедією;
- організація одержання знань шляхом самостійного пошуку реалізується за допомогою довідкових систем;
- використання імітаційних моделей у самостійній роботі дає студенту інструмент для самостійного відкриття деяких закономірностей та фактів, проте постановка таких робіт потребує більш ретельної організації діяльності, адже студент повинен усвідомити мету дослідження, сформулювати гіпотезу, провести експеримент, здійснити математичну обробку результатів експерименту та сформулювати висновки. Усе це

вимагає активного застосування отриманих раніше знань, певного рівня сформованості дослідницьких вмінь, навичок проведення розрахунків та узагальнення результатів, тобто засвоєння нового знання поєднується із тренувальною та узагальнююче-повторювальною роботою;

– застосування комп'ютера уможливорює вивчення матеріалу також шляхом реалізації навчальної діяльності, яку пов'язано з виконанням завдань на аналіз ситуації, відкриттям закономірностей, знаходженням загальних прийомів та принципів розв'язування задач тощо. Організація такої діяльності спирається на використання предметно-орієнтованих середовищ. Самостійна робота в таких середовищах набуває дослідницького характеру та супроводжується відповідними підказками, непрямими вказівками для студентів, що вимагає створення спеціальних методичних матеріалів для управління діяльністю студентів. Слід зазначити, що така діяльність теж містить складові тренувальної та узагальнюючо-повторювальної роботи.

У процесі тренувальної самостійної роботи на репродуктивному рівні доцільно використовувати програми-тренажери, які допомагають студентам довести деякі вміння до автоматизму, або до рівня, який студент обирає самостійно. Важливим елементом закріплення навчального матеріалу є застосування систем педагогічної діагностики в режимі самоконтролю та самодіагностики.

Застосування систем автоматизованого тестування з метою контролю за навчальними досягненнями під час самостійної роботи докорінно змінює її характер завдяки оперативності подання результатів контролю, їх високої інформативності, об'єктивності, можливості для студента порівняти власні досягнення із розподілом результатів у групі (Л. Білоусова, О. Колгатін [195], [213]). Розвиток теорії педагогічного застосування тестів і статистичного опрацювання результатів тестування (Ф. Браун (Frederic G. Brown) [214], С. Кейтел-Кредіт (C. Keitel-Kredit) [215], Л. Кронбах (L. Cronbach) [216], В. Мегренс, І. Леманн (William A. Mehrens, Irvin J. Lehmann) [217]) дає змогу визначити показники знань і розумових умінь

майбутніх учителів із визначеною точністю. Сучасні теорії тестування дають змогу якісно опрацювати результати адаптивного тестування, коли кожний випробуваний виконує персональний варіант тесту, який створюється для нього автоматизованою системою відповідно до наявного рівня навчальних досягнень (Ф. Бейкер (F. Baker) [218], Б. Райт, М. Стоун (Benjamin D. Wright, Mark H. Stone) [219], Г. Раш (G. Rasch) [220], Д. Голланд (John Henry Holland) [221]). У залежності від змісту діагностичних завдань характер діяльності студентів може набувати репродуктивного або частково-пошукового рівня. Контрольна та узагальнюючо-повторювальна самостійна робота на творчому рівні передбачає виконання компетентнісних завдань із застосуванням комп'ютерних засобів, склад яких визначається особливостями завдання.

Іншим критерієм підбору комп'ютерних засобів для самостійної роботи є реалізований вид управління за ступенем впливу викладача на самостійну роботу студентів. Так, при застосуванні у процесі управління самостійною роботою засобів автоматизованого контролю знань та програм-тренажерів відбувається жорстке (пряме) управління навчальною діяльністю з боку комп'ютера. Студент просувається до кінцевого результату за траєкторією, яку намічено викладачем.

Використання електронних енциклопедій та словників, довідкових систем, комп'ютерних навчальних курсів, інструментальних засобів створення моделей не обмежує діяльність студента. Вони дають студенту можливість самореалізуватися та самоствердитися. Взаємодія в системі студент – комп'ютер спирається на самоуправління, де студент самостійно обирає мету своєї роботи, способи та методи її досягнення. Тим самим збагачується, нарощується, перетворюється власний досвід, що й визначає індивідуальний розвиток студента, підвищення рівня його самостійності. Комп'ютер виступає тільки як зручний та потужний засіб отримання певного результату.

Робота з імітаційними моделями та предметно-орієнтованими

середовищами передбачає створення викладачем попередньої моделі дослідження та складання проблемних завдань для пошуку рішення. Студент сприймає та осмислює проблему, планує етапи дослідження на основі навідних питань та відтворює хід дослідження. Разом з тим, якщо студент недостатньо володіє навичками самостійної роботи, то комп'ютер надає йому необхідну допомогу. У такому разі, йдеться про співуправління: студент самостійно опановує навчальний матеріал, але в будь який момент може отримати пряму вказівку, контекстну пораду чи рекомендацію системи допомоги комп'ютерного дидактичного засобу або викладача.

Отже, виходячи з дидактичної мети самостійної роботи студентів, можна виділити комп'ютерні засоби відповідно до видів управління самостійною роботою:

- переважне застосування комп'ютерних навчальних курсів з елементами програмованого навчання та засобів автоматизованого контролю знань з метою формування базових знань, умінь та навичок (пряме управління);

- застосування імітаційних систем і предметно та професійно-орієнтованих середовищ для впровадження у навчання елементів навчального дослідження, формування дослідницьких умінь (співуправління);

- застосування довідкових систем, електронних енциклопедій, інформаційно-довідкових систем, сайтів освітнього призначення та засобів створення моделей для набуття досвіду самонавчання, формування навичок самоосвіти (побічне управління та самоуправління).

Отже, залежно від мети навчання та обраного виду управління студент має набути знання за допомогою засобів надання навчальної інформації, засвоїти їх в процесі виконання навчально-дослідницької роботи в предметно- або професійно-орієнтованому середовищі, а також за допомогою імітаційних моделей та інструментальних засобів створення моделей, відпрацювати вміння та навички й перевірити власні досягнення за

допомогою тренажерів і систем автоматизованого тестування, а також у процесі виконання компетентнісних завдань.

Для самостійної роботи необхідно також дібрати завдання, спираючись на оцінку ситуації щодо наявного рівня знань та вмінь студентів. Викладач відбирає завдання за направленістю та специфікою навчального закладу, використовуючи не тільки власний досвід, але й електронні банки завдань, які містяться в освітній мережі Інтернет. таку роботу може здійснювати й студент за допомогою викладача або самостійно, як суб'єкт управління. Суттєво поширити арсенал завдань допомагають спеціальні програми, що дозволяють генерувати навчальні завдання, рівень складності яких задається викладачем. Отже викладач створює власний електронний банк індивідуальних завдань і розробляє систему критеріїв оцінювання самостійної роботи студента за кожним завданням. У разі реалізації самоуправління студент, також, формулює собі завдання, проте потреба у створенні автоматизованого банку завдань не завжди є актуальною. Застосування комп'ютерних засобів на цьому етапі відбувається під час автоматизованого пошуку та побудови системи завдань у спеціалізованих середовищах, які надають суб'єкту управління можливість систематизації накопичених завдань таким чином, щоб забезпечити їх автоматизоване подання студенту з урахуванням моделі його навчальних досягнень і особистісних якостей.

*Етап реалізації рішення.* В управлінні самостійною роботою студентів цей етап є вирішальним. Студент здійснює самостійну роботу у відповідності до обраного виду управління із застосуванням усіх передбачених комп'ютерних засобів, критерії підбору яких було докладно описано при характеристиці попереднього етапу. Здійснюється моніторинг перебігу самостійної роботи та її оперативна корекція.

В залежності від реалізованого виду управління (пряме управління, співуправління, побічне управління, самоуправління) функції суб'єкта управління розподіляються відповідним чином між викладачем та студентом,



що здійснюється через поступальне залучення студента до певних управлінських дій на етапі реалізації рішення (рис. 2.1).

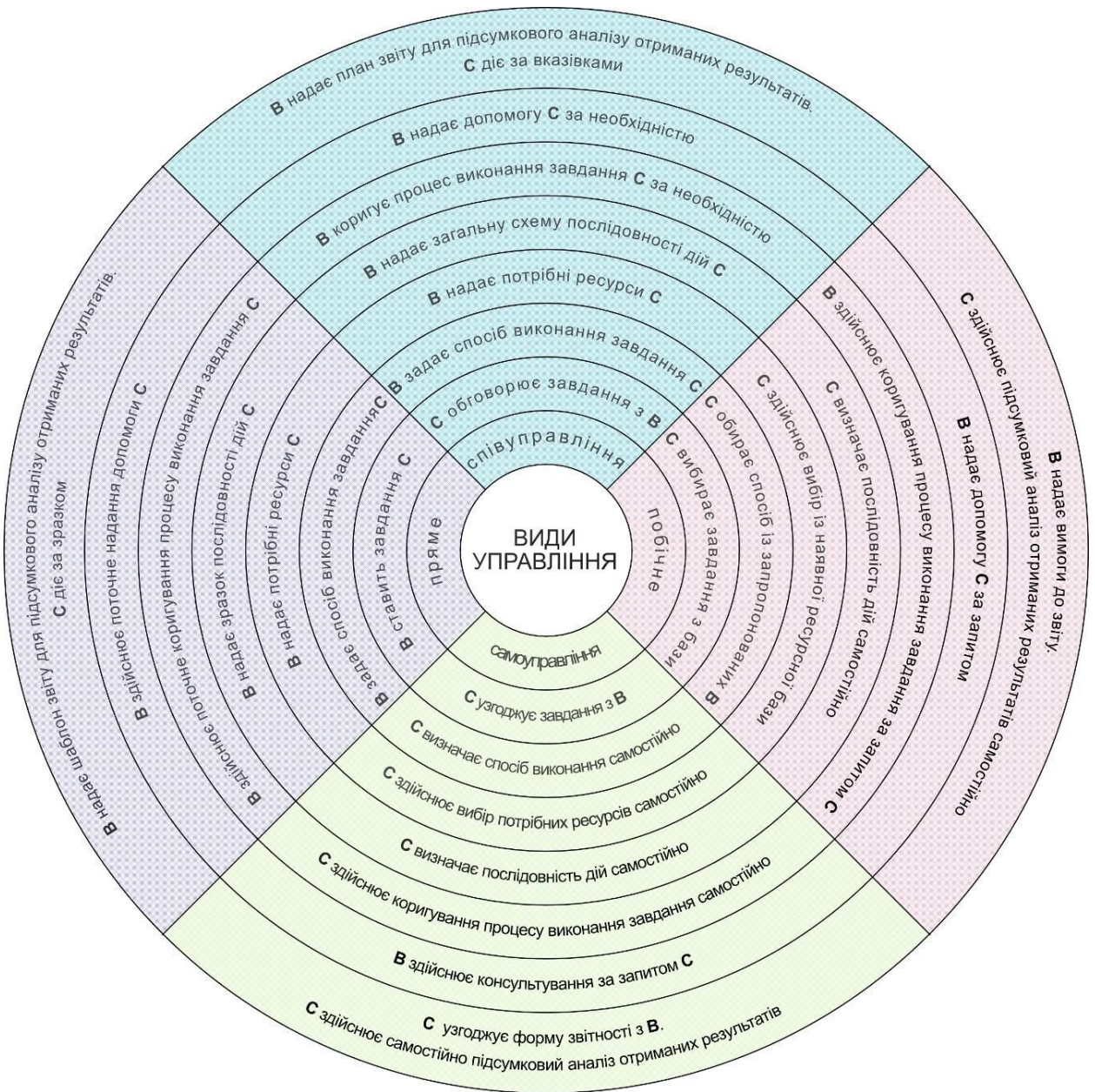


Рис. 2.1. Діяльність суб'єктів комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки на етапі реалізації рішення (С – студент; В – викладач)

Так у разі прямого управління, при застосуванні довідкових систем, електронних енциклопедій викладач встановлює адреси серверів для

отримання інформації з теми, що вивчається, а при застосуванні імітаційних моделей – пропонує план спостереження або дослідження, формулює вимоги до кінцевого результату та звітної документації. Залучення засобів автоматизованого контролю знань веде до необхідності аналізу тестових результатів і здійснення моніторингу відповідної автоматизованої системи, забезпечення своєчасної корекції тестів.

Отже, на етапі реалізації рішення запроваджуються різні комп'ютерні засоби, які було обґрунтовано на попередньому етапі управління. Існуюча різноманітність комп'ютерних засобів педагогічного призначення приводить до необхідності здійснення розробки інструктивно-методичних матеріалів щодо застосування комп'ютерних засобів в самостійній роботі. Ці матеріали розміщуються у вільному для студента доступі із застосуванням комп'ютерних засобів. Провідними способами управління на даному етапі є: планування дій; визначення орієнтирів, зразків, прототипів; коригування діяльності; надання допомоги.

*Етап контролю та оцінки результатів.* Цей етап спрямовано на здійснення контролю за процесом самостійної роботи студентів, оцінку її результатів, аналіз характеру, повноти, змісту роботи студентів, перспективне коригування в управлінні діяльністю студентів, яке б забезпечило перехід студентів на більш високий рівень самостійної діяльності.

Засоби автоматизованого тестування навчальних досягнень використовуються для перевірки правильності розв'язання всіх завдань, виконаних кожним студентом, завдяки вбудованим засобам аналізу реалізується не лише фіксація помилок, але й досить точно визначається їх характер, а це допомагає викладачу вчасно усунути причину, що зумовила прогалини в навчальних досягненнях, забезпечити ефективний контроль та самоконтроль, корекцію та самокорекцію, як зазначають Л. Білоусова і О. Колгатін [195]. Окрім цього, засоби подання поточних результатів навчальної діяльності надають можливість зробити результати роботи

гласними через порівняння індивідуальних балів студента із розподілом результатів у групі, визначення місця студента в рейтинговому списку. Такі дані є доступними як для викладача, так і для студента, а це в свою чергу веде до зацікавленості в одержанні високих показників у навчанні, створює атмосферу змагання і здорової конкуренції. З іншого боку система забезпечує конфіденційність даних, оскільки інші студенти групи можуть побачити індивідуальні результати своїх товаришів лише за їх згодою, що є дуже важливим для позитивного сприйняття педагогічної діагностики освітянською спільнотою (О. Колгатін [222]).

Отже, спосіб застосування комп'ютерних засобів для управління самостійною роботою студентів на етапі контролю та оцінки результатів базується на автоматизованій системі тестування навчальних досягнень, що дає змогу оперативно подавати докладну інформацію про результати самостійної роботи та здійснювати управління за замкнутою схемою. Додатково використовуються засоби рейтингового подання результатів контролю для підвищення мотивації студентів через організацію змагання.

На етапі *коригування* відбувається співставлення результатів самостійної роботи майбутніх учителів із очікуваними і аналіз ефективності застосованого способу управління самостійною роботою студентів. Цей етап є завершальним і водночас початковим для продовження управління їх подальшою самостійною роботою. Етап коригування пов'язаний із спостереженням за перебігом самостійної роботи, що виконується студентами, наданням консультації, з корекцією відбору змісту роботи, її етапів, вибору методів досягнення мети, характеру діяльності, своєчасним наданням допомоги в подоланні труднощів, що виникають, та виправленні помилок, що припускаються.

Автоматизована система педагогічної діагностики збирає і зберігає інформацію про результати діяльності кожного студента. При аналізі підсумків роботи на етапі коригування здійснюється корекція не тільки відбору змісту навчального матеріалу, методів і засобів навчання тощо, але

доопрацювання засобів надання навчальної інформації та засобів підтримки предметної й професійної діяльності, оновлення засобів подання навчально-методичного забезпечення дисципліни. Статистична інформація про результати діяльності кожного студента, що накопичена в системі педагогічної діагностики автоматизованими засобами реєстрації поточних результатів та перебігу навчальної діяльності студента, надає можливість суб'єкту управління переосмислити систему критеріїв і вагових коефіцієнтів, виявити і проаналізувати причини припущених помилок. Отже, автоматизована система педагогічної діагностики, яка містить такі компоненти: блок автоматизованого тестування навчальних досягнень, блок автоматизованої реєстрації педагогічних спостережень, блок накопичення діагностичних даних, блок аналізу й педагогічного прогнозування, – виступає способом застосування комп'ютерних засобів на етапі коригування в процесі управління самостійною роботою студентів. Цей етап є завершальним і одночасно початковим для продовження самостійної роботи після коригування, тобто в управлінні самостійною роботою відбувається перехід до одного із попередніх етапів.

Застосування комп'ютерних програмних засобів тільки на деяких етапах управління самостійною роботою студентів може призвести до низької ефективності їх використання. Так, при відсутності засобів надання навчальної інформації важко відтворити динамічні зображення, організувати доступ до потрібної інформації, на основі відповідей на запитання скоригувати стратегію навчання, швидко поновити в пам'яті необхідний матеріал за обмежений час. Для знаходження необхідної різноманітної інформації та її збереження потрібно витратити багато часу. Відсутність засобів автоматизованого контролю знань та програм-тренажерів змушує викладача не тільки перевіряти всі відповіді за короткий час, але й накопичувати та обробляти результати такого контролю. Неможливість простежити за всіма розв'язаними завданнями кожним із студентів веде до неоперативності та зниження зворотного зв'язку. Недостатній рівень

наочності при викладанні матеріалу, здійсненні спостережень та проведення експериментів, подання отриманих результатів у зручному для аналізу вигляді характеризують відсутність імітаційних моделей, предметно та професійно-орієнтованих середовищ та інструментальних засобів створення моделей. Крім того, епізодичне використання комп'ютерних засобів веде до зниження навичок роботи з ним, обмеженості для студента самому приймати рішення. Отже, комп'ютерні засоби доцільно використовувати на всіх етапах управління самостійною роботою студентів. У залежності від характеру дидактичного завдання та реалізованого виду управління самостійною роботою частка навчального часу на роботу із комп'ютерними засобами з боку студента може бути різною, проте важливим є систематичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій на всіх етапах самостійної роботи, що сприяє системності реалізації управління і формування самостійності як якості особистості студента.

### **2.3. Педагогічні умови реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів**

Як було показано в п. 2.1 дисципліни природничо-математичного циклу відрізняється насиченістю та різноманітністю матеріалу, де традиційний математичний підхід, який спирається на логіку доведень та обґрунтувань, поєднується з емпіричними прийомами розв'язування задач, що орієнтовані на використання сучасних обчислювальних систем. Це робить матеріал досить складним для опанування при традиційних формах навчання. Зазначена специфіка висуває певні вимоги до управління самостійною роботою студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу й визначає особливості управління. В п. 1.2 було показано, що управління самостійною роботою може відбуватися за замкнутою або розімкнутою схемами. Управління самостійною роботою із застосуванням комп'ютерних засобів дає можливість одночасно реалізувати обидві схеми. Саме за такою класифікацією розглянемо

особливості управління самостійною роботою із застосуванням комп'ютерних засобів.

Управління самостійною роботою за розімкнутою схемою відбувається під час постановки завдання та ознайомлення студента з системою інструктивно-методичних і дидактичних засобів. Якщо діяльність студента ґрунтується на різнобічній підтримці спеціально дібраними комп'ютерними засобами навчального призначення, він із більшою готовністю приступає до роботи, адже наявність різноманітних засобів самонавчання, самоконтролю та самокорекції створює атмосферу впевненості в успіху. Позитивній мотивації сприяє високий рівень систематизації навчального матеріалу, що дає студенту можливість якісно оволодіти значним обсягом знань і вмінь.

Другим фактором, що зумовлює особливість управління самостійною роботою із застосуванням комп'ютерних засобів є можливість проведення обчислювальних експериментів із використанням спеціально розроблених комп'ютерних моделей природних явищ. Застосування комп'ютерних моделей значно розширює можливості самостійної роботи стосовно проведення досліджень, адже самостійні лабораторні дослідження обмежені з огляду на питання техніки безпеки. Реалізація студентами навчальних досліджень із комп'ютерними моделями сприяє підвищенню теоретичного рівня знань, що досягається організацією частково-дослідницького методу навчання. За рахунок надання самостійній роботі дослідницьких рис студент має можливість не тільки оперувати отриманими знаннями та встановлювати зв'язки між поняттями, але й проводити комп'ютерний експеримент, висувати та перевіряти власні гіпотези, аналізувати отримані дані та робити висновки щодо результатів дослідження. У залежності від рівня інтерактивності інтерфейсу комп'ютерної моделі може реалізовуватися розімкнута або замкнута схеми управління. Умовою реалізації більш ефективної замкнутої схеми є підготовка інтерактивної системи для реалізації інструктивно-методичного забезпечення навчального дослідження із застосуванням комп'ютерних засобів.

Слід відзначити, що при роботі з сучасними комп'ютерними засобами на основі автоматизованого аналізу результатів педагогічної діагностики передбачається можливість надання студенту посиленого завдання і забезпечення зручного режиму його виконання, одержання допомоги та різнорівневих підказів через убудовану систему комп'ютерної допомоги, і, як наслідок, це зумовлює досягнення успішного розв'язання поставлених конкретних завдань. У такому разі в повному обсязі реалізується замкнута схема управління самостійною роботою. Розвинена автоматизована система педагогічної діагностики передбачає залучення студента до аналізу власних досягнень і прийняття рішень щодо рівня завдань, які він обирає. Це сприяє розвитку самостійності та переходу від прямого управління до співуправління за участю студента як суб'єкта управління. Опануванню навичок та виробленню вмінь застосовувати знання на практиці сприяє організації різнорівневих вправ тренувального й узагальненого характеру, побудованих на алгоритмічній основі.

Підвищення частки продуктивної діяльності шляхом передачі частини репродуктивної діяльності комп'ютеру дає можливість зосередити увагу студента на розумових операціях, що стосуються засвоєння фактів, понять, законів, теорії, різних завдань. Все це сприяє отриманню глибоких та міцних знань, формуванню загальнонавчальних вмінь і, як наслідок, формуванню самостійності як риси особистості. Завдяки цьому уможливується збільшення обсягу та продуктивності самостійної роботи у навчальному процесі, посилення вимог до рівня її результатів. У контексті управління самостійною роботою студента ця особливість реалізується на рівні грамотної організації навчальної праці студента за розімкнутою схемою через рекомендації з боку викладача під час постановки завдання та надання консультацій, а також через інструктивно-методичні матеріали.

Важливою особливістю управління самостійною роботою із застосуванням комп'ютерних засобів є підвищення мотивації студентів до навчання через забезпечення нової якості подання навчального матеріалу.



Самостійна робота набуває нового характеру. Збагачення засобів подання навчальної інформації високоякісним ілюстративним матеріалом, унаочнення результатів дій надають привабливості навчальному матеріалу. Студент позбавляється від необхідності конспектувати. Зберігаючи весь необхідний матеріал на компактних носіях, він може перекомпонувати його в залежності від мети навчальної діяльності. Подання, одержання та зберігання необхідної інформації залучають студента до активного процесу роботи з комп'ютером. І це сприяє збагачуванню знань студента, оскільки, співставляючи різні точки зору, він вчиться критично осмислювати різні підходи.

Застосування предметно та професійно-орієнтованих середовищ наближує роботу студента до реальних умов майбутньої професійної діяльності. Крім того, на свідомість студентів впливає і той факт, що вони опановують передові комп'ютерні технології і набувають більш високого гатунку як майбутні фахівці. Комп'ютер виступає як новий професійний інструмент, робота з яким сприяє вдосконаленню фахової підготовки, відповідає сучасним змінам у характері професійної діяльності.

Накопичення та аналіз статистичних даних про перебіг та результативність навчальної діяльності кожного студента забезпечують гнучкість та персоналізованість управління самостійною роботою студентів, адже викладач, постійно проінформований про ступінь засвоєння кожного навчального елемента, має можливість оперативно коригувати свій педагогічний вплив через надання своєчасної допомоги або консультації. Корекція діяльності студента здійснюється в процесі його роботи, а не після її завершення. Результати контролю за навчальними досягненнями студента є базою для індивідуального управління його діяльністю на шляху реалізації певного варіанта технології навчання. При виявленні прогалин у засвоєнні матеріалу дисципліни комп'ютерні засоби надають змогу повернутися до відповідних розділів або в якості допомоги пропонують допоміжне завдання чи евристичну вказівку.

Наступна особливість полягає в удосконаленні управлінської



діяльності викладача. Залучення засобів автоматизованої педагогічної діагностики й контролю дає можливість своєчасно та якісно перевірити обсяг засвоєного навчального матеріалу, виявити рівень знань студентів та причини допущених помилок. Автоматизація певних компонентів діяльності викладача дозволяє своєчасно отримати та проаналізувати статистичну інформацію про результати діяльності кожного студента. А це в свою чергу веде до оперативного прийняття рішення щодо зміни відбору змісту навчального матеріалу, методів та способів навчання, які знаходять своє відображення у засобах подання навчально-методичного забезпечення дисципліни. Звернувшись до таких засобів, у будь-який час студент має змогу отримати необхідну інформацію щодо змісту самостійної роботи, графіку та термінів її виконання, критеріїв оцінювання самостійної роботи, ознайомитися з інструктивно-методичними матеріалами та засобами представлення результатів роботи.

Ключова особливість управління самостійною роботою студентів із застосуванням комп'ютерних засобів зумовлена посиленням вимог до інформаційної підготовки викладача, яка пов'язана із застосуванням комп'ютерних засобів. Адже діяльність викладача набуває певної специфіки. При застосуванні комп'ютерних засобів суттєві зміни відбуваються у технології підготовки індивідуальних завдань, стає можливим використання світових інформаційних ресурсів. Здійснення аналізу наявних автоматизованих навчаючих систем змушує викладача бути ознайомленим з існуючими програмними засобами та вміло здійснити добір тих, які найбільше відбивають мету вивчення конкретної теми з даної предметної дисципліни. Якщо такого програмного засобу не існує, викладач за допомогою інструментальних засобів створення моделей повинен самостійно здійснити його розробку. В залежності від мети та завдань, які ставляться перед вивченням курсу, викладач обирає предметно або професійно-орієнтоване середовище, що найбільш придатне для вирішення навчальних задач. Використання таких середовищ неможливе без методичного, а іноді й

програмного забезпечення. Якщо при традиційному викладанні викладач знайомить студентів з літературою, то у сучасних умовах необхідним є й подання адрес Web-серверів. При організації пошукової роботи студентів викладач повинен встановити адреси серверів, де можна одержати інформацію з теми, що вивчається. А це потребує від викладача більше часу працювати в Інтернеті, активно брати участь у телеконференціях. Кваліфікованої роботи вимагає розробка системи критеріїв та вагових коефіцієнтів для рейтингового оцінювання навчальних досягнень студентів.

Застосування різноманітних комп'ютерних засобів забезпечує ефективну роботу викладача й студентів, засвоєння студентами великого обсягу матеріалу, своєчасне коригування навчальної діяльності студентів, підвищення рівня їх самостійності, перехід від репродуктивного характеру самостійної роботи студентів до частково-пошукового, творчого. Для управління самостійною роботою студентів доцільно застосовувати комплекс комп'ютерних засобів, до складу якого входять: засоби надання навчальної інформації; засоби підтримки предметної та професійної діяльності; засоби опрацювання, оформлення та подання результатів самостійної роботи; засоби автоматизованого контролю знань; засоби подання навчально-методичного забезпечення дисципліни; автоматизовані засоби реєстрації та рейтингового оцінювання поточних результатів навчальної діяльності.

Отже, за результатами проведеного аналізу можна визначити *особливості комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки:*

- *адаптивність управління*, що ґрунтується на врахуванні деталізованих даних про рівень знань і вмінь майбутнього вчителя, потрібних для виконання самостійної роботи, а також на динаміці їх набуття;
- *гнучкість управління*, яка виявляється в тому, що на основі аналізу накопиченого досвіду застосування певного виду управління самостійною роботою і даних про її результативність відбувається поступальне залучення майбутнього вчителя до все більшої участі в управлінні власною

самостійною роботою шляхом переходу від прямого управління до співуправління, побічного управління й самоуправління;

- *оперативність управління*, яка забезпечується можливістю спостереження за процесом виконання завдання й наявністю комунікаційних ресурсів, що дає змогу своєчасно й адресно надавати майбутньому вчителю допомогу, рекомендації тощо на основі накопичення та аналізу даних про хід і результативність його самостійної роботи;

- *прозорість управління*, що передбачає відкритість вимог до результатів самостійної роботи, критеріїв їх оцінювання, рейтингових показників освітніх досягнень майбутніх учителів; об'єктивність прийняття управлінських рішень зумовлена опорою на об'єктивні дані тестування, а також дані про перебіг і продуктивність самостійної роботи майбутнього вчителя.

Перелічені особливості визначають нову якість управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки. Проте всі переваги комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки можуть реалізуватися тільки за умови наявності ресурсного забезпечення самостійної роботи, як це було показано вище. Самостійна робота передбачає опрацювання інформаційних джерел. Крім традиційних друкованих джерел навчальної інформації, які активно застосовуються під час самостійної роботи студентів, обов'язковим є застосування електронних ресурсів Інтернет або спеціально підготовлених в системах управління навчальною діяльністю матеріалів, які, на відміну від традиційних забезпечують швидкість доступу, можливість за короткий час опрацювати значну кількість джерел, можливість працювати вільно в просторі й часі. Обов'язковою є наявність інструментальних ресурсів, які потрібні для виконання завдань самостійної роботи, зокрема проведення навчальних досліджень. Ці ресурси мають бути доступні студенту в будь-який зручний для нього час і це, в першу чергу – комп'ютерно орієнтований інструментарій: віртуальні лабораторії, імітаційні моделі, предметно та

професійно орієнтовані середовища тощо, Важливою умовою зазначеного управління самостійною роботою є наявність науково-обґрунтованих методичних розробок щодо застосування інформаційних та інструментальних комп'ютерно орієнтованих ресурсів стосовно методики навчання конкретної навчальної дисципліни. Інструктивно-методичні ресурси з підтримки й супроводу самостійної роботи мають бути варіативними відповідно до різних видів управління, які можуть бути реалізовані в навчальному процесі у залежності від рівня навчальних досягнень і самостійності студента.

Різноманітність дидактичних завдань щодо природничо-математичної підготовки майбутніх учителів не дає нам змоги дати конкретні рекомендації щодо вибору тих чи інших комп'ютерних засобів для управління самостійною роботою, рівно як і методики управління. Відповідно до запропонованого нами підходу, це питання вирішується суб'єктами управління на етапі постановки завдання з урахуванням мети навчання, особливостей навчального матеріалу і результатів попередньої педагогічної діагностики. Нами тільки окреслено в п. 2.2 певні рекомендації та зв'язки щодо здійснення такого вибору. Приклад конкретної реалізації такого вибору стосовно навчання методів обчислень наведено в третьому розділі як опис формувального етапу педагогічного експерименту. Розвиток і узагальнення системи прийняття рішення є перспективою наших подальших досліджень. Тому остаточне рішення щодо вибору ресурсів і реалізації управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки залишається за суб'єктами управління самостійною роботою, викладачем і студентом. А це, в свою чергу висуває високі вимоги стосовно досвіду й готовності суб'єктів управління до такої складної діяльності в сучасному інформаційно-комунікаційному освітньому середовищі. Як було зазначено вище, управління самостійною роботою спирається на результати педагогічної діагностики та педагогічного контролю в динаміці розвитку як навчальної групи в цілому, так і кожного

студента індивідуально. Викладач не в змозі забезпечити опрацювання величезного обсягу даних без допомоги з боку системи, що автоматизує збирання, накопичення та аналітичне опрацювання показників самостійної роботи майбутніх учителів. Якщо студенти залучаються до управління власною самостійною роботою, то наявність такої системи стає особливо необхідною, тільки так можна показати індивідуальний результат у порівнянні з розподілом результатів у студентській групі за умови збереження конфіденційності.

На підставі проведеного аналізу комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки та вивчення наукових положень щодо сутності педагогічних умов застосування інформаційних систем і побудови інформаційно-комунікаційного освітнього середовища, висвітлених у працях В. Бикова [55], Ю. Жука [223], О. Соколюк [223], Н. Дементієвської [223], О. Пінчук, [223] К. Хоружого [224], Є. Хрикова [79] та ін., обґрунтовано педагогічні умови ефективної реалізації зазначеного управління в освітньому процесі:

- *створення інформаційно-комунікаційного освітнього середовища, яке включає варіативні освітньо-інформаційні, інструктивно-методичні, програмно-інструментальні, а також комунікаційні ресурси для організації, підтримки й супроводу самостійної роботи студентів з природничо-математичних дисциплін;*
- *застосування системи, що автоматизує процеси збирання, накопичення та аналітичного опрацювання показників результативності цієї роботи;*
- *забезпечення готовності всіх учасників освітнього процесу до реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою.*

Для підвищення ефективності управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки зазначені умови потребують комплексного застосування.

## Висновки до розділу 2

1. Специфіка самостійної роботи майбутніх учителів у процесі природничо-математичної підготовки зумовлена її переважно дослідно-експериментальним характером, що передбачає визначення цілей експерименту, його постановку, конкретизацію завдань, вибір методу дослідження та необхідних інструментів, планування етапів його проведення, розробку системи накопичення експериментальних даних, їх аналіз, формулювання висновків. У сучасних умовах інформатизації освіти й науки експериментальна діяльність значною мірою відбувається в комп'ютерному середовищі, тому в природничо-математичній підготовці майбутнього вчителя важливо використовувати середовища професійного спрямування, що дає змогу ставити й проводити ґрунтовні експерименти. З огляду на універсальність математичного апарату особливу роль у зазначеному аспекті відіграють математичні середовища. Оволодіння методами експериментальної діяльності в таких середовищах є важливим компонентом подальшої самоосвітньої діяльності майбутнього вчителя. Схарактеризована специфіка самостійної роботи майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки має бути врахована при реалізації комп'ютерно орієнтованого управління такою роботою.

2. На підставі розробленої типології комп'ютерних засобів запропоновано загальні підходи до їх застосування в комп'ютерно орієнтованому управлінні самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки. Показано, використання комп'ютерних засобів має бути комплексним і передбачає на кожному етапі управління застосування певних видів програмного забезпечення у відповідності до сутності й задач етапу.

3. До особливостей комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки віднесено: адаптивність управління, що ґрунтується на врахуванні деталізованих даних про рівень знань і вмінь майбутнього

вчителя, потрібних для виконання самостійної роботи, а також на динаміці їх набуття; гнучкість управління, яка виявляється в тому, що на основі аналізу накопиченого досвіду застосування певного виду управління самостійною роботою і даних про її результативність відбувається поступальне залучення майбутнього вчителя до все більшої участі в управлінні власною самостійною роботою шляхом переходу від прямого управління до співуправління, побічного управління й самоуправління; оперативність управління, яка забезпечується можливістю спостереження за процесом виконання завдання й наявністю комунікаційних ресурсів, що дає змогу своєчасно й адресно надавати майбутньому вчителю допомогу, рекомендації тощо на основі накопичення та аналізу даних про хід і результативність його самостійної роботи; прозорість управління, що передбачає відкритість вимог до результатів самостійної роботи, критеріїв їх оцінювання, рейтингових показників освітніх досягнень майбутніх учителів; об'єктивність прийняття управлінських рішень зумовлена опорою на об'єктивні дані тестування, а також дані про перебіг і продуктивність самостійної роботи майбутнього вчителя. Перелічені особливості визначають нову якість управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

4. Обґрунтовано педагогічні умови ефективної реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки: створення інформаційно-комунікаційного освітнього середовища, яке включає варіативні освітньо-інформаційні, інструктивно-методичні, програмно-інструментальні, а також комунікаційні ресурси для організації, підтримки й супроводу самостійної роботи студентів з природничо-математичних дисциплін; застосування системи, що автоматизує процеси збирання, накопичення та аналітичного опрацювання показників результативності цієї роботи; забезпечення готовності всіх учасників освітнього процесу до реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою. Для підвищення

ефективності управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки зазначені умови потребують комплексного застосування.

Основні результати другого розділу опубліковані в працях автора [225], [226], [227], [101], [102], [103], [228], [229], [230], [231], [104], [207], [208], [209].



### РОЗДІЛ 3

## ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ РОБОТИ

### 3.1. Загальні питання організації та проведення експериментальної роботи

Експериментальне дослідження передбачало пілотне дослідження проблеми, побудову системи управління самостійною роботою студентів із певних навчальних дисциплін природничо-математичного циклу та педагогічний експеримент, який було проведено з метою перевірки ефективності управління самостійною роботою студентів за умов комплексного використання комп'ютерних засобів.

Для вивчення загального стану з питань самостійної роботи було проведено анкетування викладачів та студентів, метою якого було вивчення наявних умов, за яких проходять заняття, для спрямування експериментального дослідження у відповідності з потребами навчального процесу. Анкетування дало змогу з'ясувати ставлення студентів до самостійної роботи, виявити основні спонукальні мотиви та труднощі, що виникають при організації самостійної роботи. Питання анкети формулювалися так, щоб виключити неоднозначне тлумачення, а також використовувалася трирівнева шкала оцінок. Текст анкети А1 наведений у додатку А. Опитуванням було охоплено понад 300 студентів 2-4 курсів Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди, Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького, Криворізького державного педагогічного університету.

Аналіз анкет виявив, що студенти з розумінням ставляться до того, що самостійна робота необхідна для успішного навчання у ЗВО (понад 82 %). Вона допомагає краще засвоїти матеріал (53%), розвинути творчі навички та самостійність (відповідно 57 % та 71 %). Але займаються студенти

самостійно лише паралельно до лекційного курсу (62 %), при підготовці до лабораторних та практичних занять (69 %), написанні рефератів та доповідей (89 %), тобто коли найбільш імовірний контроль з боку викладача. Проте слід зауважити, що студенти при підготовці до практичних занять в основному обмежуються конспектуванням обов'язкової літератури (78 %), аніж знайомляться з додатковою (7 %) або обговорюють питання з іншими студентами (10 %).

Зазначимо, що студенти не завжди займаються самостійною роботою більше через об'єктивні фактори («весь матеріал дається на лекційних заняттях» – 67%, «не дозволяють сімейні обставини» – 25%), ніж суб'єктивні («бракує часу» – 31%, «заважає улюблена справа» – 12%). Що стосується ускладнень, то студенти, в своїй більшості, не вміють визначати методи та способи досягнення мети (69 %) та визначати мету самостійної роботи (53%).

В опитуванні взяли участь 96 викладачів Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди, Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького, Харківському технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», Криворізького державного педагогічного університету. Аналіз анкет викладачів (А2) виявив, що вони здебільшого виносять на самостійну роботу лише другорядні питання теми (74%) або відпрацювання навичок (83%), проте самостійному проведенню експериментів з моделями об'єктів та самостійному пошуку розв'язання проблеми приділяють увагу лише 6% та 12% відповідно. Більшість викладачів вважає, що самостійна робота формує вміння працювати з книгою (91%), раціонально планувати свою діяльність (74%), виділяти головне (83%), здійснювати самоконтроль (53%). Що стосується способів управління, то переважно використовуються методичні рекомендації (87%) та комплекти завдань (92%). Отже, можна зробити висновок, що самостійній роботі у вищих навчальних закладах приділяється достатня увага, але здебільшого вона зосереджується на конспектуванні першоджерел, розв'язанні задач та вивченні окремих питань теми.

При вивченні ситуації, яка склалася в навчальному процесі з використання комп'ютерних засобів, також було проведено анкетування викладачів і студентів. У анкетуванні взяли участь 37 викладачів і 174 студента. Текст анкети (Б1) наведений у додатку Б. Запитання анкети були сформульовані так, щоб з'ясувати ступінь готовності викладачів і студентів до використання комп'ютерних засобів навчання з точки зору їх знайомства з програмним забезпеченням, уявлення про можливі шляхи використання комп'ютерів у навчанні.

Аналіз результатів анкетного опитування показав, що більшість студентів та викладачів знайомі з комп'ютерною технікою в достатній мірі для її використання в навчанні. Хоча слід відзначити, що спеціальна комп'ютерна підготовка дещо вище у студентів, ніж у викладачів. При відповіді на питання про знайомство з комп'ютером 64% студентів і 6% викладачів відповіли що знають одну з мов програмування, 97% студентів і 77% викладачів можуть вільно спілкуватися з комп'ютером. Це пояснюється тим, що анкетування проводилося серед викладачів, які безпосередньо не пов'язані з комп'ютером і вміння на них працювати не є професійно значущим фактором. Випускники ж загальноосвітніх навчальних закладів освоюють курс «Інформатика». Такий рівень підготовки цілком достатній, щоб використати вже існуючі комп'ютерні засоби.

Перспективи ж використання комп'ютерних засобів викладачами та студентами оцінюються достатньо високо (95 % викладачів і 93 % студентів вважають необхідним використання комп'ютера в навчанні). Проте мотивація використання різна: для викладачів на перше місце виступають мотиви, обумовлені розумінням ролі й можливостей комп'ютерних засобів («потрібно для майбутньої професійної діяльності» – 72 %; «розвиває творчі здібності» – 53 %), то для студентів головним є емоційний («більш цікаве навчання» – 71 %) і прагматичний мотиви («полегшує процес навчання» – 68 %). Слід зауважити, що на застосування комп'ютерів у навчальному процесі більший вплив мають об'єктивні фактори («відсутність навчальних

програм та методичних розробок» – 87 %), ніж суб'єктивні («недостатньо робочих місць» – 21 %, «відсутність комп'ютерів» – 10 %).

Що стосується оцінки ролі комп'ютера при вивченні окремих дисциплін, то тут перевага віддається і викладачами, і студентами традиційним видам діяльності: контроль знань студентів і тестування, виконання складних розрахунків при розв'язанні задач, опрацювання результатів лабораторного експерименту. Це свідчить про те, що в нинішній час недостатньо розроблено комп'ютерних засобів та методичних рекомендацій для більшості видів навчальної діяльності студентів.

Отже, можна зробити висновок, що існують як об'єктивні, так і суб'єктивні передумови використання комп'ютерних засобів в управлінні самостійною роботою студентів. До об'єктивних передумов слід віднести комп'ютеризацію та інформатизацію освіти, техніки, виробництва; потребу в спеціалістах, здатних працювати в умовах професійного застосування комп'ютерних технологій; пошук нових можливостей підвищення ефективності навчання. До суб'єктивних передумов – підготовленість студентів та викладачів до роботи з комп'ютерами; усвідомлення не лише можливості, але й потреби використання комп'ютерів при вивченні дисциплін, предметом яких не є безпосередньо обчислювальна техніка.

Для виявлення особливостей мотивації та готовності до самоуправління самостійною роботою майбутніх учителів було проведено опитування (анкета Б2, додаток Б). Обсяг вибірки – 53. У першому запитанні анкети студентам було запропоновано визначити обставини, що можуть завадити виконанню навчального завдання в призначений час. Серед запропонованих варіантів, найбільш вагомими виявились такі:

- «немає повного розуміння, як виконувати завдання» – 49 %;
- «помилка планування часу, залишили на останній день і часу не вистачило» – 43 %;
- «завдання не викликає інтересу, важко змусити себе цим займатися, навіть у разі необхідності» – 38 % .

Викладачам слід враховувати, що 23 % респондентів визначили як значиму обставину, що заважає систематичності навчальної праці, погане самопочуття, хворобу. Виявились суттєво менш вагомими (різниця в розподілах є значущою за критерієм Пірсона на рівні значущості 0,01) обставини, які відповідають орієнтації на зовнішню мотивацію, а саме: «є інші, більш важливі справи» (8 %); «виконання завдання не впливає на досягнення моїх життєвих цілей (не дає досвіду, який буде потрібен у житті)» (13 %); «виконання завдання не впливає на мої оцінки в університеті (система оцінювання слабо враховує результати цього завдання)» (6 %); «завдання таке складне (трудомістке), що виконати його все одно не можливо» (15 %). З цих результатів можна зробити висновок, що студенти, під час самостійної роботи зорієнтовані на пізнавальний інтерес, проте не мають достатнього досвіду самоуправління цією роботою, потребують детального роз'яснення порядку виконання завдання, що відповідає прямому управлінню самостійною роботою.

Цей висновок підтверджується результатами аналізу відповідей на друге запитання, в якому пропонується дати рекомендації викладачам, щоб покращити систематичність навчальної праці студентів. Найчастіше студенти рекомендують супроводжувати завдання детальною інструкцією (усною або письмовою) та забезпечувати ретельне планування процесу виконання завдання студентом:

- «ретельно розраховувати обсяг завдання» – 49 %;
- «проводити усну консультацію і демонстрації стосовно виконання завдань» – 45 %;
- «забезпечувати детальну письмову інструкцію до виконання завдань» – 43 %.

Вагомість інших варіантів значимо менше (за критерієм Пірсона на рівні значущості 0,01): «не давати на самостійну роботу творчих завдань, порядок виконання яких заздалегідь не відомий» (21 %); «не давати на самостійну роботу завдань репродуктивного характеру, виконувати які не

цікаво» (17 %); «забезпечити багаторазове нагадування із застосуванням засобів комунікації про близький час подання результатів» (13 %); «знижувати оцінки за порушення терміну виконання завдань» (6 %).

Результати анкетування впевнюють нас у наявності в майбутніх учителів позитивної мотивації до самостійної роботи, необхідності здійснювати управління самостійною роботою майбутніх учителів системно й неперервно з метою розвитку самостійності студентів, починаючи з прямого управління та з поступовим переходом через співуправління, побічне управління до самоуправління.

Виявлений нами стан справ, свідчить про наявність протиріччя між бажанням викладачів та студентів застосовувати в самостійній роботі комп'ютерні програмні засоби й недостатньою обізнаністю технології управління самостійною роботою студентів при використанні комп'ютерних засобів.

З урахуванням результатів теоретичних досліджень, проведених пілотних експериментальних досліджень (анкетування та педагогічне спостереження під час викладання відповідних дисциплін та апробації окремих комп'ютерних засобів у навчальному процесі) здійснено практичну реалізацію запропонованих способів застосування комп'ютерних засобів для управління самостійною роботою студентів у процесі навчання природничо-математичних дисциплін і був проведений порівняльний педагогічний експеримент.

Усебічний якісний аналіз та проведення кількісних вимірів результативності експериментальної роботи можливі лише завдяки обґрунтуванню об'єктивних показників та критеріїв їх оцінки. Вибір показників, у першу чергу, визначався метою та задачами дослідження та ґрунтується на показниках, які застосовуються при управлінні самостійною роботою (див. п. 1.2). При проведенні експерименту було вирішено використовувати такі критерії якості знань, як повнота, глибина та міцність. Адже в сучасних умовах, що постійно змінюються, найважливішим є набуття

глибоких знань, які могли б не тільки стати фундаментом для їх подальшого самостійного поповнення, але й надавали можливість швидко орієнтуватися в новій ситуації.

Під повнотою будемо розуміти кількість програмних знань про об'єкт, що вивчається. Глибина знань характеризується кількістю вагомих суттєвих зв'язків між даним знанням та іншими знаннями, які мають до нього відношення. Міцність полягає в тривалій фіксації в пам'яті системи суттєвих знань та способів їх використання або в готовності вивести необхідні знання, що ґрунтуються на інших опорних знаннях. Крім того, вибір даних показників обумовлено не тільки провідною їх роллю в системі критеріїв якості знань, але й на специфіці застосування комп'ютерних засобів в управлінні самостійною роботою студентів. Для кожної з цих якостей було розроблено певну методику вимірювання та визначено методи оцінювання результатів. При підготовці та проведенні експерименту ми дотримувалися висновків І. Лернера [82] відносно того, що якість знань формується на рівнях процесу засвоєння.

У сучасній педагогічній літературі використовуються різні способи кількісного оцінювання структури навчальних досягнень, її відповідності навчальному матеріалу, які базуються на виділенні елементів знань, тобто закінчених за змістом і формою суджень, подальший поділ яких втрачає смисл. При проведенні педагогічного експерименту використовували два способи оцінювання рівня знань студентів. Методика І. Підласого передбачає підрахування правильно виконаних елементів і визначення коефіцієнту засвоєння знань [232]. Методика Г. Єльнікової передбачає розподіл елементів знань на 3 групи: репродуктивного, частково-пошукового та творчого рівнів засвоєння знань і визначення коефіцієнтів засвоєння знань на кожному рівні [233].

Уміння студентів набувати знання самостійно з різних джерел визначалось в експерименті викладачем за рівнями на основі педагогічного спостереження. Високий рівень уміння набувати знання з різних джерел за

наявності таких ознак: студент ставить перед собою мету, правильно розуміє сутність і призначення вбудованої системи пошуку, знає види, структуру й принципи побудови систем пошуку, активно використовує різноманітні бібліографічні посібники, оперативно знаходить необхідне джерело в інформаційно-довідкових системах, грамотно оформляє посилання на джерело інформації. Для середнього рівня даного вміння властиво те, що діяльність студента в цілому характеризується вище зазначеними ознаками, однак мають місце недоліки, що не відбиваються істотно на результатах роботи. Для низького рівня характерна відсутність більшості названих рис.

Важливим параметром, який має досліджуватися при перевірці ефективності системи управління самостійною роботою, є розвиток самостійності студента. Будемо розглядати самостійність як готовність студентів без сторонньої допомоги оволодівати новими знаннями, новими способами дій. Рівні самостійності було виділено на основі робіт О. Євдокимова [234], О. Коваленко [235], М. Пісоцької [236], І. Трубавіної [237].

До першого (низького) рівня було віднесено студентів, для яких характерно здійснення пошукової діяльності за безпосередньою допомогою викладача. В основі організації самостійної роботи лежить діяльність за певним зразком, студенти виконують завдання за аналогією, бо в них знижена здатність до узагальнення. Для студентів цієї групи часто характерна безпорадність, їм важко розв'язати задачу при визначеній послідовності дій для отримання результату. Навчальний матеріал засвоюється після тривалих тренувань, при цьому студенти намагаються запам'ятати весь матеріал, не виділяючи головного та не встановлюючи зв'язки між об'єктами, що призводить до перенавантаження та зниження інтересу, і, як наслідок, – байдужість або негативне ставлення до самостійної роботи. Рівень сформованості самостійності в студентів цієї групи низький.

До другого (середнього) рівня було віднесено студентів, для яких характерно вести пошукову діяльність за допомогою викладача, при умові



чітко сформульованого завдання та створення умов для його прийняття. Студенти самі розв'язують задачу, здійснюють перевірку правильності її розв'язання, оцінюють кінцевий результат. Рівень оволодіння способами розв'язання задачі вимагає лише певної модифікації відомих способів, тобто перетворення, реконструкції, узагальнення на основі набутих раніше знань. Утруднення виникають у самостійному застосуванні знань у нових ситуаціях. На певному етапі розв'язування задачі студентам потрібен додатковий поштовх, після чого вони самостійно виконують завдання. У міркуваннях переважає описовість, не завжди обґрунтовуються застосовані знання. Прагнення до репродуктивної діяльності врівноважено з прагненням пошукової діяльності. Рівень сформованості самостійності в студентів цієї групи середній.

Третій рівень (відносно-високий) характеризує студентів, у яких переважає потяг до пошукової діяльності, вони здатні вести її з допомогою викладача або підручника. При цьому студенти отримують необхідні знання про етапи розв'язання проблеми, розподілу задачі на окремі частини, що дають у сукупності її розв'язок. При вирішенні проблеми студенти цієї групи можуть застосовувати різні способи розв'язання завдання або комбінувати декілька, і використовувати їх у відповідності до ситуації. У студентів досить виражена здатність розглядати предмет по-новому: зіставляти різні факти, робити глибокий та багатосторонній аналіз, осмислені узагальнення та обґрунтовані висновки. Вони володіють великим запасом знань і способами оперування ними, тому способи розв'язання проблеми раціональні і прості. Студенти мають підвищений інтерес до пошукової діяльності: із задоволенням конструюють нові способи пошукової діяльності, віддають перевагу дослідницьким роботам. Рівень сформованості самостійності у студентів цієї групи відносно високий.

Студенти, віднесені до четвертого (високого) рівня, здатні здійснити пошукову роботу без сторонньої допомоги. Для них характерна висока сприйнятливості до засвоєння нового матеріалу. Вони виконують складні

завдання, володіють певною мірою критичного мислення, висловлюючи свої погляди, намагаються їх довести і відстояти. Викладач надає науково-дослідницьке завдання, а студенти знаходять, ставлять і формують проблему, відтворюють знання та вміння, необхідні для її розв'язання, самі з'ясовують знання, яких не вистачає для розв'язання задачі та шляхи їх пошуку, розв'язують проблему, перевіряють правильність її розв'язання. Рівень оволодіння способом варіювання знань при розв'язанні проблеми залежить від можливості студентів знайти новий спосіб розв'язання задачі. Самостійність на цьому рівні передбачає застосування знань, умінь та навичок для створення нового способу вирішення завдань у новій нестандартній ситуації. Рівень сформованості самостійності у студентів цієї групи високий.

Ураховуючи особливості самостійної роботи із застосування комп'ютерних засобів, у даному експерименті розглянуто такі критерії:

- якість знань;
- рівень самостійності студентів;
- вміння самостійно набувати знання з різних джерел інформації.

Прийняті показники дозволяють з достатнім ступенем надійності оцінити ефективність розробленої системи навчання з точки зору дидактики.

Педагогічний експеримент здійснювався за трьома етапами: констатувальний, формувальний, контрольний (В. Євдокимов, Т. Агапова, І. Гавриш, Т. Олійник [238]).

На констатувальному етапі педагогічного експерименту було визначено експериментальну й контрольну групи як випадкові репрезентативні вибірки з цільової групи студентів і перевірено відсутність статистично значущих розбіжностей між розподілами досліджуваних показників у цих групах. Формувальний етап педагогічного експерименту передбачав проектування та впровадження в навчальний процес експериментальної групи комплекс комп'ютерних засобів управління самостійною роботою студентів, в той час як навчальний процес в

контрольної групі відбувався за умов традиційної організації самостійної роботи. На контрольному етапі педагогічного експерименту було визначено показники навчальних досягнень і самостійності студентів у контрольній та експериментальній групах, і проаналізовано отриманні результати із використанням методів математичної статистики.

Для одержання первісних даних та фіксації динаміки за обраними показниками на констатувальному етапі експерименту використовувались такі методи:

- діагностичні контрольні роботи з метою визначення рівня якості знань (повнота, глибина, міцність) та вивчення рівня їх сформованості;
- анкетування (із використанням напівзакритих та закритих анкет) з метою вивчення прагнення студентів самостійно вивчати новий матеріал, ступеня самостійності;
- бесіди з метою виявлення ставлення студентів до самостійної роботи, ступеня самостійності;
- спостереження з метою вивчення стану організації самостійної роботи і ступеня самостійності студентів.

Вибір об'єкту досліджень, планування експерименту, якісний та кількісний аналізи, а також статистична оцінка результатів навчання виконано з урахуванням відомих науково-методичних розробок (Д. Тетеріна [123], В. Беспалько [142], С. Архангельський [239], П. Воловик [240] і [241], М. Грабарь і К. Краснянська [242], А. Свиридов [243], А. Смирнов [244]).

Педагогічний експеримент з перевірки впливу запровадження розроблених педагогічних умов на ефективність комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки було проведено на базі Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди в процесі вивчення дисципліни „Методи обчислень” та на базі Криворізького державного педагогічного університету під час опрацювання дисципліни

„Методи обчислень та комп'ютерне моделювання” (розділ „Методи обчислень”). Експериментом були охоплені студенти, які навчаються за напрямками 6.040203 «Фізика», 6.040201 «Математика», 6.040302 «Інформатика». На підставі середніх балів з окремих предметів було сформовано контрольну та експериментальну групи. Кількість студентів експериментальної групи (Е) становила 92 особи, а контрольної (К) – 82 особи. Загальна кількість студентів, що приймали участь в експерименті становила 174 особи.

При організації та проведенні експерименту ми враховували, що студенти контрольної та експериментальної груп працювали за одними програмами. Протягом року при проведенні занять в експериментальних групах впроваджувалось комп'ютерно орієнтоване управління самостійною роботою студентів. У контрольних групах заняття відбувалися із застосуванням традиційних підходів до організації самостійної роботи. Наприкінці навчального року оцінювалися результати експерименту.

### **3.2. Визначення та аналіз вихідних даних для оцінки ефективності комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки**

На початку експерименту було проаналізовано навчальний матеріал із навчальних дисциплін природничо-математичного циклу, які було обрано для проведення експерименту: «Методи обчислень» і «Методи обчислень та комп'ютерне моделювання» (М. Лященко, М. Головань [245], Л. Турчак [246], Г. Форсайт, М. Малькольм, К. Молер (G. Forsythe, M. Malcolm, C. Moler) [247], Е. Ейх-Соллер, К. Фюрер (E. Eich-Soellner, C. Führer) [248], С. Чапра, Р. Канале (S. Chapra, R. Canale) [249], Р. Хаммінг (R. Humming) [250]. Для визначення повноти, глибини знань та рівня засвоєння знань розроблено діагностичні письмові роботи, які містили спеціально розроблені конкретні завдання на розкриття сутності понять і характеристики їх змісту, зв'язків і відношень з іншими поняттями (Додаток Г).

На констатувальному етапі експерименту було виявлено початковий рівень знань студентів експериментальної та контрольної груп. Вихідний стан груп визначався за результатами контрольної роботи. Крім досліджуваних показників на одержані дані впливає безліч факторів, які пов'язані з особливістю підбору завдань, психофізіологічним станом студента та викладача, особливостями процедури проведення контрольної роботи. Тому для доведення можливості розповсюдження цих результатів на всю генеральну сукупність застосовано апарат індуктивної статистики, зокрема, перевірку статистичних гіпотез.

Використання контрольної роботи для розподілу студентів за рівнями знань, умінь та навичок вимагало обґрунтування валідності завдань контрольної роботи. Для цього було застосовано рангову кореляцію за Спірменом [251, с. 160], що не залежить від характеру розподілу ознак, що корелюються. Ідея методу полягає в тому, що різним значенням присвоюються ранги, які визначаються числами, та знаходять коефіцієнти рангової кореляції між  $n$  парами рангів за формулою

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n(n^2 - 1)} \quad (3.1)$$

де  $x_i$  - ранг  $i$ -го респондента за першою ознакою,

$y_i$  - ранг  $i$ -го респондента за другою ознакою,

$n$  - кількість респондентів, що беруть участь в експерименті.

Вірогідність отриманих результатів визначається за значенням

статистики  $T = |r_s| \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}}$ ,

де  $r_s$  - коефіцієнт рангової кореляції за Спірменом,

$n$  - кількість респондентів.

Для перевірки валідності застосуємо середній бал оцінки екзаменів з математичного аналізу, алгебри та теорії чисел, інформатики. Це пов'язано з тим, що курси «Методи обчислень» і «Методи обчислень та комп'ютерне

моделювання» є, з одного боку, продовженням математичної підготовки студентів, а з іншого - вони базуються на володінні студентами інформаційними технологіями.

Присвоїмо максимальному середньому балу ранг 1, наступному за максимальним – ранг 2 і т.д. Якщо однаковий середній бал мають декілька студентів, то кожному з них присвоюється ранг, що дорівнює середньому арифметичному декількох рангів. За аналогічною схемою присвоюються ранги за оцінкою контрольної роботи.

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Результати розрахунків валідності контрольної роботи за Спірменом

Група	Коефіцієнт рангової кореляції	Значення статистики
Е	0,63	4,20
К	0,61	4,01

При співставленні емпірично отриманих даних з таблицею квантилей розподілу Стюдента для рівня значущості  $\alpha = 0,05$  було доведено вірогідність зв'язків, тобто статистична перевірка дозволила стверджувати, що завдання контрольної роботи є валідними за двома сукупностями. Узагальнені результати контрольної роботи зведено до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Результати контрольної роботи на констатувальному етапі експерименту

Група	Оцінки				середній бал	Успішність, %	Якісний показник, %
	5 %	4 %	3 %	2 %			
Е	4,3	29,3	62,1	4,3	3,3	95,7	33,7
К	3,7	31,7	61,0	3,6	3,4	96,3	35,4

Для графічного подання розподілу оцінок скористаємося полігонами

частот [252]. Отримані дані свідчать, що середній рівень знань студентів на констатувальному етапі експерименту був приблизно однаковий в експериментальній та контрольній групах (рис. 3.1).

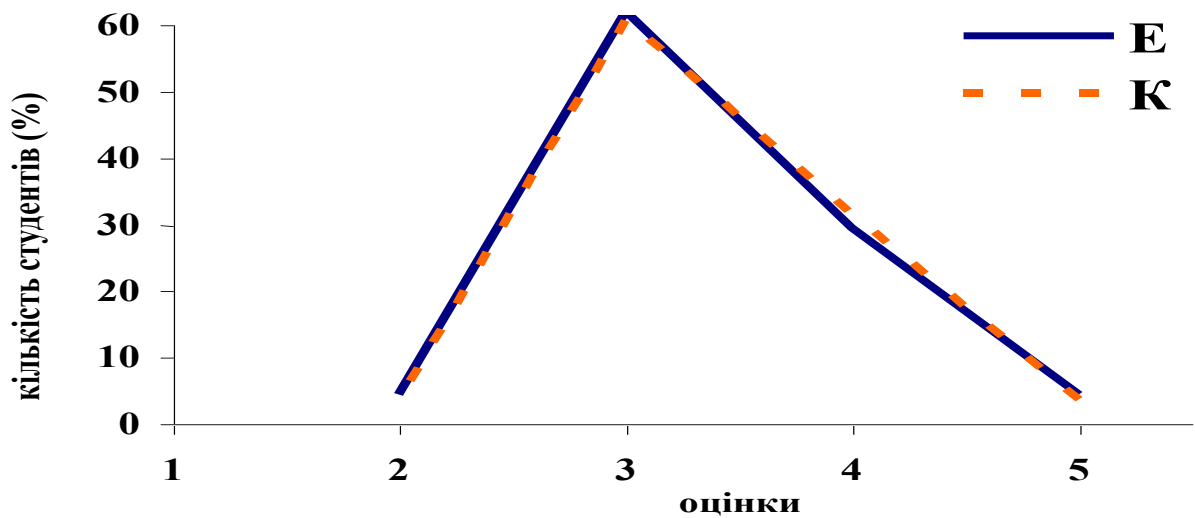


Рис. 3.1 Розподіл оцінок у експериментальній та контрольній групах на констатувальному етапі експерименту

Скористаємося непараметричними методами математичної статистики, зокрема критерієм Пірсона, для порівняння експериментальної та контрольної груп за деякою властивістю (М. Грабарь, К. Краснянська [242]). Сутність даного методу полягає в тому, що для заданого рівня значущості порівнюються критичне значення та емпіричне значення, отримане за формулою:

$$T = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \cdot \sum_{i=1}^c \frac{(n_1 \cdot O_{2i} - n_2 \cdot O_{1i})^2}{O_{1i} + O_{2i}} \quad (3.2),$$

де  $n_1$  - кількість об'єктів першої вибірки;

$n_2$  - кількість об'єктів другої вибірки;

$c$  - кількість категорій у шкалі найменувань;

$O_{ji}$  - значення елементів таблиці, що вказує кількість об'єктів  $j$ -ої вибірки, що стосуються  $i$ -ої категорії.

Якщо критичне значення, що визначається за таблицею зі ступенем вільності  $v=c-1$  на обраному рівні значущості  $\alpha$ , менше отриманого емпіричного значення  $T$ , то нульова гіпотеза відхиляється на рівні значущості

$\alpha$  і приймається альтернативна гіпотеза. Це означає, що розподіл об'єктів на  $c$  категорій за даною властивістю є різним у двох вибірках, які розглядаються.

Якщо критичне значення виявилось більше за отримане емпіричне значення  $T$ , то підстав відхиляти нульову гіпотезу недостатньо, тобто не достатньо підстав вважати дану властивість відмінною в обох вибірках, які розглядаються.

Було висунуто нульову гіпотезу, що експериментальна та контрольна групи за розподілом оцінок є випадковими вибірками з однієї генеральної сукупності та альтернативну – експериментальна та контрольна групи за розподілом оцінок не є випадковими вибірками з однієї генеральної сукупності. Для перевірки гіпотез було виділено чотири статистичні категорії. До першої категорії увійшли студенти, які отримали за контрольну роботу оцінку «п'ять», до другої – оцінку «чотири», до третьої – оцінку «три», до четвертої оцінку «два». Результати було зведено до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Розподіл студентів за результатами контрольної роботи на констатувальному етапі експерименту

Група	Категорії оцінок			
	2	3	4	5
Е	4	57	27	4
К	3	50	26	3

Після підстановки даних з таблиці у формулу 3.2 на констатувальному етапі експерименту дістаємо  $T = 0,19$ . Для числа ступенів вільності  $\nu = 3$  та заданого рівня значущості  $\alpha = 0,05$  критичне значення критерію  $T_{кр} = 7,81$  (М. Грабарь, К. Краснянська [242]).

У відповідності з правилом прийняття рішення за критерієм Пірсона, немає підстав відхиляти нульову гіпотезу, так як  $T < T_{кр}$ . Отже, будемо вважати експериментальну та контрольну групи приблизно однаковими за розподілом знань, умінь та навичок.



Для перевірки повноти засвоєння навчального матеріалу застосовувався метод поелементного аналізу. З цією метою в завданнях виділялися елементи знань, що визначені програмою навчання як обов'язкові для засвоєння (додаток Г). При перевірці робіт студентів фіксувалась кількість елементів, що використовувалися кожним студентом. Для порівняння ефективності виконання роботи студентами експериментальної і контрольної груп обчислювався коефіцієнт повноти засвоєння матеріалу за формулою:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{a \cdot n} \quad (3.3),$$

де  $a_i$  - кількість вірно визначених елементів знань  $i$ -м студентом;

$a$  - загальне число необхідних елементів знань;

$n$  - кількість студентів, що виконали роботу.

На констатувальному етапі середнє значення коефіцієнта повноти засвоєння навчального матеріалу у експериментальній групі становив 0,69, а у контрольній групі – 0,7. Тобто розподіл студентів за повнотою знань був приблизно однаковий у контрольній та експериментальній групах.

У залежності від значення коефіцієнта повноти засвоєння матеріалу було виділено чотири рівні сформованості цього критерію:

- високий ( $k > 0,9$ );
- відносно високий ( $0,75 < k \leq 0,9$ );
- середній ( $0,6 < k \leq 0,75$ );
- низький ( $k \leq 0,6$ ).

Узагальнені результати про розподіл студентів за рівнями повноти знань за результатами контрольних робіт наведені в таблиці 3.4 та на рис. 3.2.

Таблиця 3.4

Розподіл студентів за рівнями сформованості повноти знань

Група	<i>Рівні сформованості повноти знань</i>							
	Низький		Середній		Відносно високий		Високий	
	кількість	%	кількість	%	кількість	%	кількість	%
Е	34	37,0	28	30,4	22	23,9	8	8,7
К	22	26,8	32	39,0	24	29,3	4	4,9

Отримані результати дають підстави зробити висновок, що на констатувальному етапі дослідження розподіл студентів за рівнями сформованості повноти знань у контрольній та експериментальній групах був практично однаковий.

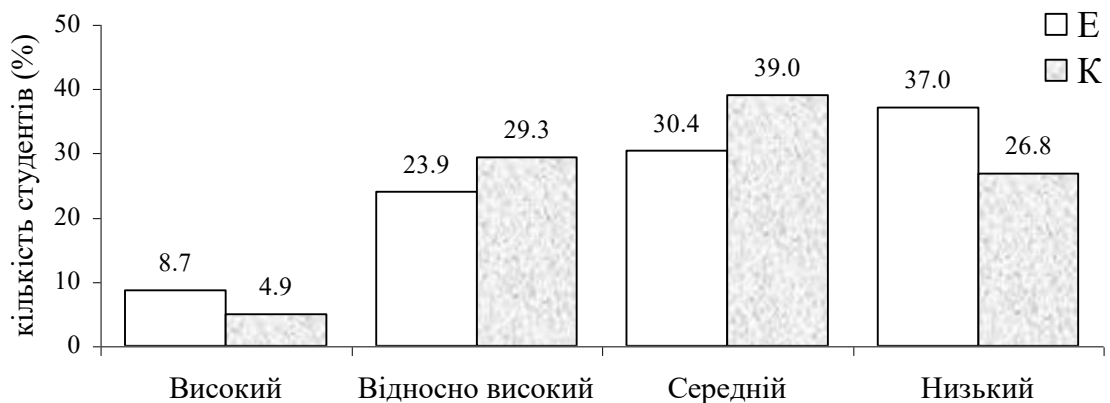


Рис. 3.2. Розподіл студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості повноти знань.

Перевіримо за допомогою критерію Пірсона, що розподіл студентів у контрольній та експериментальній групах не суперечить вимогам до формування цих груп як випадкових вибірок з однієї генеральної сукупності. Було висунуто нульову гіпотезу, що експериментальна та контрольна групи мають однаковий розподіл студентів за рівнями сформованості повноти знань та альтернативну – про суттєву різницю розподілів студентів

контрольної та експериментальної груп за рівнями повноти знань.

Після підстановки даних з таблиці до формули 3.2 дістаємо  $T = 3,7$ . Для числа ступеня вільності  $\nu = 3$  та заданого рівня значущості  $\alpha = 0,05$  критичне значення критерію  $T_{кр} = 7,81$  (М. Грабарь, К. Краснянська [242]). У відповідності з правилом прийняття рішення за критерієм Пірсона, нема підстав відхиляти нульову гіпотезу, так як  $T < T_{кр}$ . Отже, приймається нульова гіпотеза про однаковий розподіл студентів експериментальної та контрольної груп за рівнем повноти засвоєння знань.

Визначення глибини засвоєння навчального матеріалу здійснювалось шляхом порівняння правильно визначених зв'язків між структурними елементами. При перевірці контрольних робіт фіксувалась кількість правильно визначених зв'язків кожним студентом. Для кількісного аналізу використовувався коефіцієнт глибини засвоєння матеріалу за формулою:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{a \cdot n}, \quad (3.4)$$

де  $a_i$  - кількість вірно визначених зв'язків  $i$ -м студентом;

$a$  – загальна кількість зв'язків;

$n$  - кількість студентів, що встановили визначені зв'язки.

Середні значення коефіцієнта глибини засвоєння знань під час констатувального експерименту були приблизно однакові у експериментальній та контрольній групах – 0,73 і 0,74 відповідно.

Крім того, глибина знань визначалась за рівнями:

- високий – студенти визначили переважну більшість зв'язків;
- відносно високий – студенти визначили більшість зв'язків;
- середній – студенти визначили менше половини зв'язків;
- низький – студенти практично не вказали визначених зв'язків.

Узагальнені результати, наведені в таблиці 3.5 та їх графічне відображення рис. 3.3.

Таблиця 3.5

Розподіл студентів експериментальних та контрольних груп за рівнями глибини засвоєння знань

Група	Рівні сформованості глибини знань							
	Низький		Середній		Відносно високий		Високий	
	кількість	%	кількість	%	кількість	%	кількість	%
Е	34	37,0	22	23,9	28	30,4	8	8,7
К	22	26,8	28	34,1	28	34,1	4	4,9

Отримані результати дали підстави зробити висновок, що на констатувальному етапі дослідження розподіл студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями глибини засвоєння знань був практично однаковий.

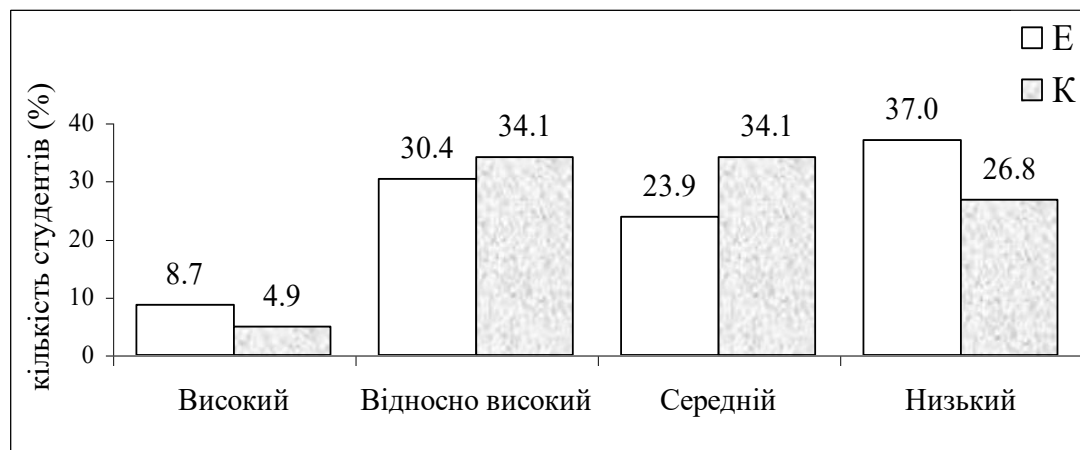


Рис. 3.3. Розподіл студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями глибини засвоєння знань.

Було порівняно розподіл студентів контрольної та експериментальної груп, скориставшись критерієм Пірсона. Нульова гіпотеза припускала, що експериментальна та контрольна групи мають однаковий розподіл студентів за рівнями сформованості глибини знань, а альтернативна, що існує суттєва відмінність у розподілі студентів контрольної та експериментальної груп за рівнями знань.

У констатувальному експерименті за результатами обчислень  $T = 4,06$ . Для числа ступеня вільності  $\nu = 3$  та заданого рівня значущості  $\alpha = 0,05$  критичне значення критерію дорівнює  $T_{кр} = 7,81$  (М. Грабарь, К. Краснянська [242]). У відповідності з правилом прийняття рішення за критерієм Пірсона, на констатувальному етапі експерименту немає підстав відхилити нульову гіпотезу, так як  $T < T_{кр}$ . А, отже, експериментальну та контрольну групи були приблизно однаковими за розподілом глибини знань.

При застосуванні методики Г. Єльнікової [241] в діагностичній контрольній роботі було визначено елементи знань репродуктивного, частково-пошукового, творчого рівнів.

Коефіцієнт засвоєння знань на репродуктивному рівні визначався за формулою:

$$k_1 = \frac{a_1}{n_1}, \quad (3.5)$$

де  $a_1$  – кількість елементів репродуктивного рівня, що засвоїв студент;

$n_1$  – загальна кількість елементів репродуктивного рівня.

Коефіцієнт засвоєння знань на частково-пошуковому рівні визначався за формулою:

$$k_2 = \frac{a_2}{n_2}, \quad (3.6)$$

де  $a_2$  – кількість елементів частково-пошукового рівня, що засвоїв студент;

$n_2$  – загальна кількість елементів частково-пошукового рівня.

Коефіцієнт засвоєння знань на творчому рівні визначався за формулою:

$$k_3 = \frac{a_3}{n_3}, \quad (3.7)$$

де  $a_3$  – кількість елементів творчого рівня, що засвоїв студент;

$n_3$  – загальна кількість елементів творчого рівня.

Визначення коефіцієнтів засвоєння знань на репродуктивному, частково-пошуковому та творчому рівнях склало підставу для

характеристики рівня знань кожного студента. Частку студентів, що повністю засвоїли елементи знань відповідного рівня наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Частка студентів, що повністю засвоїли елементи знань відповідного рівня на констатувальному етапі педагогічного експерименту

Група	Рівні знань					
	Репродуктивний рівень		Частково-пошуковий рівень		Творчий рівень	
	кількість	%	кількість	%	кількість	%
Е	63	68,5	27	29,3	2	2,2
К	57	69,5	23	28,1	2	2,4

За отриманими даними на констатувальному етапі експерименту розподіл студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями знань був приблизно однаковий (рис. 3.4).

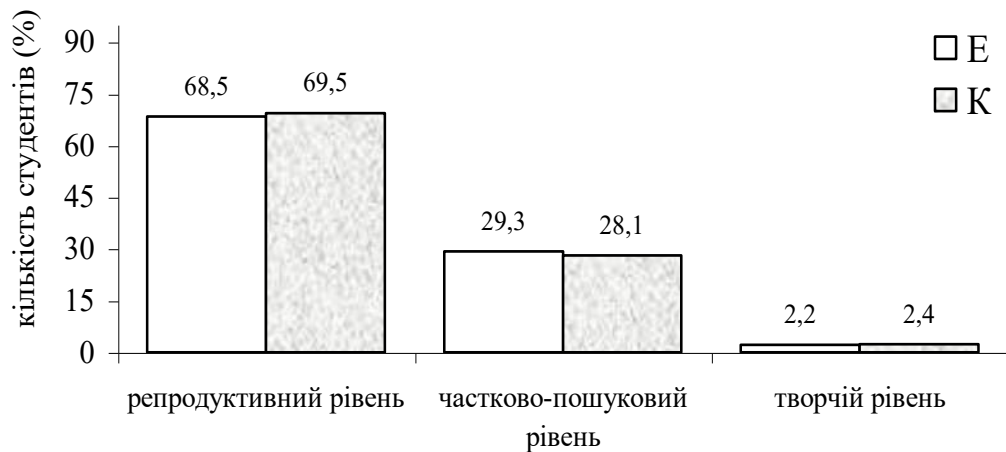


Рис. 3.4. Частка студентів, що повністю засвоїли елементи знань відповідного рівня на констатувальному етапі педагогічного експерименту

Для оцінки середнього рівня студентів експериментальної та контрольної групи було обчислено середні коефіцієнти засвоєння знань.

Середнє значення коефіцієнту засвоєння знань на репродуктивному

рівні визначалось за формулою:

$$K1 = \frac{\sum_{i=1}^N k_{1i}}{N}, \quad (3.8)$$

де  $k_{1i}$  – коефіцієнт засвоєння знань на репродуктивному рівні;

$N$  – кількість студентів у групі.

Середнє значення коефіцієнту засвоєння знань на частково-пошуковому рівні визначалось за формулою:

$$K2 = \frac{\sum_{i=1}^N k_{2i}}{N}, \quad (3.9)$$

де  $k_{2i}$  – коефіцієнт засвоєння знань на частково-пошуковому рівні;

$N$  – кількість студентів у групі.

Середнє значення коефіцієнту засвоєння знань на творчому рівні визначалось за формулою:

$$K3 = \frac{\sum_{i=1}^N k_{3i}}{N}, \quad (3.10)$$

де  $k_{3i}$  – коефіцієнт засвоєння знань на творчому рівні;

$N$  – кількість студентів у групі.

Результати обчислення подано в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Середні значення коефіцієнту засвоєння знань за рівнями на констатувальному етапі експерименту

Група	Репродуктивний рівень	Частково-пошуковий рівень	Творчий рівень
	$K1_{\text{конст}}$	$K2_{\text{конст}}$	$K3_{\text{конст}}$
Е	0,98	0,76	0,40
К	0,98	0,80	0,37

Аналіз отриманих даних показав, що середні коефіцієнти засвоєння знань на репродуктивному, частково-пошуковому та творчому рівнях на

констатувальному етапі експерименту в контрольній та експериментальній групах близькі.

Основні результати про рівень сформованості вміння набувати знання з різних джерел інформації були зібрані з використанням таких методів дослідження як спостереження, анкетування, індивідуальні бесіди, діагностична контрольна робота. Це вміння розглядалось за трьома рівнями сформованості.

Вміння набувати знання з різних джерел фіксувалося шляхом спостереження, проведення індивідуальних бесід та написання рефератів під час констатувального етапу експерименту. Узагальнені результати дослідження наведені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Розподіл студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями сформованості вміння набувати знання з різних джерел

Група	Рівні набуття знань з різних джерел					
	Низький		Середній		Високий	
	Кількість	%	Кількість	%	Кількість	%
Е	32	34,8	50	54,3	10	10,9
К	24	29,3	48	58,5	10	12,2

За допомогою критерію Пірсона покажемо, що розподіл студентів за рівнями уміння набувати знання з різних джерел не суперечить вимогам щодо підбору студентів до контрольної та експериментальної груп. Було висунуто нульову гіпотезу, що за рівнями вміння набувати знання з різних джерел експериментальна й контрольна групи є випадковими вибірками з однієї генеральної сукупності та альтернативну – про суттєву розбіжність розподілів студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями зазначеного вміння.



Розрахунки за формулою 3.2 показують, що на констатувальному етапі експерименту  $T = 0,61$ . Для числа ступеня вільності  $v = 2$  та заданого рівня значущості  $\alpha = 0,05$  критичне значення критерію  $T_{кр} = 5,99$  (М. Грабарь, К. Краснянська [242]). У відповідності з правилом прийняття рішення за критерієм Пірсона, немає підстав відхилити нульову гіпотезу, так як  $T < T_{кр}$ , отже можна вважати експериментальну та контрольну групи приблизно однаковими за розподілом рівнів уміння набувати знання з різних джерел.

Для аналізу самостійності студентів на констатувальному етапі експерименту спочатку розглядалось ставлення студентів до самостійної роботи на основі анкетного опитування (додаток А). Результати наведені в таблиці 3.9 свідчать, що експериментальна та контрольна групи не відрізнялися за відношенням до самостійної роботи.

Таблиця 3.9

Ставлення студентів до самостійної роботи на констатувальному етапі експерименту (%)

Група	Регулярно	Час від часу	Рідко	Не займаються
Е	37,0	28,3	21,7	13,0
К	39,0	26,8	19,5	14,6

За результатами індивідуальних бесід, спостережень за студентами, а також після аналізу діагностичних робіт, було визначено рівень самостійності студентів експериментальної та контрольної груп: низький, середній, відносно високий і високий (табл. 3.10). Аналіз отриманих даних свідчить, що на констатувальному етапі експерименту рівень самостійності експериментальної та контрольної груп був приблизно однаковий.

Таблиця 3.10

## Розподіл студентів за рівнями самостійності

Група	Низький		Середній		Відносно-високий		Високий	
	кількість	%	кількість	%	кількість	%	кількість	%
Е	10	10,9	48	52,2	28	30,4	6	6,5
К	10	12,2	40	48,8	28	34,1	4	4,9

За допомогою критерію Пірсона покажемо, що розподіл студентів за рівнями самостійності не суперечить вимогам щодо підбору студентів до контрольної та експериментальної груп. Було висунуто нульову гіпотезу, що експериментальна та контрольна групи є випадковими вибірками з однієї генеральної сукупності за рівнями самостійності та альтернативну – про суттєву різницю розподілів студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями самостійності.

Розрахунки показують, що при обчисленні за формулою (3.2) на констатувальному етапі експерименту  $T = 0,55$ . Для числа ступеня вільності  $\nu = 3$  та заданого рівня значущості  $\alpha = 0,05$  критичне значення критерію  $T_{кр} = 7,81$  (М. Грабарь, К. Краснянська [242]). У відповідності з правилом прийняття рішення за критерієм Пірсона нема підстав відхиляти нульову гіпотезу, так як  $T < T_{кр}$ , а, отже, немає підстав для відхилення нульової гіпотези, що свідчить про правильний підбір контрольної та експериментальної груп для проведення педагогічного експерименту.

Отже, проведене експериментальне дослідження на констатувальному етапі дає змогу дістатися таких висновків.

На констатувальному етапі експерименту було проведено діагностичні контрольні роботи, валідність яких було доведено методом рангової кореляції Спірмена, було зібрано інформацію про якість знань студентів, засвоєння знань на репродуктивному, частково-пошуковому й творчому

рівнях, самостійність студентів і вміння набувати знання з різних джерел інформації.

Аналіз результатів констатувального етапу експерименту показав, що експериментальна та контрольна групи є випадковими вибірками з однієї генеральної сукупності за всіма розглянутими критеріями, що відповідає вимогам до підбору контрольної та експериментальної груп для проведення порівняльного педагогічного експерименту. Отримані дані констатувального етапу експерименту є вихідними для оцінки впливу застосування комплексу комп'ютерних засобів на рівень засвоєння знань і окремі їх якості (повнота, глибина, міцність), самостійності студентів і сформованості вміння набувати знання з різних джерел.

### **3.3. Комп'ютерно орієнтоване управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки під час педагогічного експерименту**

На формувальному етапі порівняльного педагогічного експерименту в експериментальній групі було впроваджено комп'ютерно орієнтоване управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі навчання дисциплін «Методи обчислень», «Методи обчислень та комп'ютерне моделювання» відповідно до запропонованих педагогічних умов на базі навчальних посібників [133], [95], [253] колективу авторів під керівництвом Л. Білоусової, які зорієнтовані на таке управління самостійною роботою. Також, у процесі самостійної роботи студенти використовували інші джерела інформації, зокрема, традиційні підручники. У контрольних групах вивчення студентами матеріалу відбувалося за допомогою традиційних підручників (М. Лященко й М. Головань [245], Л. Турчак [246] та інших) без застосування комп'ютерно орієнтованого управління самостійної роботи. Студенти контрольної групи, також, мали доступ і користувались інформаційними ресурсами Інтернет.

Розглянемо постановку навчальних дисциплін «Методи обчислень»,

«Методи обчислень та комп'ютерне моделювання» в експериментальних групах, ураховуючи особливості управління самостійною роботою студентів при застосування комп'ютерних програмних засобів.

На підставі аналізу програм курсів було виявлено навчальний матеріал, що може бути опанований студентами самостійно, а також визначено рівень його опанування, виділено матеріал для частково-пошукового та дослідницького методів навчання. Роботу над курсом сплановано як систему лекційних, лабораторних та самостійних занять. Контроль за опрацюванням матеріалу, що вивчався самостійно, організовано шляхом опитування та виконання контрольних робіт, що містять питання з відповідного фрагменту навчального матеріалу.

Стосовно особливості навчального матеріалу з методів обчислень і комп'ютерного моделювання, маємо зазначити, що різноманітність практичних задач, що потребує застосування обчислювального експерименту, породила й достатньо широкий спектр методів, і кожен з них має свої границі застосування, свою специфіку. Вміння орієнтуватися в арсеналі засобів прикладної математики й комп'ютерного моделювання, критично оцінити ситуацію, правильно вибрати серед існуючих методів найбільш ефективний у запропонованій конкретній ситуації, вміння поєднувати різні методи в ході розв'язування задачі, вміння оцінювати точність одержаних результатів та границі їх застосування – все це вимагає глибокого розуміння сутності методів моделювання, наявності власного досвіду їх застосування для розв'язування різних задач. У рамках звичайного заняття викладачу важко сформувати означені навички на належному рівні. Постановка дисциплін, що забезпечує такого роду підготовку студентів, повинна спиратися на ефективне використання лабораторного практикуму з курсу. Отже, важливим є набуття вмінь комп'ютерного моделювання, яке засновано на реалізації математичної моделі.

Отже, основу самостійної роботи в експериментальній групі складав

лабораторний практикум, який було побудовано на дослідницькому методі навчання (Л. Білоусова, Т. Белявцева, Л. Пономарьова О. Колгатін, Л. Колгатіна [133]). Студенту не повідомляються готові знання, не надаються готові рішення, а ставиться проблема, за якою організується самостійна дослідницька діяльність. Така робота характеризується, з одного боку, поступовим ускладненням змісту пізнавальних задач, що пропонуються для експериментального дослідження, а з іншого, – відповідним підвищенням рівня самостійності студента при їх розв'язанні. Позитивний вплив дослідницького методу навчання на процес підготовки майбутніх фахівців не викликає сумніву, проте практичне впровадження такого методу навчання не є розповсюдженим. Це пов'язано з певними труднощами. Серед них слід відмітити такі як (Колгатіна Л.С. [225]):

- необхідність перебудови всього навчального курсу з метою визначення змісту навчального матеріалу, яким студент повинен оволодіти самостійно в ході навчальних досліджень;

- складність та трудомісткість розробки програмного та методичного забезпечення дослідницької роботи студентів;

- необхідність подолання «опору матеріалу» перетворення традиційного лабораторного практикуму в серію досліджень нашоується на психологічну невідповідність студентів до такого роду роботи.

Необхідно відзначити, що епізодичне використання навчальних досліджень у лабораторному практикумі за принципом «час від часу» недоцільно. Практика показала, що в цьому випадку студенти не усвідомлюють сутності запропонованих їм завдань, а недостатній рівень дослідницьких вмінь привносить у їх діяльність елементи хаотичності та безсистемності. У результаті найліпшою формою проведення практикуму для більшості студентів виявляється звична робота за інструкцією. Вибір дослідницького методу навчання зумовлено такими міркуваннями. Навчальний матеріал зазначених дисциплін пов'язаний з фундаментальними поняттями та теоремами, є дуже різноманітним як за змістом, так і за

складністю – від достатньо простого та доступного до надзвичайно складного для усвідомлення. У першому випадку студент може зробити самостійні кроки для самостійного «перевідкриття» на основі засвоєного раніш. У другому – для забезпечення більш глибокого усвідомлення та засвоєння матеріалу доцільно сформувати певну підготовленість студента до сприйняття цього матеріалу шляхом набуття власного досвіду взаємодії з явищами чи об'єктами (або їх моделями), що мають вивчатися. Дослідницький метод навчання найбільш зближує пізнавальну діяльність студента з методами наукового пізнання та надає можливість провести студента через усі етапи наукового експерименту. А це сприяє формуванню самостійного мислення студентів, уміння визначати різні шляхи вирішення поставленої перед ними проблеми, аналізувати її ефективність, приймати обґрунтовані рішення у нетипових ситуаціях. Застосувати дослідницький метод у навчанні зумовила й поява предметно- та професійно-орієнтованих систем, що надають педагогу комфортне середовище, в яке органічно вписуються експериментальні дослідження ситуацій типу «що-якщо». Такі середовища дозволяють користувачеві оперувати категоріями даної предметної області, застосовувати відповідну загально вживану символіку. Автоматичне виконання типових операцій, убудована система розв'язування стандартних задач, зручні засоби перетворення отриманої чи наданої інформації до найбільш прийнятної форми – все це сприяє суттєвому підвищенню ефективності роботи користувача. Серед універсальних середовищ підтримки математичної діяльності найбільшого розповсюдження на час початку експериментальної роботи набули такі пакети, як Derive, MathCAD, Mathematica.

Спроекований комплекс комп'ютерних засобів для управління самостійною роботою дослідницького характеру наведено в табл. 3.11. Основу комплексу склав комплект педагогічних програмних засобів (комп'ютерних моделей для проведення навчальних досліджень щодо особливостей певних чисельних методів), створених у середовищі MathCAD

з використанням убудованих засобів програмування (див. додаток Д). У педагогічному експерименті було застосовано РТС Mathcad Express, що надає на постійній основі доступ до вибраних функцій РТС Mathcad і є безкоштовним [254]. Інтеграцію компонентів комплексу забезпечено на платформі системи управління навчальною діяльністю Moodle.

Таблиця 3.11

Застосування комп'ютерних засобів управління самостійною роботою студентів у процесі проведення порівняльного педагогічного експерименту

<b>Назва етапу управління самостійною роботою</b>	<b>Комп'ютерні засоби та способи їх застосування</b>
1	2
<i>збирання інформації</i>	<p>Для аналізу наявних методів та засобів навчання використовувалися ресурси Інтернет, зокрема пошукові системи Google, Meta, пошукові системи та ресурси наукових бібліотек:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nbuv.gov.ua;</li> <li>• korolenko.kharkov.com;</li> <li>• www.dnpb.gov.ua;</li> </ul> <p>сайт Міністерства науки і освіти України (mon.gov.ua), сайти закладів вищої освіти, зокрема:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Харківського національного педагогічного університету імені Г.С.Сковороди (hnpu.edu.ua);</li> <li>• Криворізького державного педагогічного університету (https://kdpu.edu.ua);</li> <li>• Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького</li> </ul>

	<p>(<a href="https://mdpu.org.ua">https://mdpu.org.ua</a>);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Херсонського державного університету (<a href="http://www.kspu.edu/">http://www.kspu.edu/</a>) та інші.</li> </ul> <p>Було використано й інші електронні ресурси, які зазначені в переліку використаних джерел дисертації.</p> <p>Для визначення показників знань і вмінь студентів було застосовано систему педагогічної діагностики <i>Експерт</i> (Л. І. Білоусова, О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна [255]) для тестування в локальній мережі та засоби тестування <i>Moodle</i> для on-line тестування. Для опрацювання результатів діагностики було застосовано вбудовані засоби означених систем тестування та діагностики, додатково було застосовано табличний процесор Excel.</p>
<p><i>постановка завдання</i></p>	<p>Для визначення обсягу навчального матеріалу для самостійної роботи було використано перелічені вище ресурси в систематизованому вигляді та інструктивні матеріали відповідних закладів вищої освіти (сайти закладів вищої освіти).</p> <p>Створено сайт навчальної дисципліни в середовищі Moodle, на якому розміщено необхідні дидактичні ресурси або відповідні посилання, підготовлено завдання в тестовій, створено <i>Чат, Форум, Глосарій</i>, активовані засоби зворотного зв'язку, такі як <i>Семинар і Завдання</i>. Для реалізації різних видів управління</p>



	<p>засобами <i>Moodle</i> було створено відповідні групи, для яких реалізовано окремий доступ до тих чи інших ресурсів електронного курсу (див. додаток Е, рис. 3.1 і 3.2). Налаштовано <i>Журнал оцінок</i> і систему оцінювання.</p> <p>В локальній мережі університету розміщено програмне забезпечення навчальної дисципліни, зокрема, середовище <i>MathCAD</i>, та засоби загального призначення (браузери, файлові менеджери, текстові процесори, табличні процесори, засоби підготовки презентацій тощо).</p> <p>Розроблено в середовищі <i>MathCAD</i> і розміщено на сайті навчальної дисципліни комплект педагогічних програмних засобів – комп'ютерних моделей для проведення навчальних досліджень щодо особливостей певних чисельних методів до кожної теми (<i>cm1, cm2_1, cm2_2, cm3, cm4, cm5, cm6, cm7, cm8, cm9, cm10, cm11, cm12, cm13, cm14, cm15, cm16</i>). Зміст і інтерфейс цих програмних засобів наведено у додатку Д.</p>
<p><i>прийняття рішення</i></p>	<p>В електронному курсі, що створено в середовищі <i>Moodle</i>, здійснено розподіл студентів-учасників на групи стосовно обраному виду управління. Для кожної групи підготовлено завдання за варіантами, сформовані тести (модуль <i>Тест</i>). Здійснено остаточне налаштування електронного курсу стосовно обраних способів управління.</p>

<i>реалізація рішення</i>	система управління навчальною діяльністю <i>Moodle</i> ; інформаційні ресурси Інтернет; пошукові системи; вбудована система тестування та моніторингу <i>Moodle</i> ; <i>MathCAD</i> ; комп'ютерні засоби комунікації (вбудовані засоби <i>Moodle, Viber, Skype</i> , електронна пошта тощо); засоби загальних технологій ( <i>Acrobat Reader, Microsoft Word</i> , інтернет браузері тощо).
<i>контроль та оцінка результатів</i>	Вбудована система тестування <i>Moodle</i> , <i>Журнал оцінок</i> ; Табличний процесор <i>Excel</i> .
<i>коригування</i>	Засоби налаштування курсу в системі <i>Moodle</i> ; комп'ютерні засоби комунікації (вбудовані засоби <i>Moodle, Viber, Skype</i> , електронна пошта тощо).

Доцільно додати деякі пояснення щодо використання окремих комп'ютерних засобів в процесі проведення педагогічного експерименту. Автоматизована система контролю знань давала змогу оцінити кожен етап роботи, побудувати рейтингову оцінку знань. Врахування досягнень студента на кожному етапі його роботи, сприяло зацікавленості в отриманні високих показників у навчанні, активізувало його самостійну роботу, створювало атмосферу змагання і здорової конкуренції. На основі результатів тестування студента створювалась адекватна модель його знань, де кожному елементу навчального матеріалу відповідав певний рівень його засвоєння. Також, здійснювалось збереження детального протоколу роботи користувача (запропоновані завдання, надані відповіді, витрачений час тощо), а також результати аналізу виконання завдань. Це допомогло викладачам реалізувати систематичний об'єктивний контроль за результатами навчальної діяльності студентів. До кожної теми засобами *Moodle* було створено списки анотованої

літератури з гіперпосиланнями на відповідні джерела, що допомагало студентам швидко зорієнтуватися в необмеженій кількості наукової, навчальної та методичної літератури.

Предметно-орієнтовані середовища, такі як *MathCAD*, на відміну від комп'ютерних навчальних матеріалів, не мають педагогічного призначення: їх роль полягає у створенні комфортних умов із опанування відповідної предметної галузі, і тому потребують надбудови до цього середовища – комплекту програмного та методичного забезпечення, приклади розробки такого забезпечення знаходимо в працях науковців, наприклад, М. Ель-Гебейлі, Б. Юшау (M. El-Gebeily, B. Yushau) [256], І. Казачков, Т. Франссон, М. Саломон, В. Каліон (I. Kazachkov, T. Fransson, M. Salomon, V. Kalion) [257], А. Мартін-Карабалло, А. Теноріо-Вільялон (A. Martín-Caraballo, Á. Tenorio-Villalón) [258]. Наш підхід до побудови лабораторного практикуму з методів обчислень передбачав створення комплекту педагогічних програмних засобів (комп'ютерних моделей для проведення навчальних досліджень щодо особливостей певних чисельних методів), створених у середовищі *MathCAD* з використанням убудованих засобів програмування (див. додаток Д). Пакет *MathCAD* був взятий нами за основу при постановці навчальних досліджень. Цей пакет широко використовувався для розв'язання прикладних задач математики й разом з тим мав ряд таких привабливих якостей, які дозволяють застосовувати його в навчанні: інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, розвинену систему меню й допомоги, можливість уведення текстової, символічної та графічної інформації в будь-яке місце робочого поля, достатньо виразну вбудовану мову програмування тощо. Важливим фактором вибору є наявність безкоштовної версії РТС *Mathcad Express* [254]. Розробка комп'ютерної моделі передбачала реалізацію алгоритму відповідного методу обчислень, та створення інтерфейсу, зручного для введення вхідних даних задачі, відображення на екрані процесу обчислень, виведення на екран у структурованому вигляді результатів роботи програми. Отже, студент фактично отримувал віртуальну лабораторію для

проведення обчислювального експерименту.

Кожну комп'ютерну модель орієнтовано на виконання певного дослідження та забезпечення реалізації одного з чисельних методів, де вхідні дані задаються користувачем. Модель надає можливість багаторазових випробувань цього методу на різних задачах з відтворенням результатів у числовій та графічній формі на екрані комп'ютера. Студент змінює певні параметри обчислювального процесу, спостерігає результати своїх дій і отримує необхідний експериментальний матеріал, потрібний для висунування гіпотези, її перевірки, підтвердження або спростування. Проводячи навчальне дослідження, студент здійснює серію таких випробувань і, на основі даних, отриманих при спостереженні за характеристиками обчислювального процесу, що відображаються на екрані, шляхом їх зіставлення і аналізу, робить висновки.

У комп'ютерних моделях передбачено систематизоване виведення на екран графічної та числової інформації, що ілюструє хід обчислювального процесу. Такого роду інформація не тільки дозволяла накопичувати необхідний експериментальний матеріал, але й дала можливість зіставити ефективність застосування як одного й того ж методу, так і різних методів до розв'язання однієї й тієї ж задачі. Це допомагало виявити особливості досліджуваних методів, відчуті межі застосувань кожного з методів, одержати необхідний матеріал для аргументації на користь того чи іншого методу при розв'язанні конкретної задачі.

Для того, щоб діяльність студента була осмисленою, націленою і забезпечувала досягнення прогнозованого навчального ефекту, нами була розроблена методична підтримка практикуму у вигляді планів-звітів до кожної лабораторної роботи. Плани-звіти виконані за єдиною схемою і складаються з двох частин - інформативної та інструктивної. В інформативній частині повідомляється тема роботи, її мета, необхідне програмне забезпечення для роботи, наводиться опис введених даних та результатів, що виводяться на екран (числових і графічних).

Інструктивна частина містить порядок виконання роботи, де позначені та зафіксовані її ключові моменти. Для спрямування студента на виконання дослідження йому пропонується ланцюжок, відповідним чином, дібраних питань. Потім робота виконується за запропонованим планом, що визначає окремі етапи дослідження, завдання, що розв'язуються на кожному етапі, експериментальний матеріал, який потрібно одержати, форму його подання тощо. Ступінь деталізації інструкції була різною відповідно до виду управління. Так у разі прямого управління студент отримував покрокову докладну інструкцію. Співуправління передбачало тільки загальний план дій. За побічним управлінням студент після обговорення навідиних питань отримував тільки ресурсну базу (комплект педагогічних програмних засобів – комп'ютерних моделей для проведення навчальних досліджень щодо особливостей певних чисельних методів, створених у середовищі MathCAD з використанням убудованих засобів програмування та опис їх інтерфейсу). Реалізація самоуправління передбачала самостійний вибір студентом засобу досягнення мети лабораторної роботи. Для виконання дослідження кожному студенту підібрані індивідуальні варіанти комплектів задач, на яких досліджувався чисельний метод має бути випробувано для одержання експериментального матеріалу, що відповідає меті роботи. При бажанні студент може доповнити ці комплекти завданнями за власним вибором. У міру просування практикуму інструкції студенту все менш деталізуються, здобуваючи характер рекомендацій. Деякі експерименти студент повинен продумати, поставити та здійснити самостійно. Отже, практикум побудовано таким чином, щоб забезпечити набуття студентами вміння самостійно набувати знання. Виконання практикуму передбачало поступовий перехід від прямого управління до самоуправління.

Підсумки дослідження пропонувалось зробити у вигляді висновків, контури яких з більшим чи меншим ступенем виразності намічені в плані-звіті (в залежності від реалізованого виду управління для конкретного студента). Підказки допомагали студентам зафіксувати результати роботи,

структурувати їх, дозволяли звернути його увагу на ті моменти дослідження, що можуть залишитися непоміченими. Зауважимо, що плани-звіти надавались студентам як у друкованому виді, так і в електронній формі. Приступаючи до вивчення кожної теми, студенти отримували пакет індивідуальних завдань. Пакет завдань формувався в системі управління навчальною діяльністю відповідно до обраного виду управління.

Ознайомлення з теоретичними основами природничо-математичних дисциплін здійснювалося на лекційних заняттях, де студент отримував достатньо повне уявлення про основні проблеми, які виникають при дослідженні явищ за допомогою математичних моделей, а також про методи розв'язання цих проблем та ідеї, що лежать в їх основі. Крім того, викладачем спрямовувалася й самостійна робота щодо

- вивчення нового матеріалу;
- осмислення лекційного матеріалу;
- опрацювання теоретичного матеріалу на динамічних моделях;
- ознайомлення з додатковою інформацією з теми лекції.

Винесення частини нового теоретичного матеріалу на самостійне опрацювання було організовано для «позбавлення» лекційного курсу систематичності. За допомогою комп'ютерного підручника студент повинен був «відновити» цю систему. Така робота проводилася з метою формування первісних уявлень про існуючі методи розв'язання задач певного типу. В подальших лекціях викладач спирався на попередньо виконану роботу. Цей вид роботи сприяв стимуляції пізнавальної активності студентів, посиленню емоційного впливу.

Для міцного запам'ятовування необхідно було повторне осмислення та відтворення засвоєного, здійснення якого супроводжувалося застосуванням комп'ютерного підручника. Він допомагав відновити та осмислити лекційний матеріал, усвідомити нові поняття та зв'язки між ними, зупинитися на складних моментах курсу. Контрольні запитання були спрямовані на корекцію стратегії подання матеріалу. У результаті студенти мали більш

повні узагальнені уявлення про сутність існуючих методів. Така робота дала змогу утримувати увагу, зосереджуючи її на особливо важливих елементах навчального матеріалу.

Використання предметно-орієнтованого середовища MathCAD організовувалося з метою опрацювання теоретичного матеріалу на динамічних моделях. Така робота вимагала попередньої діяльності викладача, а саме

- попередньої підготовки методичних матеріалів;
- розробки динамічної моделі;
- розробки плану роботи з моделлю;
- підготовки навідних питань;
- створення ланцюжка взаємопов'язаних завдань;
- накреслення висновків, що належить зробити.

Студенту за такої організації роботи необхідно було застосувати такі розумові дії, як аналіз, синтез, порівняння, співставлення. Така робота сприяла більш глибокому засвоєнню навчального матеріалу, формуванню дослідницьких вмінь та навичок. Ознайомлення з додатковою інформацією з теми лекції змушувала студентів звертатися за посиланнями до рекомендованих інформаційних джерел, де за короткий час вони могли відшукати саме ті видання, де розглядаються ці питання. Цей вид роботи орієнтував студентів на застосування систем пошуку та сприяв формуванню вміння набувати знання з різних джерел.

Самостійна робота в процесі лабораторних робіт здійснювалась за різними формами:

- підготовка до лабораторних занять;
- перевірка готовності до лабораторних занять;
- планування та проведення навчального дослідження;
- виконання залікового завдання.

При підготовці до лабораторних занять у позааудиторний час студент мав опрацювати не тільки теоретичний матеріал, але й опанувати алгоритм відповідного методу моделювання. При прямому управлінні студенту надавалась повна інформаційна підтримка для рішення задачі: кожен крок студента аналізувався, коригувався та оцінювався, у будь-який момент студент міг звірити свої дії з еталонним. При співуправлінні інструкція надавала студенту контекстну допомогу чи вказівку на звернення до потрібного розділу підручника, надавала рекомендації щодо перевірки правильності результату. На рівні самоуправління студент розв'язував завдання самостійно, звертаючись за допомогою до викладача тільки у разі потреби.

Готовність студентів до лабораторних занять перевірялася за допомогою тестових завдань, що пропонувались автоматизованою системою контролю знань. Розвинута система аналізу результатів надавала студенту підстави зробити висновки про ступінь вивченості матеріалу: наскільки він вивчив і правильно усвідомив ту або іншу тему. Цей вид роботи привчав студентів до систематичності вивчення навчального матеріалу, що, в свою чергу, сприяє повноті та міцності отриманих знань. Аналіз отриманого результату дозволяв викладачу виявити не тільки ступінь підготовленості студентів до заняття, з'ясувати, кому із студентів необхідна приділити більше уваги, але й одержати результати засвоєння теоретичного матеріалу, виявити питання, що потребують більш детального або чіткого пояснення на наступних заняттях.

При організації навчальних досліджень враховувалась поетапність їх упровадження за допомогою методичного забезпечення – планів-звітів, які містять систему різнорівневих дослідницьких завдань і вказівок щодо їх виконання з різним ступенем деталізації, навідні питання, набори типових вправ, прикладів, основні орієнтири очікуваних висновків та результатів. Застосування планів-звітів не детермінує дії студентів, а чітко визначає стратегію пошуку розв'язку певного класу дослідницьких завдань.



Організація навчального дослідження здійснювалося за такою схемою:

1. Постановка мети.
2. Прогнозування характеристик досліджуваного методу.
3. Висування гіпотези.
4. Спостереження та накопичення експериментальних даних для вивчення особливостей чисельного методу, що досліджується, за допомогою комп'ютерного моделювання (змінюючи вхідні параметри, студент накопичував дані для перевірки гіпотези).
5. Оцінка та порівняльний аналіз отриманих даних.
6. Корекція гіпотези.
7. Узагальнення результатів роботи, підведення підсумків та формулювання висновків.

Навчальні дослідження були спрямовані на з'ясування сутності та меж застосування методів; визначення швидкості збігу послідовних ітерації та параметрів методу (крок розрахунку, кількість ітерацій тощо), що забезпечують отримання результату із заданою точністю; оцінку похибки розрахунків на кожному етапі. Якщо на початку виконання практикуму дії студента достатньо жорстко регламентовані, а рівень досліджень можна визначити як евристичний, то в міру просування в навчанні діяльність студента все менш програмувалась і ставала частково-пошуковою, а на завершальному етапі практикуму студент повинен був діяти достатньо самостійно, спираючись на набутий досвід проведення обчислювального експерименту, і його діяльність можна характеризувати як дослідницьку.

Анкетування студентів, проведене на початку роботи, показало, що більшість з них спочатку віддавало перевагу традиційній схемі постановки лабораторного практикуму як більш зрозумілому та легкому способу навчальної діяльності; дослідження уявлялися їм надто трудомістким; зміст роботи, що виконувалась, не був достатньо усвідомлений; низький рівень дослідницьких вмінь вносив до роботи елементи хаотичності та безсистемності.

Аналогічне анкетування, проведене після завершення роботи практикуму, виявило зміни орієнтації студентів на користь роботи дослідницького характеру. Підвищилась активність та зацікавленість студентів до такого виду роботи; вони набули вмінь постановки, проведення та опрацювання результатів комп'ютерного експерименту.

З точки зору управління самостійною роботою студентів використання навчального дослідження дало змогу вирішити цілий ряд специфічних педагогічних задач:

1. Можливість одночасної та незалежної роботи групи студентів, розв'язання завдань різноманітного рівня складності, здійснення вибору індивідуального темпу роботи сприяло індивідуалізації навчання.

2. Відсутність жорсткої регламентації діяльності студента надало можливість планування експерименту: студент самостійно визначав діапазон зміни параметрів обчислювального процесу, продумував обсяг і послідовність етапів виконання роботи, відбирав отриману інформацію для подальшого аналізу або висування гіпотези, її перевірки, підтвердження або спростування.

3. Завдяки цьому студент виконував поелементний аналіз своєї діяльності, що сприяло формуванню навичок, пов'язаних із постановкою задачі, вибором способу її рішення, створенням плану своєї діяльності, одержанням, накопиченням, систематизацією та аналізом експериментальних даних.

4. Опанування знань відбувалось через набутий чуттєвий досвід спостережень та експериментувань.

Виконання залікового завдання здійснювалося у позааудиторний час і передбачало комплексне застосування різних методів та їх обґрунтування, аналіз поточної та кінцевої точності розрахунку. Залікове завдання містило завдання репродуктивного, частково творчого та творчого рівнів.

До репродуктивного рівня ми віднесли завдання, що потребують відтворення алгоритму зазначеного методу. До частково-пошукового рівня –

завдання, які мають декілька способів розв'язання. Студент повинен був самостійно обрати ефективніший пошук рішення. Для розв'язання таких завдань студент міг звертатися до інформаційних матеріалів електронного курсу або до предметно-орієнтованого середовища, розвинені діалогові та наочні можливості яких дозволяли йому пройти всі етапи пошуку, здійснити вдалі і невдалі спроби, виправити власні помилки тощо. До творчого рівня було віднесено завдання, що передбачають проведення певного дослідження, метою якого є пошук певних закономірностей та виявлення властивостей. На базі теоретичних знань студент мав самостійно створити необхідну модель. Змінюючи її параметри, він мав можливість проводити комп'ютерний експеримент: висувати та перевіряти власні гіпотези, аналізувати отримані дані, робити висновки. Сукупність видів самостійної роботи добиралася в залежності від складності навчального матеріалу та дидактичної мети заняття.

Спостереження за самостійною роботою студентів показали, що в позааудиторний час студенти працювали й за власною ініціативою. Спочатку кількість таких студентів була обмежена. Вони зверталися лише до інформаційних матеріалів при підготовці до лабораторних чи контрольних робіт, для вивчення матеріалу, що пропустили, та зрідка до пробного тестування. Обсяг самостійно опрацьованого матеріалу визначався планом вивчення дисципліни та обмежувався пізнавальною активністю студентів. Через деякий час кількість таких студентів значно зросла. Крім того, спостерігалася прихильність студентів до експериментів з діючими моделями, з планування та проведення комп'ютерного експерименту для вивчення певного явища чи об'єкта. Частіше стала використовуватися й автоматизована система контролю знань. Можливість одержати (незалежно від викладача) об'єктивну оцінку рівня своїх знань та слушні рекомендації щодо усунення прогалин сприяла зацікавленості в отриманні кращих результатів, підвищенню пізнавальної активності, формуванню навичок самоконтролю. А це, в свою чергу, відбивалось на якості підготовки до

лабораторних занять та якості знань взагалі.

Продемонструємо, як саме описані самостійні роботи використовувалися в реальному навчальному процесі, на прикладі викладення теми «Наближені методи розв'язування рівнянь з однією змінною».

Тема лекційного заняття – «Розв'язування рівнянь методом бісекції». Мета заняття – ознайомити з різноманітним наблизених методів розв'язування рівнянь з однією змінною, з методами бісекції та хорд. Кількість студентів на потоках складала від 10 до 25 осіб.

Лекцію було побудовано в чотири етапи. Матеріал лекції ґрунтувався на знаннях студентів з попередньої теми «Задача наближеного розв'язання рівнянь», тому напередодні студенти одержали завдання відновити цей матеріал. Перший етап лекції було присвячено актуалізації знань через організацію обговорення за такими запитаннями:

1. Що означає розв'язати рівняння чисельним методом?
2. Чому виникає необхідність у розв'язанні алгебраїчних та трансцендентних рівнянь чисельними методами?
3. Назвіть етапи наближеного розв'язку рівнянь.
4. Назвіть достатню умову існування кореня на заданому проміжку.
5. Які методи застосовують для локалізації кореня?
6. Які теореми математичного аналізу лежать в основі методів локалізації кореня рівняння?
7. На яких особливостях ґрунтується вибір чисельного методу?

Таке коротке обговорення надало викладачу можливість з'ясувати ступінь засвоєння попереднього матеріалу й скорегувати деталі подальшої роботи на лекції. З іншого боку, під час обговорення студенти мали можливість систематизувати й повторити опорні знання.

Викладання основного матеріалу базувалося на попередньому проведенні мікродослідження в процесі самостійної роботи щодо встановлення таких параметрів методу, як кількість ітерацій та точність

наближення. До початку лекційного заняття викладачем було розроблено відповідну комп'ютерну модель у предметно-орієнтованому середовищі MathCAD, вигляд якої подано на рис. 3.5.

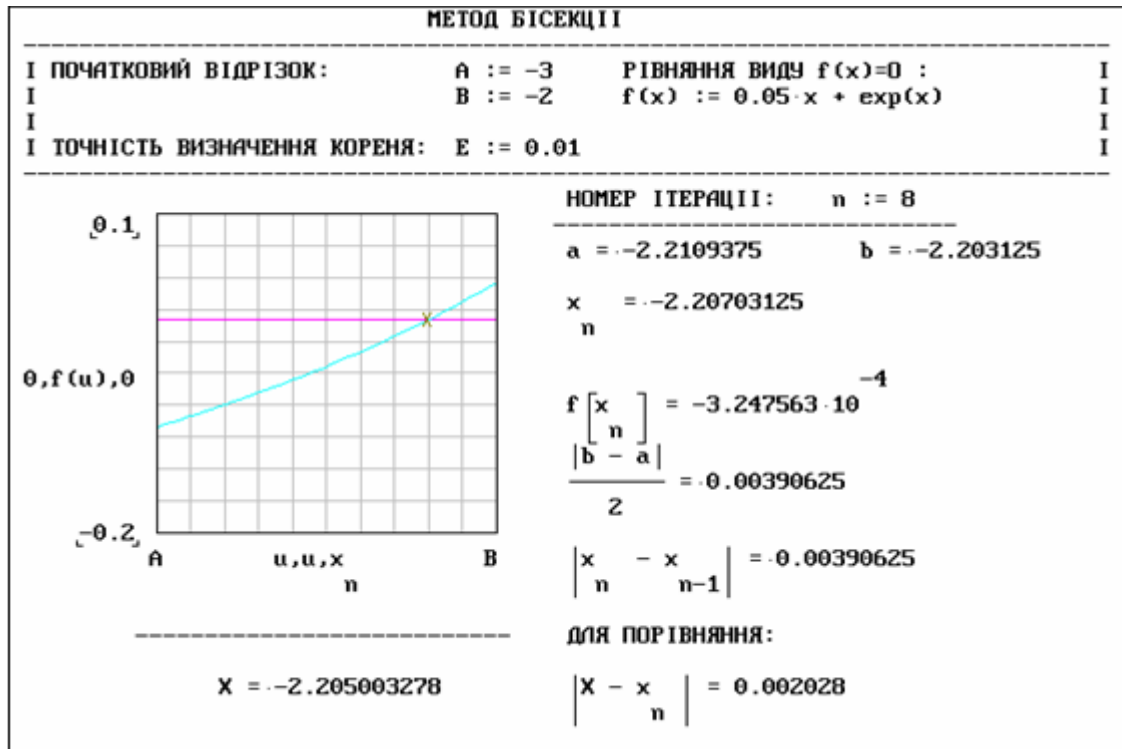


Рис. 3.5. Інтерфейс комп'ютерної моделі для розв'язання рівнянь з однією змінною методом бісекції.

Викладач роз'яснив призначення кожного елементу інтерфейсу:

1. Вхідні дані задачі:

- $f(x) = 0$  - рівняння, корінь якого відшукується;
- $A, B$  - кінці початкового відрізка, на якому локалізовано корінь;
- $E$  - точність визначення кореня.

2. Результати, що видаються на екран:

- $a, b$  - кінці відрізка, на якому локалізовано корінь перед виконанням  $n$ -ої ітерації;
- $x_n$  - значення  $n$ -го наближення до кореня;
- $f(x_n)$  - значення функції у точці  $x_n$ ;

- $|b-a|/2$  - половина довжини відрізка локалізації кореня;
- $|x_n - x_{n-1}|$  – модуль різниці двох останніх наближень до кореня;
- $X$  - корінь рівняння, обчислений вбудованими засобами MathCAD;
- $|X - x_n|$  - абсолютна похибка  $n$ -го наближення.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $n$  - номер ітерації.

Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (червона похила лінія);
- наближене значення кореня  $x_n$  (синя х-подібна позначка);
- вісь абсцис (зелена горизонтальна лінія).

Навчальне дослідження було проведено за такою схемою:

1. Занести вхідні дані задачі.
2. Змінити кількість ітерацій  $n = 1, 2, \dots, N$ .
3. Занести дані покрокових розрахунків до табл. 3.12.
4. Змінити кінці відрізка.
5. Занести дані покрокових розрахунків до табл. 3.12.
6. Визначити точність знайденого наближення  $x_n$ :
  - за довжиною відрізка локалізації кореня;
  - за значенням функції  $f(x_n)$ ;
  - через порівняння наближення  $x_n$  з попереднім наближенням  $x_{n-1}$ ;
  - через порівняння наближення  $x_n$  зі заздалегідь відомим значенням кореня  $X$ .
7. Провести аналіз та пояснити результати проведеної роботи.

Під час виконання дослідження студентами заповнювалася таблиця (приклад результату такої роботи наведено в табл. 3.12). Для зручності роботи, студенти мали можливість скористатися робочими зошитами з друкованою основою, які містили бланки таблиць та довідковий матеріал.

Таблиця 3.12

Результати розрахунків при обчисленні кореня рівняння з однією змінною методом бісекції

n	a	b	$x_n$	$f(x_n)$	$\frac{ b-a }{2}$	$ x_n - x_{n-1} $	$ X - x_n $
Рівняння $x \cdot 5^x - 1 = 0$ ; корінь $X = 0,4696219229$ . $A = 0$ ; $B = 1$ ; $E = 0,01$ ; $N = 7$ ; $x = 0,48$ .							
1	0	1	0,5	0,12	0,5	0,5	0,03
2	0	0,5	0,25	-0,63	0,25	0,25	0,22
3	0,25	0,5	0,375	-0,31	0,125	0,125	0,095
4	0,375	0,5	0,4375	-0,12	0,0625	0,0625	0,032
5	0,4375	0,5	0,46875	0,003	0,03125	0,03125	0,00087
6	0,46875	0,5	0,484375	0,056	0,015625	0,015625	0,015
7	0,46875	0,484375	0,4765625	0,03	0,0078125	0,0078125	0,0069

Спираючись на отриманий матеріал, викладач разом із студентами сформулювали робочу гіпотезу щодо зазначених параметрів методу:

1. Для застосування методу бісекції потрібні вхідні дані:

- рівняння у вигляді  $f(x) = 0$ ;
- функція неперервна;
- на кінцях відрізка має різні знаки.

2. Максимальна кількість ітерацій, потрібна для визначення кореня із заданою точністю, залежить від довжини відрізка  $[A, B]$  та може бути обчислена за формулою:  $\frac{|B - A|}{2^n}$ .

3. За кожною ітерацією похибка визначення кореня зменшується вдвічі.

Досліджуючи висунуту гіпотезу, студенти провели аналогічне дослідження для іншого рівняння самостійно. Враховуючи, що швидкість

збіжності методу бісекції не залежить від виду рівняння, така робота була досить простою для студентів і не вимагала багато часу. На основі проведеного дослідження було прийнято робочу гіпотезу та сформульовані висновки. Діяльність студентів на цьому етапі полягала у відтворенні дій викладача, тобто здійснювалося пряме управління самостійною роботою студентів.

На наступному етапі викладач ознайомив студентів із теоретичним обґрунтуванням методу бісекції: сутність методу, умови застосування методу до розв'язання задач, швидкість збіжності ітераційної послідовності, переваги та недоліки методу тощо.

На завершальному етапі лекційного заняття викладач підсумував роботу, узагальнив матеріал, звернувши увагу на ключові моменти.

На самостійну роботу в якості домашнього завдання було винесено осмислення лекційного матеріалу. Отже, лекційне заняття було побудовано на дослідницькому методі навчання.

Пояснимо докладніше сутність дослідницької самостійної роботи, результати якої було систематизовано й теоретично обґрунтовано на лекції. Тема лабораторного заняття – «Метод бісекції». Мета цього заняття – дослідити питання щодо застосування методу бісекції до розв'язування рівнянь: необхідні початкові дані; умови збіжності послідовних наближень до кореня; швидкість збіжності; засоби оцінки похибки.

Лабораторне заняття починалось із короткочасного тестування за допомогою автоматизованої системи контролю знань, метою якого було виявлення ступеня опанування навчальним матеріалом, підготовленості до роботи. У результаті тестування студент отримував оцінку своєї роботи та інформацію про шляхи подальшого удосконалення свого рівня засвоєння матеріалу, а викладач – реальну картину навчального процесу щодо кожного студента і групи в цілому. Застосування розвиненої комп'ютерно орієнтованої системи тестування (система педагогічної діагностики «Експерт», яку розроблено колективом авторів під керівництвом



Л. І. Білоусової [255] та модуль тестування системи Moodle) сприяло оперативному опрацюванню результатів діагностики. На основі одержаних даних викладач корегував подальшу свою роботу. Крім того, ця оперативна інформація давала викладачу змогу виявити ступінь допомоги студентам.

Продовженням лабораторного заняття було навчальне дослідження, де кожний студент працював самостійно, а викладач лише надавав консультації з того чи іншого питання в залежності від результатів тестування. Виконання дослідження проводилося за планами-звітами, де зафіксовано мета дослідження, основні етапи, способи та засоби проведення експерименту, визначено його ключові моменти, намічено висновки, які належить зробити. План-звіт наведено у додатку В.

Необхідно відзначити, що задачі, розв'язувані студентом у ході навчального дослідження, істотно відрізняються від тих, які складають сутність традиційної лабораторної роботи. При дослідженні чисельних методів розв'язування рівнянь студенту пропонувалось встановити, який із критеріїв слід обрати для оцінки близькості знайденого наближення до шуканого значення кореня рівняння – точність, з якою це наближення задовольняє рівняння, або точність, з якою це наближення повторює попереднє.

Для методу дихотомії ставляться такі задачі:

- експериментально оцінити порядок та швидкість збіжності методу;
- виділити основні фактори, що впливають на зазначені характеристики;
- встановити область ефективного застосування методу.

Крім того, студенту пропонувалось розібратися в таких ситуаціях, як наявність на досліджуваному відрізьку декількох коренів рівняння, присутність комплексного кореня тощо.

Орієнтація студента на виконання дослідження пов'язана з ланцюжком відповідним чином дібраних питань:

1. За яких умов можна застосувати метод бісекції до розв'язування

рівняння? До якого результату приведе застосування методу за наявності декількох коренів або за відсутності жодного кореня на запропонованому відрізку?

2. Від чого залежить послідовність наближень до кореня? Як впливає на неї вид рівняння, довжина та координати початкового відрізка? Чи завжди наближення до кореня  $x_n$  має більшу точність, ніж  $x_{n-1}$ ?

3. Від чого залежить максимальна кількість ітерацій, потрібна для визначення кореня із заданою точністю? Як впливає на неї вид рівняння, довжина та координати початкового відрізка?

4. Яка з оцінок похибки  $n$ -го наближення і чому є більш надійною:

- за довжиною відрізка локалізації кореня на  $n$ -му кроці;
- за значенням функції у точці  $x_n$ ;
- за різницею між двома останніми наближеннями до кореня  $x_n$  та  $x_{n-1}$ ?

Одні з питань спрямовані на розвиток інтуїтивних уявлень студента про поведінку досліджуваного методу в тій чи іншій ситуації, інші – на те, щоб наштотувати його на думку про можливу помилковість таких уявлень. У ході обмірковування запропонованих питань студент дістає можливість зорієнтуватися в проблемі, усвідомити її та побудувати робочу гіпотезу дослідження.

Уся наступна – основна – робота студента спрямована на перевірку, уточнення, конкретизацію гіпотези. Ця робота виконується за запропонованим планом:

1. Визначити кількість ітерацій  $N$ , потрібну для обчислення кореня із заданою точністю  $E$ , за теоретичною формулою.

2. Виконати послідовність ітерацій  $n = 1, 2, \dots, N$  за допомогою комп'ютерної моделі та занести дані покрокових розрахунків до таблиці.

3. Визначити точність знайденого наближення  $x_n$ :

- за довжиною відрізка локалізації кореня;
- за значенням функції  $f(x_n)$ ;
- через порівняння наближення  $x_n$  з попереднім наближенням  $x_{n-1}$ ;

– через порівняння наближення  $x_n$  зі заздалегідь відомим значенням кореня  $X$ .

#### 4. Провести аналіз точності послідовних наближень до кореня.

Крім даного дослідження, студентам пропонувалося самостійно продумати, поставити і здійснити експеримент. Наведемо завдання цього експерименту.

*Завдання.* Визначити можливість застосування методу бісекції для чисельного розв'язування заданих рівнянь. Сформулювати та занести до таблиці відповідні обґрунтування. Скористатися, якщо треба, комп'ютерною моделлю для пошуку кореня, побудови графіка функції  $f(x)$  тощо.

За результатами цього самостійного дослідження заповнювалася порівняльна таблиця з виділенням ознак, що порівнювалися. Завершальним етапом дослідження є підведення його підсумків. Це пропонувалося зробити у вигляді висновків, де необхідно заповнити пропуски. Електронна форма плану-звіту дозволила оперативно готувати його, адже всі обчислення заносилися ще при проведенні дослідження. У кінці лабораторного заняття викладачем було організовано спільне обговорення студентами результатів дослідницької роботи, приділена увага ключовим моментам кожного її етапу, підведено загальні висновки. Виконання запланованого дослідження дало студенту досить глибоке розуміння властивостей і специфіки застосування досліджуваного методу. Уміння та навички студентів, набуті під час вивчення курсу, можуть бути використані при опрацюванні інших дисциплін, у дослідницьких роботах, що виконуються в позааудиторний час, зокрема при роботі над курсовими та дипломними проектами. Тут, як ніде, необхідна самостійність у підході до вирішення ряду питань. Отже, аналіз проведеного експерименту щодо застосування педагогічної технології управління самостійною роботою студентів на основі комплексного застосування комп'ютерних засобів дав змогу зробити такі висновки.

Студенти поглибили свої знання з математики, інформатики. Засвоїли новий підхід до набуття нових знань – дослідницький метод, що забезпечило

перехід від механічного засвоєння знань до опанування вмінням самостійно набувати нові знання.

Різноманіття комп'ютерних засобів надало студентам упевненості в роботі, сприяло формуванню позитивної мотивації, підвищенню пізнавальної активності, пробудженню інтересу до самостійної роботи, набуттю вмінь та навичок отримувати знання не лише з інформаційно-довідникових систем або з комп'ютерного підручника, але й через проведення спостереження або експерименту. Зростанню інтелектуального рівня студентів сприяло використання таких розумових дій: аналіз, синтез, абстрагування, конкретизація, порівняння, зіставлення, класифікація, оцінювання, узагальнення тощо.

Упровадження навчальних досліджень сприяло підвищенню рівня науковості навчальної діяльності студентів. Студенти набули вміння проводити комп'ютерний експеримент, досвід організації проведення дослідження, та планування його етапів. Організація експериментально-дослідницької діяльності сприяла розвитку інтелектуального потенціалу і творчих здібностей студентів.

#### **3.4. Аналіз результатів експериментального дослідження**

Оцінку правильності висунутої гіпотези дослідження про позитивний вплив впровадження в освітній процес розроблених педагогічних умов комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки на рівень засвоєння знань і окремих їх якостей (повноти, глибини, міцності), рівень самостійності студентів і рівень сформованості уміння набувати знання з різних джерел було здійснено на контрольному етапі педагогічного експерименту. Цей етап дослідження передбачав повторне вимірювання зазначених показників за тією ж методикою, що і на констатувальному етапі дослідження.

Було підготовлено та проведено діагностичну контрольну роботу з

теми «Розв’язування диференційних рівнянь» курсу «Методи обчислень» (Додаток Г). Обґрунтування валідності завдань контрольної роботи відбувалося шляхом розрахунку рангової кореляції за Спірменом [251], аналогічно як і на констатувальному етапі.

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

Результати розрахунків валідності контрольної роботи за Спірменом

Група	Коефіцієнт рангової кореляції	Значення статистики
Е	0,51	3,93
К	0,48	3,42

Перевірка завдань контрольної діагностичної роботи на валідність дала позитивний результат. Тобто статистична перевірка дозволила стверджувати, що завдання контрольної роботи є валідними. Узагальнені результати контрольних робіт зведено до таблиці 3.14.

Таблиця 3.14

Результати контрольних робіт

Група	Оцінки				середній бал	успішність %	якісний показник %
	5	4	3	2			
	%	%	%	%			
Констатувальний етап експерименту							
Е	4,3	29,3	62,1	4,3	3,3	95,7	33,7
К	3,7	31,7	61,0	3,6	3,4	96,3	35,4
Контрольний етап експерименту							
Е	17,4	56,5	26,1	0	3,9	100	73,9
К	4,9	39,0	56,1	0	3,5	100	43,9

Отримані результати свідчать, що відбувся позитивний приріст якісного показника в експериментальній групі 40,2% проти 8,5% у

контрольній групі, успішності – 4,3% проти 3,7%, середнього балу – 0,6 проти 0,1 відповідно. На контрольному етапі експерименту з даних таблиці випливає, що чисельність студентів з оцінками «4» й «5» в експериментальній групі суттєво зросла проти контрольної групи (рис. 3.6).

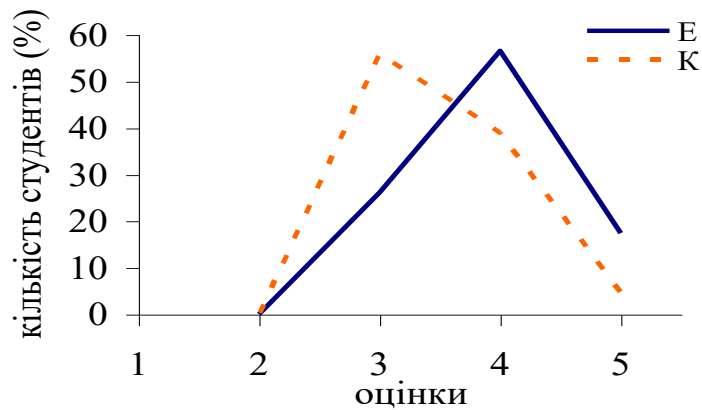


Рис. 3.6. Розподіл оцінок у експериментальній та контрольній групах на контрольному етапі

Графічне зіставлення двох полігонів розподілу оцінок у цих групах (рис. 3.7 - 3.8) показує, що максимум полігону, який характеризує оцінки в експериментальній групі, зміщено в бік кращих оцінок, а в контрольній – залишилися практично незмінними. В експериментальній групі зменшилась чисельність невстигаючих студентів, що забезпечило підвищення середнього балу.

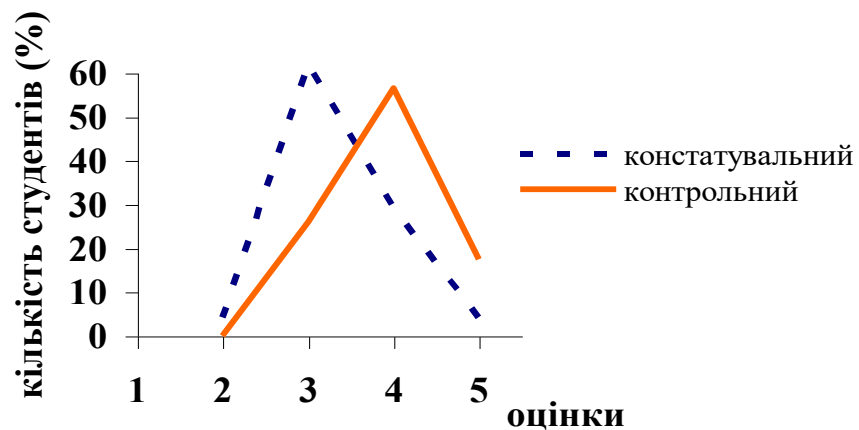


Рис. 3.7. Динаміка зміни розподілу оцінок у експериментальній групі

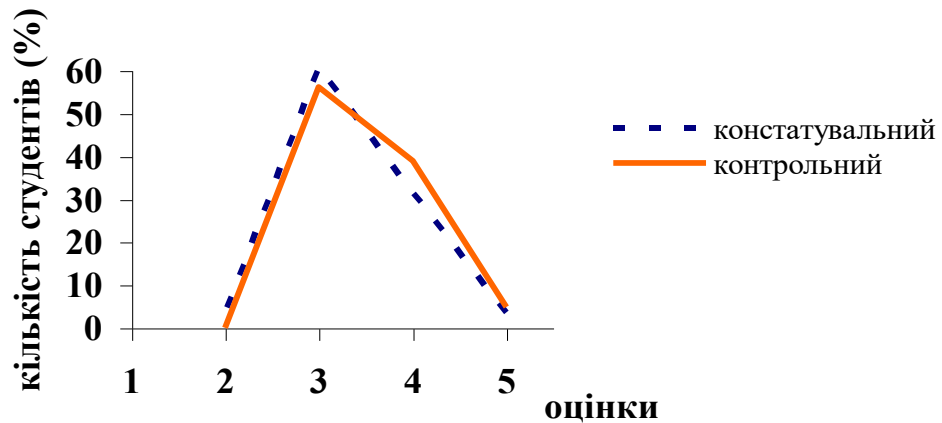


Рис. 3.8. Динаміка зміни розподілу оцінок у контрольній групі

Скористаємося непараметричними методами математичної статистики, зокрема критерієм Пірсона [242] для порівняння експериментальної та контрольної групи. Було висунуто нульову гіпотезу, що різниця в розподілі оцінок студентів експериментальної та контрольної груп не є статистично значущою та ці групи є випадковими з однієї генеральної сукупності за розподілом оцінок, та альтернативну – про статистично значущу різницю розподілів оцінок студентів експериментальної та контрольної груп. Для перевірки гіпотез було виділено чотири статистичні категорії. До першої категорії увійшли студенти, які отримали за контрольну роботу оцінку «п'ять», до другої – оцінку «чотири», до третьої – оцінку «три», до четвертої оцінку «два» (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Розподіл студентів за результатами контрольної роботи

Група	Категорії оцінок		
	2 або 3	4	5
Е	24	52	16
К	46	32	4

За даними контрольного етапу експерименту за формулою 3.2 дістаємо  $T = 18,36$ , тому за правилом прийняття рішення за критерієм Пірсона нульова гіпотеза відхиляється на рівні значущості  $\alpha = 0,05$ , так як  $T > T_{кр}$ . Отже, приймається альтернативна гіпотеза: розподіл студентів експериментальної та контрольної груп змінився настільки, що виникли підстави вважати їх суттєво різними.

Для перевірки повноти засвоєння навчального матеріалу, як і на констатувальному етапі, застосовувався метод поелементного аналізу. У завданнях було виділено елементи знань, що визначені програмою навчання як обов'язкові для засвоєння (додаток Г). При перевірці робіт студентів фіксувалась кількість правильно виконаних елементів знань кожним студентом. Для порівняння ефективності виконання роботи студентами експериментальної та контрольної груп обчислювався коефіцієнт повноти засвоєння матеріалу за формулою 3.3. Результати розрахунків наведено в табл. 3.16.

Таблиця 3.16

## Значення коефіцієнту повноти знань

Група	Констатувальний етап	Контрольний етап	Приріст
Е	0,69	0,81	0,12
К	0,7	0,74	0,04

На контрольному етапі експерименту середній приріст повноти засвоєння навчального матеріалу склав у контрольній групі 6,1%, а у експериментальній – 16,7%.

Узагальнені результати про розподіл студентів за рівнями сформованості повноти знань наведені в табл. 3.17.



Таблиця 3.17

Розподіл студентів експериментальних та контрольних груп за рівнями сформованості повноти знань, (%)

Група	Рівні сформованості повноти знань											
	Низький			Середній			Відносно високий			Високий		
	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст
Е	37,0	2,2	-34,8	30,4	34,8	4,4	23,9	30,4	6,5	8,7	32,6	23,9
К	26,8	19,5	-7,3	39,0	41,5	2,5	29,3	34,1	4,8	4,9	4,9	0

На контрольному етапі в експериментальній групі чисельність студентів з високим рівнем збільшилася на 23,9%, з відносно високим – на 6,5%, з середнім на 4,4%. У контрольній групі кількість студентів з високим рівнем повноти засвоєння знань залишилася та ж сама, а з відносно високим та середнім збільшилася на 4,8% і 2,5% відповідно. Слід відзначити, що чисельність студентів з низьким рівнем повноти засвоєння знань зменшилась на 34,8% в експериментальній і на 7,3% в контрольній групі (рис. 3.9).

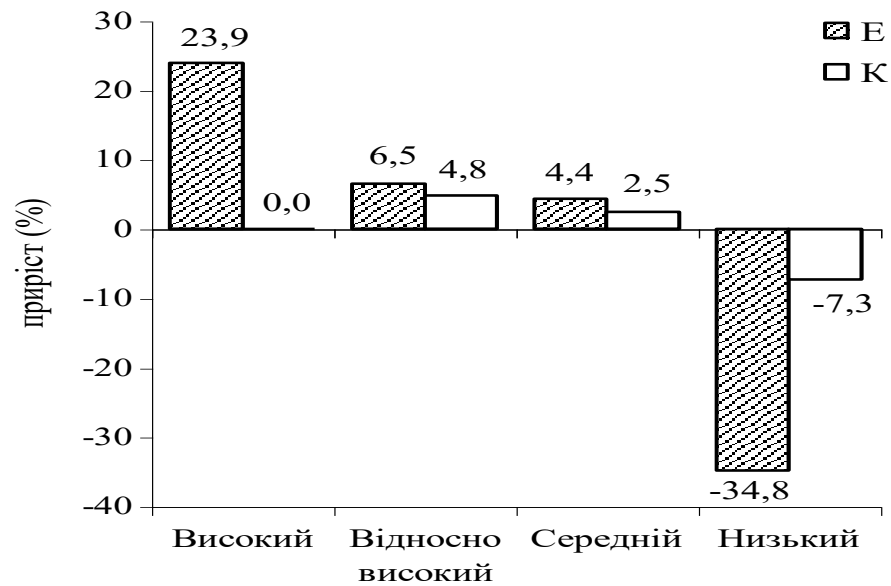


Рис. 3.9. Порівняльна діаграма приросту повноти засвоєння знань студентів експериментальної та контрольної груп

За допомогою критерію Пірсона порівнюємо експериментальну та контрольну групи. Було висунуто нульову гіпотезу, що експериментальна та контрольна групи мають однаковий розподіл студентів за рівнями сформованості повноти знань та альтернативну – про суттєвий розподіл студентів контрольної та експериментальної груп за даною ознакою. Для перевірки гіпотез за результатами контрольного етапу експерименту порівнювались експериментальна і контрольна групи при розподілі студентів за рівнем повноти засвоєння знань (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Розподіл студентів за рівнями сформованості повноти знань

Група	Рівні повноти знань			
	Низький	Середній	Відносно високий	Високий
Е	2	32	28	30
К	16	34	28	4

Після підстановки даних з таблиці у формулу 3.2, отримали емпіричне значення  $T = 30,36$ . Для числа ступеня свободи  $\nu = 3$  та заданого рівня значущості  $\alpha = 0,05$  критичне значення критерію  $T_{кр} = 7,81$  [242]. За даними контрольного етапу експерименту нульова гіпотеза відхиляється на рівні значущості  $\alpha = 0,05$ , так як  $T > T_{кр}$ . Отже, приймається альтернативна гіпотеза: розподіл студентів експериментальної та контрольної груп змінився настільки, що виникли підстави вважати їх суттєво різними за рівнями сформованості повноти знань.

Визначення глибини засвоєння навчального матеріалу здійснювалося шляхом порівняння вірно визначених зв'язків між структурними елементами, аналогічно, як і в констатувальному етапу експерименту. При застосуванні методики І. П. Підласого у контрольній роботі на тему «Розв'язування диференціальних рівнянь» з курсу «Методи обчислень» фіксувалась кількість правильно визначених зв'язків кожним студентом (з 8 можливих).

Результати обчислення коефіцієнту глибини знань наведено в табл. 3.19.

Таблиця 3.19

## Значення коефіцієнту глибини знань

Група	Констатувальний етап	Контрольний етап	Приріст
Е	0,73	0,83	0,10
К	0,74	0,77	0,03

За результатами контрольного етапу експерименту середній приріст глибини засвоєння навчального матеріалу склав у контрольній групі 4,6%, а у експериментальній – 13,7%. Позитивний відносний приріст знань показує, що студенти експериментальної групи виявили більш глибокі знання фактичного матеріалу у порівнянні зі студентами контрольної групи, і що особливо важливо, успішно впоралися з завданнями, що містять вимогу пояснити, підтвердити, довести, зробити висновки.

Узагальнені результати, наведені в табл. 3.20 показують, що повністю

встановили зв'язки на констатувальному етапі експерименту лише 8,7% студентів експериментальної групи та 4,9% - контрольної, на контрольному етапі експерименту відповідно 32,6% та 7,3%.

Таблиця 3.20

Розподіл студентів експериментальних та контрольних груп за рівнями сформованості глибини знань (%)

Група	Рівні глибини засвоєння знань											
	Низький			Середній			Відносно високий			Високий		
	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст
Е	37,0	10,9	-26,1	23,9	26,1	2,2	30,4	30,4	0	8,7	32,6	23,9
К	26,8	14,6	-12,2	34,1	41,5	7,4	34,1	36,6	2,5	4,9	7,3	2,4

Середній приріст студентів, що встановили зв'язки повністю, становить 23,9% студентів в експериментальній групі та 2,4% в контрольній. Слід відзначити зменшення чисельності студентів, які не встановили зв'язки, на 26,1% в експериментальній групі та 12,2% в контрольній (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Порівняльна діаграма приросту сформованості глибини знань студентів експериментальної та контрольної груп

Перевіримо випадковість розподілу студентів, скориставшись критерієм Пірсона. Нульова гіпотеза припускала, що експериментальна та контрольна групи мають однаковий розподіл студентів за рівнями сформованості глибини знань, а альтернативну – що існує суттєва відмінність у розподілі студентів контрольної та експериментальної груп за обраною ознакою. Результати розподілу наведені в табл. 3.21.

Таблиця 3.21

Розподіл студентів за рівнями глибини засвоєння знань

Група	Рівні глибини знань			
	Низький	Середній	Відносно високий	Високий
Е	10	24	28	30
К	12	34	30	6

За результатами контрольного етапу експерименту за формулою 3.2 дістаємо  $T = 17,45$ . Для числа ступеня свободи  $\nu = 3$  та заданого рівня значущості  $\alpha = 0,05$  критичне значення критерію  $T_{кр} = 7,81$  [242]. У відповідності з правилом прийняття рішення за критерієм Пірсона, на контрольному етапі експерименту нульова гіпотеза відхиляється на рівні

значущості  $\alpha = 0,05$ , так як  $T > T_{кр}$ , і приймається альтернативна гіпотеза: розподіл студентів експериментальної та контрольної груп за глибиною знань змінився настільки, що виникли підстави вважати їх суттєво різними за рівнем сформованості глибини знань.

На контрольному етапі експерименту при застосуванні методики Г.В.Єльнікової у діагностичній контрольній роботі на тему «Розв’язування диференціальних рівнянь» було визначено кількість елементів репродуктивного, частково-пошукового та творчого рівнів. Їх кількість відповідно склала – 9, 3, 4. Коефіцієнти засвоєння знань на репродуктивному, частково-пошуковому та творчому рівнях розраховувались за формулами 3.5 – 3.7. Визначення коефіцієнтів засвоєння знань дало змогу дати характеристику кожного студента на репродуктивному, частково-пошуковому та творчому рівні.

Результати розподілу студентів, що повністю засвоїли елементи знань відповідного рівня наведено в таблиці 3.22.

Таблиця 3.22

Розподіл студентів за рівнями знань на контрольному етапі експерименту, (%)

Група	Рівні знань								
	Репродуктивний рівень			Частково-пошуковий рівень			Творчий рівень		
	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст
Е	68,5	33,7	-34,8	29,3	56,5	27,2	2,2	9,8	7,6
К	69,5	68,3	-1,2	28,1	26,8	-1,2	2,4	4,9	2,4

Аналіз таблиці показав, що після проведення формувального етапу експерименту кількість студентів експериментальної групи, які виявили творчий і частково пошуковий рівень знань збільшилась на 34,8% проти 1,2% у контрольній групі. Ці дані графічно представлені на рис. 3.11.

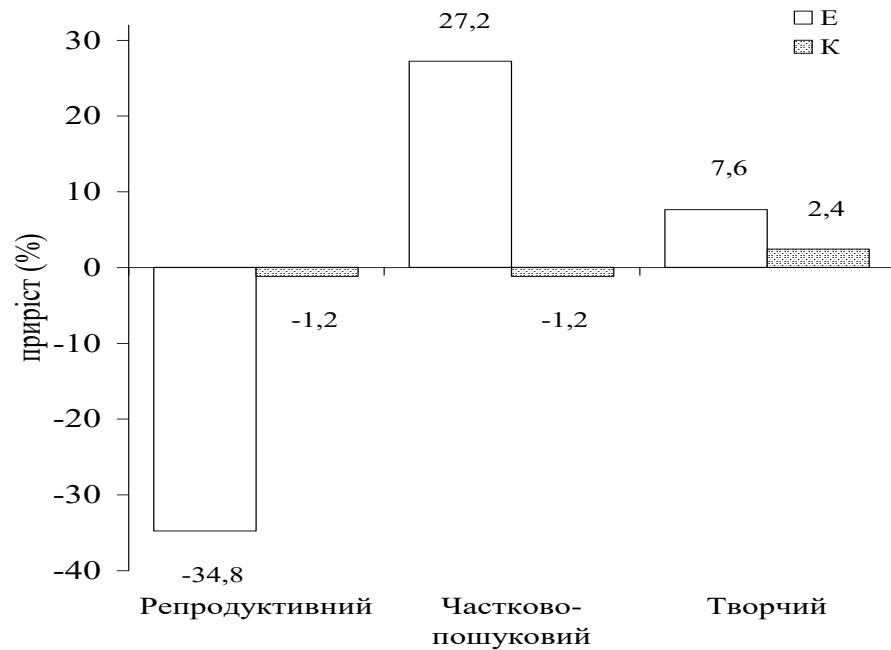


Рис.3.11. Порівняння приросту на рівнях знань у студентів експериментальної та контрольної груп

Для оцінки середнього рівня студентів експериментальної та контрольної групи було обчислено середні коефіцієнти засвоєння знань за формулами 3.8 – 3.10. Результати обчислення та середнього приросту подано в табл.3.23.

Таблиця 3.23

Середні значення коефіцієнту рівня засвоєння знань на контрольному етапі експерименту

Група	Репродуктивний рівень			Частково-пошуковий рівень			Творчий рівень		
	K1 <sub>конст</sub>	K1 <sub>контр</sub>	Приріст	K2 <sub>конст</sub>	K2 <sub>контр</sub>	Приріст	K3 <sub>конст</sub>	K3 <sub>контр</sub>	Приріст
Е	0,98	0,99	0,01	0,76	0,87	0,11	0,40	0,62	0,22
К	0,98	0,99	0,01	0,80	0,80	0,00	0,37	0,40	0,03

Результати обчислення свідчать, що середні коефіцієнти засвоєння знань на репродуктивному, частково-пошуковому та творчому рівнях у констатувальному експерименті близькі. Після завершення експерименту у контрольній і експериментальній групах на репродуктивному та частково-пошуковому рівні показники дуже близькі, але на творчому рівні суттєво відрізняються. У контрольній групі приріст середнього коефіцієнту засвоєння знань на репродуктивному рівні такий же як і в експериментальній (0,01), на частково-пошуковому рівні та на творчому – на 0,11 та на 0,22 менше відповідно. У контрольній групі значення середнього коефіцієнту зросло на репродуктивному рівні на 1,0%, на частково-пошуковому залишилося незмінним, на творчому зросло на 8,1%. У експериментальній групі цей показник збільшився на репродуктивному рівні на 1,0%, на частково-пошуковому – на 14,4%, на творчому – на 55,0% (рис. 3.12).

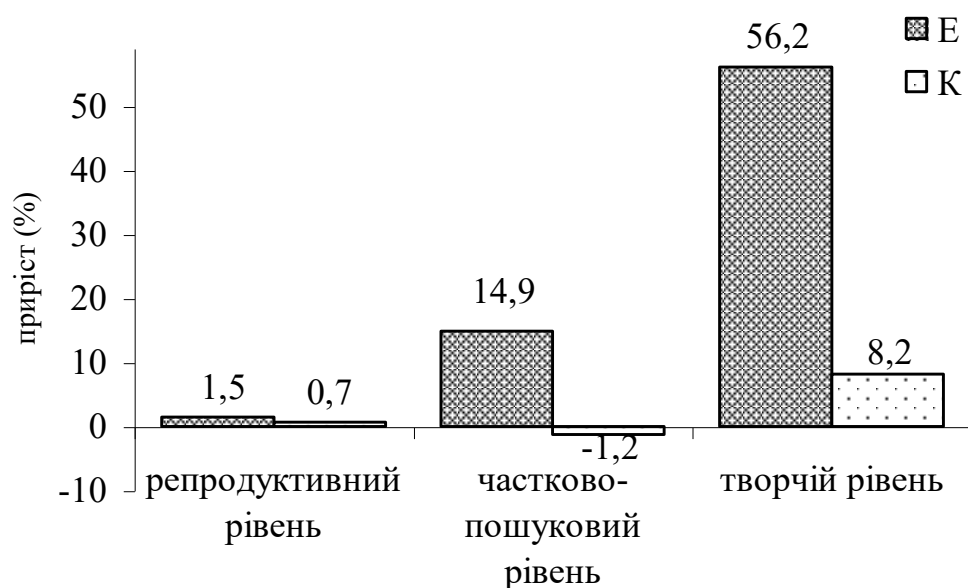


Рис.3.12. Порівняння приросту середніх коефіцієнтів засвоєння елементів знань.

Для підтвердження відмінностей у розподілі студентів експериментальної та контрольної груп за означеними рівнями знань на контрольному етапі експерименту було використано критерій Пірсона.



Застосування даного критерію передбачало виділення трьох статистичних категорій: до першої було віднесено студентів, що виконали завдання на репродуктивному рівні, до другої – на частково-пошуковому рівні, до третьої – на творчому. За результатами бачимо (табл. 3.24), що всі студенти виконали завдання репродуктивного рівня, результати за частково-пошуковим і творчим рівнями нижче.

Таблиця 3.24

## Розподіл студентів за рівнями знань

Група	Рівні засвоєння знань		
	Репродуктивний рівень	Частково-пошуковий рівень	Творчий рівень
Е	31	52	9
К	56	22	4

Обчислене за формулою (3.2) емпіричне значення критерію Пірсона дорівнює  $T = 20,76$ . Для числа ступеня свободи  $\nu = 2$  та рівня значущості  $\alpha = 0,05$  критичне значення критерію  $T_{кр} = 5,99$  [242]. У відповідності з правилом прийняття рішення за критерієм Пірсона, нульова гіпотеза відхиляється на рівні значущості  $\alpha = 0,05$ , так як  $T > T_{кр}$ , і приймається альтернативна гіпотеза: розподіл студентів експериментальної та контрольної груп змінився настільки, що виникли підстави вважати їх суттєво різними.

Про міцність знань можна судити за результатами виконання контрольних завдань, що вимагають застосування основних елементів теоретичних знань після вивчення теми та через деякий час. При перевірці виконання завдань застосовувався метод поелементного аналізу, при якому фіксувався не факт розв'язування задачі, а виконання в ході розв'язання елементарних дій, що складають його.

Для кількісного аналізу використовувався відповідний коефіцієнт міцності знань:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{b \cdot n},$$

де  $b_i$  - кількість вірно виконаних дій у розв'язуванні задач  $i$ -м студентом;

$b$  - загальне число дій, необхідних у розв'язуванні задачі;

$n$  - кількість студентів, що розв'язували задачу.

У залежності від значення коефіцієнта міцності знань було виділено чотири рівні сформованості цього критерію:

- високий ( $k > 0,9$ );
- відносно високий ( $0,75 < k \leq 0,9$ );
- середній ( $0,6 < k \leq 0,75$ );
- низький ( $k \leq 0,6$ ).

Узагальнені результати про розподіл студентів за рівнями міцності знань за результатами контрольних робіт наведені в таблиці 3.25.

Таблиця 3.25

## Розподіл студентів за рівнями сформованості міцності знань

Група	Рівні сформованості міцності знань							
	Низький		Середній		Відносно високий		Високий	
	кількість	%	кількість	%	кількість	%	кількість	%
Е	4	4,3	24	26,1	41	44,6	23	25,0
К	12	14,6	37	45,1	23	28,0	10	12,2

Аналіз результатів свідчить, що міцність знань у студентів експериментальних груп на високому та відносно-високому рівнях вища, ніж у студентів контрольних груп (69,6% проти 40,3%).

За допомогою критерію Пірсона покажемо, що розподіл студентів за рівнями міцності знань не випадковий. Було висунуто нульову гіпотезу, що

експериментальна та контрольна групи мають однаковий розподіл студентів за рівнями міцності знань та альтернативну – про суттєвий розподіл студентів експериментальної та контрольної груп за зазначеними рівнями. Розрахунки показують, що на контрольному етапі експерименту  $T = 16,4$ . Для числа ступеня свободи  $\nu = 3$  та заданого рівня значущості  $\alpha = 0,05$  критичне значення критерію  $T_{кр} = 7,81$  [242]. За результатами контрольного етапу експерименту нульова гіпотеза відхиляється на рівні значущості  $\alpha = 0,05$ , так як  $T > T_{кр}$ , і приймається альтернативна гіпотеза, за якою розподіл студентів експериментальної та контрольної груп змінився настільки, що є підстави вважати їх суттєво різними.

Вміння набувати знання з різних джерел вимірювалося за методикою, що застосовувалась на констатувальному етапі експерименту. На скільки розвинуто вміння набувати знання з різних джерел фіксувалося шляхом спостереження, проведення індивідуальних бесід та написання рефератів на початку та в кінці експерименту. Результати, отримані на контрольному етапі експерименту наведені в табл. 3.26.

Таблиця 3.26

Розподіл студентів за рівнями сформованості вміння набувати знання з різних джерел до та після експерименту (%)

Група	Рівні сформованості вміння								
	Високий			Середній			Низький		
	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст
Е	10,9	43,5	32,6	54,3	47,8	-6,5	34,8	8,7	-26,1
К	12,2	19,5	7,3	58,5	61,0	2,5	29,3	19,5	-9,8

На основі аналізу отриманих даних можна зробити наступні висновки. Приріст кількості студентів, що виявили високий рівень вміння набувати знання з різних джерел, становить в експериментальній групі 32,6%, а в контрольній – 7,3%. Одночасно спостерігається зниження кількості студентів, що виявили низький рівень вміння набувати знання з різних джерел, і становить в експериментальній групі 26,16%, а в контрольній – 9,8% .

Слід зауважити, що не всім студентам експериментальної групи вдалося підвищити рівень вміння набувати знання з різних джерел інформації. На попередньому рівні залишилося 8,7% студентів низького рівня і 21,7% студентів середнього рівня. Пояснити це можна тим, що експериментальна робота проводилася тільки на заняттях з чисельних методів з частотою лише 4 години на тиждень, а це не могло позначитися на результатах навчання. Разом з тим є всі підстави вважати, що запропонована технологія управління самостійною роботою студентів за допомогою комп'ютерних засобів має свої переваги. Підтвердженням цього є той факт, що в контрольних групах 82,9% студентів залишилися на попередньому рівні сформованості вміння набувати знання з різних джерел (рис.3.13 - 3.14)

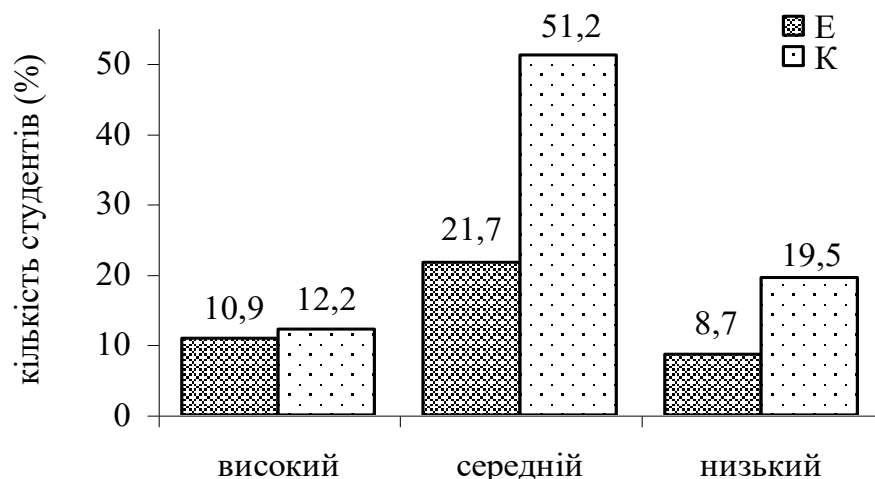


Рис. 3.13. Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп, що залишилися на попередньому рівні вміння набувати знання з різних джерел.

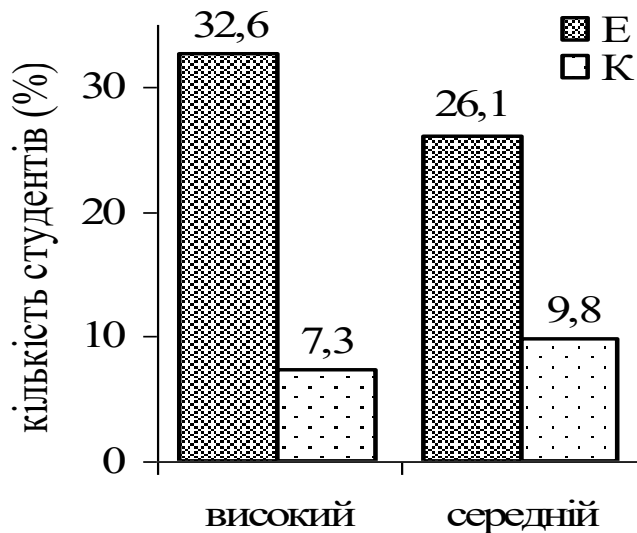


Рис. 3.14. Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп, що перейшли на наступний рівень уміння набувати знання з різних джерел

За допомогою критерію Пірсона покажемо, що розподіл студентів за рівнями уміння набувати знання з різних джерел не випадковий. Було висунуто нульову гіпотезу, що експериментальна та контрольна групи мають однаковий розподіл студентів за рівнями уміння набувати знання з різних джерел та альтернативну – про суттєвий розподіл студентів експериментальної та контрольної груп за рівнями зазначеного уміння. Для цього складемо таблицю (табл. 3.27).

Таблиця 3.27

Розподіл студентів за рівнями уміння набувати знання з різних джерел

Група	Рівні уміння		
	Низький	Середній	Високий
Е	8	44	40
К	16	50	16

Розрахунки показують, що на контрольному етапі експерименту  $T = 12,8$ . Для числа ступеня свободи  $\nu = 2$  та заданого рівня значущості

$\alpha = 0,05$  критичне значення критерію  $T_{кр} = 5,99$  [242]. За результатами контрольного етапу нульова гіпотеза відхиляється на рівні значущості  $\alpha = 0,05$ , так як  $T > T_{кр}$ , і приймається альтернативна гіпотеза, за якою розподіл студентів експериментальної та контрольної груп змінився настільки, що є підстави вважати їх суттєво різними.

Для перевірки міцності сформованого вміння набувати знання з різних джерел інформації у студентів експериментальних груп було проведено перевірку підготованих студентами експериментальної і контрольної груп рефератів з природничо-математичних навчальних дисциплін. При перевірці рефератів фіксувався факт самостійного пошуку, добору і використання додаткових джерел інформації, а не тільки тих, що рекомендувалися викладачем.

Існування кореляційного зв'язку між експериментальним навчанням і проявом прагнення набувати знання з різних джерел інформації виявлялося за формулою:

$$r = \frac{a \cdot d - b \cdot c}{\sqrt{(a + b) \cdot (c + d) \cdot (a + c) \cdot (b + d)}}$$

де  $a, b, c, d$  - частоти ознак, що зіставляються [244].

За даними перевірки рефератів студентів заповнювалася чотирипільна таблиця.

Види навчання	Кількість студентів		
	Використання додаткової літератури		
	Здійснювалося	Не здійснювалося	
Експериментальне	a=74	b=18	a+b=92
Традиційне	c=22	d=60	c+d=82
	a+c=96		b+d=78

На підставі даних таблиці було обчислено коефіцієнт кореляції  $r = 0,54$ . Оскільки  $r > 0,4$ ; то між ознаками, що розглядаються існує явно виражений зв'язок. Середньоквадратична помилка коефіцієнту кореляції обчислювалася

за формулою

$$\sigma_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}},$$

де  $r$  – коефіцієнт кореляції;

$n$  – загальна кількість студентів,

$i$  у даному випадку дорівнює  $\sigma_r=0,08$

Оскільки,  $\frac{r}{\sigma_r} > 3$ , то з імовірністю  $p = 0,98$  обчислений коефіцієнт достовірний.

Проаналізуємо готовність студентів без сторонньої допомоги оволодівати новими знаннями та новими способами дій. На констатувальному етапі експерименту на основі анкетного опитування (Додаток А) аналізувалося відношення студентів до самостійної роботи. Результати повторного анкетування наведено в табл. 3.28.

Таблиця 3.28

Відношення до самостійної роботи студентів експериментальних та контрольних груп

Характер самостійної роботи		Констатувальний етап експерименту (%)	Контрольний етап експерименту (%)	Кількісний показник (%)
Регулярно	К	39,0	41,5	2,5
	Е	37,0	71,7	34,7
Час від часу	К	26,8	29,3	2,5
	Е	28,3	15,2	-12,9
Рідко	К	19,5	19,5	0,0
	Е	21,7	8,7	-13,0
Не займаються	К	14,6	9,8	-4,8
	Е	13,0	4,3	-8,7

Наведені дані дають підстави зробити наступні висновки. На контрольному етапі експерименту регулярність виконання самостійної роботи в експериментальній групі зросла на 34,7%, тоді як в контрольній групі лише на 2,5%. Слід також зауважити, що значно зменшилась кількість студентів, які рідко або зовсім не займаються самостійною роботою (в експериментальній групі на 21,7%, а в контрольній групі на 4,9%). Ці дані графічно представлено на рис.3.15 – 3.16.

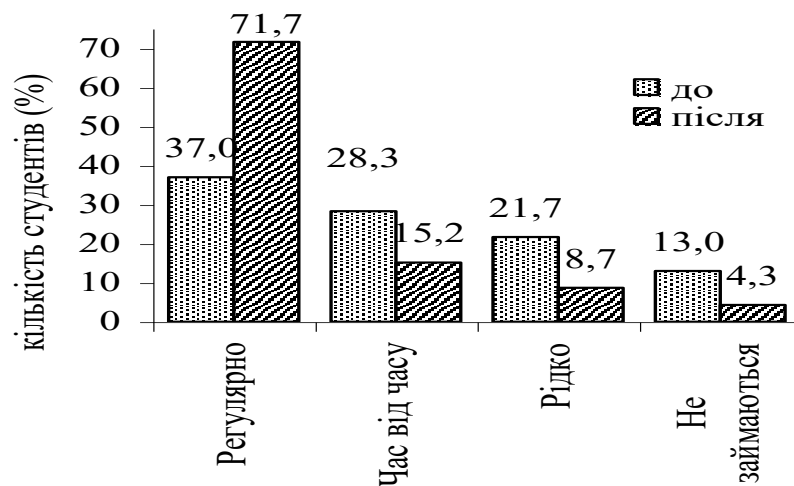


Рис.3.15. Динаміка зміни відношення студентів експериментальної групи до самостійної роботи.

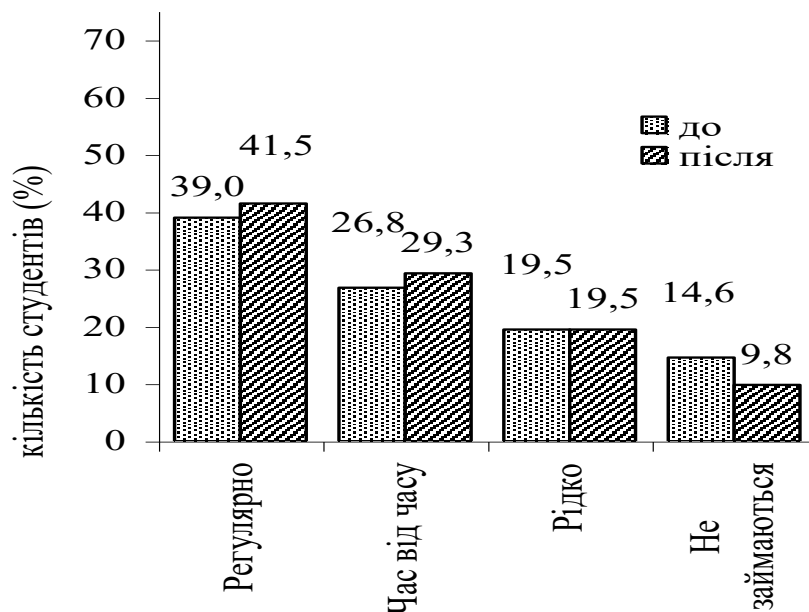


Рис.3.16. Динаміка зміни відношення студентів контрольної групи до самостійної роботи



За результатами індивідуальних бесід, спостережень за студентами, а також після аналізу діагностичних робіт, студентів експериментальної та контрольної груп було умовно поділено на 4 групи. Узагальнені результати дослідження занесені до табл. 3.29.

Таблиця 3.29

Розподіл студентів за рівнями самостійності до та після експерименту

Група	Низький			Середній			Відносно-високий			Високий		
	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст	Констатувальний	Контрольний	Приріст
Е	10,9	4,3	-6,6	52,2	26,1	-26,1	30,4	32,6	2,2	6,5	37,0	30,5
К	12,2	9,8	-2,4	48,8	43,9	-4,9	34,1	36,6	2,5	4,9	9,8	4,9

Аналіз отриманих даних свідчить, що на контрольному етапі експерименту приріст кількості студентів, що виявили високий рівень самостійності, становить в експериментальній групі 30,5%, а в контрольній – 4,9%. Одночасно спостерігається зниження кількості студентів, що виявили низький та середній рівні самостійності, і становить в експериментальній групі 32,7%, а в контрольній – 7,3%.

Слід зауважити, що не всім студентам експериментальної групи вдалося підвищити рівень самостійності (23,9%). На попередньому рівні залишилося 4,3% студентів низького рівня та 19,6% студентів середнього рівня. Разом з тим є всі підстави вважати, що запропонована технологія управління самостійною роботою студентів за допомогою комп'ютерних

засобів має свої переваги, адже в контрольних групах 80,5% студентів залишилися на попередніх рівнях самостійності (рис.3.17 - 3.18).

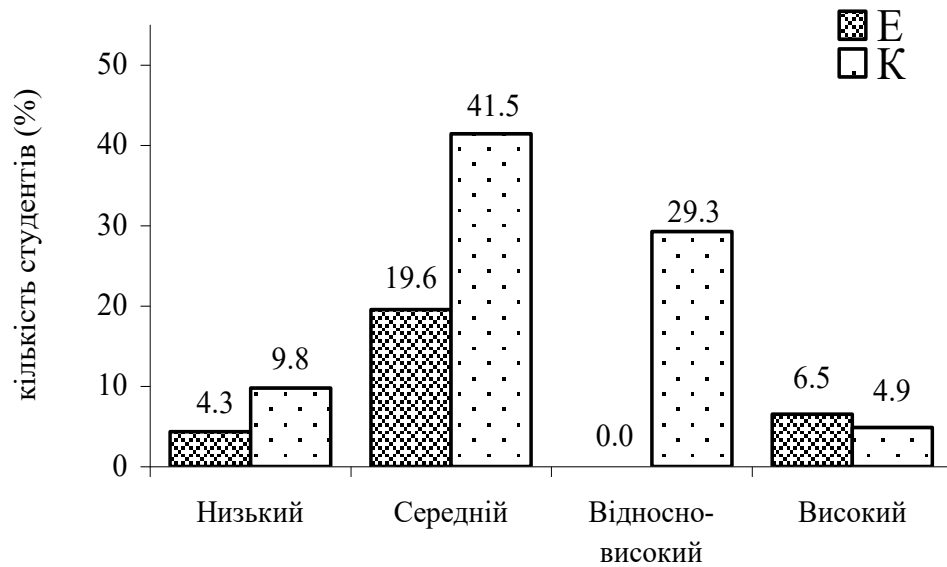


Рис.3.17. Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп, що залишилися на попередньому рівні самостійності.

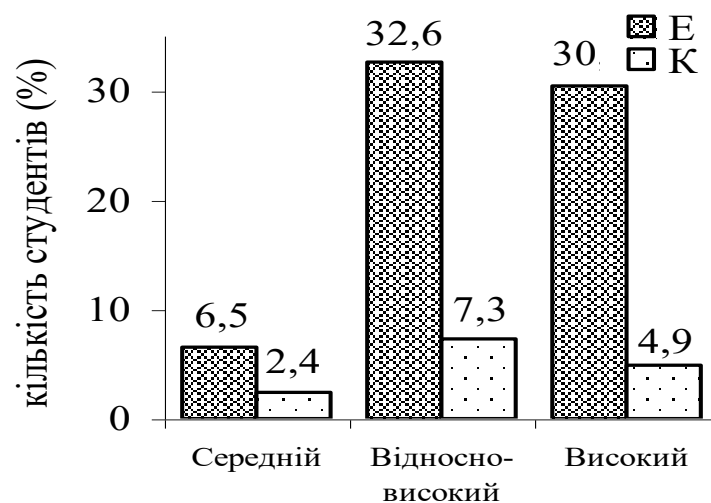


Рис.3.18. Розподіл студентів контрольної та експериментальної груп, що перейшли на наступний рівень самостійності.

За допомогою критерію Пірсона покажемо, що розподіл студентів за рівнями самостійності не випадковий. Було висунуто нульову гіпотезу, що експериментальна та контрольна групи мають однаковий розподіл студентів за рівнями самостійності та альтернативну – про суттєвий розподіл студентів

експериментальних та контрольних груп за рівнями самостійності. Для цього складемо таблицю (табл.3.30).

Таблиця 3.30

## Розподіл студентів за рівнями самостійності

Група	Категорії рівня			
	низький	нижче середнього	середній	високий
Е	4	24	30	34
К	8	36	30	8

Розрахунки показують, що на контрольному етапі експерименту  $T = 19,31$ . Для числа ступеня свободи  $\nu = 3$  та заданого рівня значущості  $\alpha = 0,05$  критичне значення критерію  $T_{кр} = 7,81$  [242]. За результатами контрольного етапу експерименту нульова гіпотеза відхиляється на рівні значущості  $\alpha = 0,05$ , так як  $T > T_{кр}$ , і приймається альтернативна гіпотеза, за якою розподіл студентів експериментальної та контрольної груп змінився настільки, що є підстави вважати їх суттєво різними.

Контрольний етап експерименту показав, що реалізація розроблених педагогічних умов комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою студентів у процесі навчання природничо-математичних дисциплін вплинуло на відношення до самостійної роботи (більшість студентів почали регулярно займатися самостійною роботою - 71,7%). Слід також зауважити, що зросла чисельність студентів експериментальної групи, які виявили високий та відносно-високий рівні самостійності (37,0% та 36,6% відповідно).

### Висновки до розділу 3

Проведено дослідницько-експериментальну роботу щодо перевірки педагогічних умов комп'ютерно орієнтованого управління самостійною

роботою майбутніх учителів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу, яка дає підстави зробити такі висновки:

1. У ході підготовки до експерименту було створено комплекс комп'ютерних програмних засобів, до якого увійшли: комп'ютерний підручник, програми-тренажери, банки індивідуальних завдань, автоматизована система контролю знань, комплект програмних засобів для організації практичної роботи у предметно-орієнтованому середовищі, електронні банки анотованої літератури, система реєстрації та рейтингового оцінювання поточних результатів. Проведено анкетування майбутніх учителів щодо їх ставлення до самостійної роботи та рівня оволодіння комп'ютерними засобами. Визначено, що студенти розуміють значення самостійної роботи для успішного навчання у ЗВО (понад 82 %), але структура такої роботи потребує збільшення частки продуктивної діяльності. Аналіз результатів анкетного опитування показав, що майже всі студенти та викладачі знайомі з комп'ютерною технікою в достатній мірі для її використання в процесі самостійної роботи. Для об'єктивного аналізу результатів експерименту вирішено застосовувати такі критерії: якості знань (глибина, повнота, міцність); ступінь засвоєння знань на репродуктивному, частково-пошуковому та творчому рівнях; самостійність; уміння самостійно набувати знання з різних джерел інформації. Глибина, повнота й міцність знань визначались за результатами контрольної роботи за показниками: коефіцієнт повноти, коефіцієнт глибини та коефіцієнт міцності знань. На основі педагогічного спостереження та аналізу результатів навчальної діяльності студента викладач визначав рівні самостійності (низький, середній, відносно високий, високий) та вміння самостійно набувати знання з різних джерел (низький, середній, високий).

2. Аналіз даних про названі показники на констатувальному етапі педагогічного експерименту показав, що експериментальна та контрольна групи є випадковими вибірками з однієї генеральної сукупності за всіма розглянутими критеріями, що відповідає вимогам до підбору контрольної та

експериментальної груп для проведення порівняльного педагогічного експерименту. Отримані дані констатувального етапу експерименту є вихідними для оцінки ефективності запропонованих педагогічних умов комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

3. На формувальному етапі в експериментальних групах реалізовано комп'ютерно орієнтоване управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі підготовки до вивчення курсу „Методи обчислень”. Виявлено рівень підготовленості студентів до сприйняття матеріалу курсу та рівень їхньої самостійності. З урахуванням отриманих результатів студенти були розподілені на групи за видом управління (пряме, співуправління, побічне управління, самоуправління), для кожної групи встановлювався графік роботи, рівень завдань, ресурсне забезпечення, підібране з урахуванням обраного виду управління. Кожному студенту запропоновано індивідуальне завдання для самостійної роботи. За результатами функціонування системи збирання й накопичення даних про перебіг самостійної роботи в системі Moodle формувався рейтинг студентів за їхньою поточною успішністю у виконанні завдань. Доступ до рейтингу мав кожний студент, що дало змогу зробити оцінювання результатів навчальної діяльності гласним і доступним. Контроль та оцінка результатів самостійної роботи були спрямовані на аналіз її якості. На підставі зіставлення результатів навчання з очікуваними оцінювалася дієвість застосованого виду управління та вирішувалося питання про його подальшу корекцію.

4. Аналіз результатів експериментального дослідження засвідчив, що впровадження розроблених педагогічних умов сприяє підвищенню ефективності комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів. Позитивний вплив впровадження педагогічних умов в експериментальній групі порівняно з контрольною групою позначився на зростанні кількості студентів, які виявили творчий і частково-пошуковий рівні знань (66,9% проти 32,1%). Кількість студентів, які виявили високий та

відносно високий рівні повноти знань, в експериментальній групі зросла до 63,0% проти 39,0% у контрольній, за глибиною знань аналогічні показники склали 63,0% проти 43,9%. Міцність знань перевірялась тільки на контрольному етапі педагогічного експерименту після завершення курсу в наступному семестрі та виявилась більшою в експериментальній групі (69,6% студентів на високому та відносно високому рівнях проти 40,3% у контрольній групі). Високого та відносно високого рівнів самостійності досягли 69,6% студентів експериментальної групи проти 46,4% контрольної. За вмінням набувати знання з різних джерел також виявлено перевагу студентів експериментальної групи: високий рівень зазначеного вміння показали 43,5% студентів цієї групи проти 19,5% у контрольній.

Основні результати третього розділу опубліковані в роботах автора [202], [99], [100], [227], [101], [103], [97], [98], [229], [230], [231], [253], [96], [95].

## ВИСНОВКИ

Результати дисертаційного дослідження дають підставу для таких висновків:

У дисертації наведено теоретичне узагальнення й наукове розв'язання проблеми комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки, що полягає в обґрунтуванні та експериментальній перевірці педагогічних умов реалізації зазначеного управління.

1. На основі аналізу наукових джерел розкрито сутність самостійної роботи студента як навчально-пізнавальної діяльності, яка здійснюється ним свідомо й активно без безпосередньої участі викладача з метою вирішення поставленого завдання. Визначено сутність управління самостійною роботою студента, що полягає в реалізації взаємодії студента й педагога, яка спрямовується на активізацію діяльності студента в освітньому процесі та на досягнення поставленої мети. Здійснення управління самостійною роботою студентів з використанням сучасних потужних комп'ютерних засобів для вирішення управлінських завдань означає перехід до нового виду управління – комп'ютерно орієнтованого. Таке управління здатне забезпечити його індивідуалізацію і слугувати не тільки досягненню освітніх цілей, а й перетворенню студента на активного суб'єкта управління власною самостійною роботою.

2. Доведено, що специфіка самостійної роботи майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки зумовлена її переважно дослідно-експериментальним характером. Комп'ютерно орієнтоване управління зазначеною роботою становить багатоетапний процес, який реалізується із застосуванням відповідних засобів ІКТ на кожному етапі, що дає змогу досягти нової якості управління, якому притаманні адаптивність, гнучкість, оперативність, прозорість, об'єктивність прийняття управлінських рішень.

3. Теоретично обґрунтовано педагогічні умови реалізації комп'ютерно

орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки: створення інформаційно-комунікаційного освітнього середовища, яке містить варіативні освітньо-інформаційні, інструктивно-методичні, програмно-інструментальні, а також комунікаційні ресурси для організації, підтримки й супроводу самостійної роботи студентів з природничо-математичних дисциплін; застосування системи, що автоматизує процеси збирання, накопичення та аналітичного опрацювання показників результативності цієї роботи; забезпечення готовності всіх учасників освітнього процесу до реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою.

4. Критеріями ефективності комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі природничо-математичної підготовки обрано результативність зазначеної роботи, що знаходить прояв у рівні та якостях (повноті, глибині, міцності) знань, і розвиток самостійності, що виявляється в самостійності освітньої діяльності та сформованості вміння набувати знання з різних джерел. Розроблено систему показників для визначення цих критеріїв, яка ґрунтується на даних педагогічного спостереження, тестування, анкетування, результатах діагностичних контрольних робіт.

5. Педагогічний експеримент проведено на базі Криворізького державного педагогічного університету та Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди. Реалізацію теоретично обґрунтованих педагогічних умов було здійснено в процесі організації аудиторної та позааудиторної самостійної роботи майбутніх учителів з методів обчислень у межах навчальних дисциплін „Методи обчислень” та „Комп'ютерне моделювання” освітніх програм підготовки майбутніх учителів інформатики, фізики, математики. Було створено інформаційно-комунікаційне освітнє середовище, яке включає варіативні освітньо-інформаційні, інструктивно-методичні та програмно-інструментальні ресурси, зокрема авторський електронний курс, навчальний посібник з



чисельних методів, комплекти комп'ютерних моделей, розроблені для проведення навчальних досліджень із зазначених дисциплін у середовищі MathCAD з використанням убудованих інструментів програмування зазначеного середовища. На базі системи управління навчальною діяльністю Moodle налаштовано збирання та опрацювання даних про перебіг самостійної роботи студентів. З метою забезпечення готовності всіх учасників освітнього процесу до реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою здійснено аналіз напрямів використання ІКТ в освітньому процесі базових закладів, з'ясовано рівень інформатичної підготовки студентів, організовано науково-методичний семінар для викладачів, проведено роз'яснювальні та мотиваційні заходи зі студентами.

Аналіз і статистичне опрацювання даних, отриманих у результаті проведення педагогічного експерименту, засвідчили, що впровадження розроблених педагогічних умов дало змогу досягти підвищення ефективності комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки.

Виконане дослідження не вичерпує всіх аспектів поставленої проблеми. Перспективним напрямом продовження роботи є розвиток алгоритмів автоматизованого педагогічного прогнозування як складника системи комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою студентів.

### Список використаних джерел

1. Педагогічна конституція Європи [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.arpue.org/en/journal-european-pedagogical-studio/pedagogical-constitution-of-europe/142-pedahohichna-konstytutsiia-uevropu-1>. – Заголовок з екрана.
2. Закон України «Про освіту» №2145-VIII від 05.09.2017 із змінами та доповненнями [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>. – Заголовок з екрана.
3. Закон України «Про вищу освіту» №1556-VII від 01.07.2014 із змінами та доповненнями [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>. – Заголовок з екрана.
4. Указ Президента України від 25 червня 2013 року № 344/2013 «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» із змінами та доповненнями [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> – Заголовок з екрана.
5. Абдуллина О.А. Общепедагогическая подготовка учителя в системе высшего педагогического образования: Для пед. спец. высш. учеб. заведений. - 2-е изд., перераб. и доп. / О.А. Абдуллина. – М.: Просвещение, 1990.
6. Волкова Н. П. Засоби стимулювання та мотивації творчої діяльності студентів / Н. П. Волкова // Вісн. Ун-ту імені Альфреда Нобеля. Сер. «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки. – 2017. – № 1(13). – С. 161 – 169.
7. Гузій Н.В. Педагогічний професіоналізм: історико-методологічні та теоретичні аспекти. Монографія / Н.В Гузій. – К. : НПУ, 2004. – 243 с.
8. Зязюн І.А. Педагогічна майстерність: Підручник для вищих педагогічних навчальних закладів / І.А. Зязюн. – К. : Вища шк., 1997. – 349 с.

9. Калашнікова С. А. Теоретико-методологічні засади професійної підготовки управлінців-лідерів в умовах сучасних суспільних трансформацій : дис. ... д-ра пед. наук / С. А. Калашнікова . – К. : Київський університет імені Бориса Грінченка, 2011.

10. Кан-Калик В. А. Учителю о педагогическом общении / В. А. Кан-Калик. – М. : Просвещение, 1987. – Т. 190.

11. Козлакова Г. О. Теоретичні і методичні основи застосування інформаційних технологій у вищій технічній освіті: Монографія / Г. О. Козлакова – К. : ІЗМН, 1997.

12. Кузьмина Н. В. Методы исследования педагогической деятельности. / Кузьмина Н. В. – Л. : ЛГУ, 1970. – 88 с

13. Кузьмина Н. В. Профессионализм личности преподавателя и мастера производственного обучения / Н. В. Кузьмина. – М. : Высш. шк., 1990. – 119 с.

14. Кучерявий О. Г. Модульно-розвивальне навчання у вищій школі: аспекти проектування: монографія / О. Г. Кучерявий. – Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2006. – 304 с.

15. Майборода О. В. Становлення і розвиток комп'ютерної освіти студентів педагогічних коледжів України : дис. ... ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00. 04 / О. В. Майборода ; Центральний ін-т післядипломної освіти АПН України. – К., 2002. – 238 с.

16. Манько В. А. Толерантні взаємовідносини як одна з умов ефективності педагогічного спілкування / В. А. Манько // Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту. – 2006. – №. 11. – С. 64-66.

17. Радкевич В. О. Принципи модернізації професійно-технічної освіти / В. О. Радкевич // Проблеми підготовки сучасного вчителя. – 2011. – Т. 3. – №. 3. – С. 331-337.

18. Савченко О. Я. Підготовка вчителя в контексті інноваційної шкільної освіти / О. Я. Савченко // Школа першого ступеня: теорія і практика: зб. наук. праць. – Переяслав-Хмельницький. – 2004. – С. 109-117.
19. Сластьонін В. О. Формування особистості вчителя в процесі професійної підготовки / В. О. Сластьонін // Педагогічна творчість і майстерність: Хрестоматія/ Укл. Н. В. Гузій. – К. : ІЗМН, 2000. – С. 103-107.
20. Таланова Л. Анализ развития зарубежной и отечественной систем высшего профессионального образования учителя / Л. Таланова // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – 2016. – №. 4. – С. 69-77.
21. Бондар Г. О. Формування гуманістичного світогляду майбутніх вчителів у процесі вивчення філологічних дисциплін : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Бондар Галина Олександрівна ; Уман. держ. пед. ун-т ім. П. Тичини. – Умань, 2011. – , 2013.
22. Грод І. Комбінована тестова програма як засіб автоматизованого навчання і контролю знань / Грод І. // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: педагогіка. – 2008. – №. 7.
23. Канівець М. В. Роль самостійної роботи в процесі саморозвитку студентів / М. В. Канівець // Теорія і практика управління соціальними системами. – 2012. – № 2. – С. 87-94.
24. Ткаченко І.А. Інтеграція знань з циклу природничо-наукових дисциплін у процесі підготовки майбутніх учителів фізики (теоретичний аспект) / І.А. Ткаченко, Ю.М. Краснобокий // Фізико-математична освіта. – 2017. – Випуск 3(13). – С. 155-159.
25. Семеріков С. О. Теоретичні та методичні основи фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін у вищій школі / С. О. Семеріков, І. О. Теплицький // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць. Випуск VIII : в 3-х томах. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2010. – Т. 3: Теорія та методика навчання інформатики. – С. 223–239.

26. Флегантов Л.О. Самоорганизация самостоятельной работы студентов по математическим дисциплинам в web-ориентированной методической системе обучения / Л.О. Флегантов // Обучение математике в техническом университете: Сборник научно-методических работ. - Вып. 8. - Донецк: ДонНТУ, 2013. - С. 328-335.

27. Хом'юк В.В. Проблеми та перспективи багаторівневої вищої професійної освіти / В.В.Хом'юк // Теоретичні та практичні аспекти розвитку сучасної педагогіки та психології : Збірник тез наукових робіт учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, 26 червня 2015 року). – Львів : ГО «Львівська педагогічна спільнота», 2015. – С. 99 – 103.

28. Хом'юк І. В. Теоретико-методичні засади формування базового рівня професійної мобільності майбутніх інженерів / І. В. Хом'юк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ, 2012. –380 с.

29. Алексюк А. М. Педагогіка вищої школи. Курс лекцій: модульне навчання: [навчальний посібник] / Алексюк А. М. – К. : ІСДО,1993. – 220с.

30. Буряк В. К. Самостоятельная работа учащихся / Буряк В. К. – М. : Просвещение, 1984. – 63 с.

31. Гапонов Г. М. Самостоятельная работа студентов. / Гапонов Г. М. // Организация самостоятельной работы студентов. – Воронеж, 1969.

32. Гарунов М. К. Исследования по проблеме активизации самостоятельной работы студентов в вузах страны. / Гарунов М. К. – М. : НИИВШ, 1976. – 65 с.

33. Иоганзен Б. Г. Научная организация самостоятельной работы студентов. / Иоганзен Б. Г. – Томск, 1970. – 40 с.

34. Козаков В. А. Самостоятельная работа студентов и ее информационно методическое обеспечение. / Козаков В. А. – К. : Вища школа, 1990. - 246 с.

35. Микельсон Р. М. О самостоятельной работе учащихся в процессе обучения / Микельсон Р. М. – Москва : Учпедгиз, 1940.

36. Міхеєв В.В. Методика навчання інформатики. Метод. Посібник / В.В. Міхеєв. – Житомир : Поліграф центр ЖДПУ, 2004. – 224 с.
37. Молибог А. Г. Вопросы научной организации педагогического труда в высшей школе. / Молибог А. Г. – Минск, Высшая школа, 1975. – 288 с.
38. Низамов В. А. Дидактические основы активизации учебной деятельности студентов. / Низамов В. А. – Казань : Изд-во Казанского университета, 1975. – 305 с.
39. Никандров Н. Д. Организационные формы и методы обучения в высшей школе. / Никандров Н. Д. // Проблемы педагогики высшей школы. – Л.: 1972. – С. 22-29.
40. Нильсон О. А. Теория и практика самостоятельной работы учащихся. / Нильсон О. А. – Талин : «Валгус», 1976. – 280 с.
41. Новоселова Г. П. Пути повышения эффективности самостоятельной работы студентов педагогического института / Новоселова Г. П. // Совершенствование подготовки студентов педагогических вузов к воспитательной работе: Сб. науч. тр. – М. : МГПИ, 1980. – С. 101-111.
42. Пидкасистый П. И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении. Теоретико-экспериментальные исследования. / Пидкасистый П. И. – М. : Педагогика, 1980. – 240 с.
43. Полякова В. Я. Дидактичні засади організації самостійної навчальної діяльності учнів старшої школи : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.09 / Вікторія Ярославівна Полякова. – Кривий Ріг, 2015. – 253 с.
44. Рогова О. В. Врахування специфіки змісту навчального матеріалу в процесі організації самостійної роботи студентів : автореф. дис. канд. пед. наук. / Рогова О. В. – Х., 1992. – 18 с.
45. Архангельский С. И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе. / Архангельский С. И. – М.: Высшая школа, 1976. – 200 с.

46. Бойко Н. І. Організація самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів в умовах застосування інформаційно-комунікаційних технологій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.04 / Н. І. Бойко. – К., 2008. – 27 с.

47. Дмитренко Т. А. Обучение как управление познавательной деятельностью / Дмитренко Т. А. // Методы и средства кибернетики в управлении учебным процессом высшей школы: Сб. науч. тр. – Рига, Рижский политехн. ин-т, 1986.

48. Малихін О. В. Теоретико-методологічні засади організації самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів: автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.09 / О.В. Малихін ; Харк. нац. пед. ун-т ім. Г.С.Сковороди. — Х., 2009. — 40 с.

49. Меняйленко О.С. Автоматизовані педагогічні навчальні системи: Монографія. / Меняйленко О.С.– Луганськ : Альма-матер, 2003. – 272 с.

50. Ричкова Л.В. Управління навчально-пізнавальною діяльністю школярів у процесі вирішення ними дидактичних ситуацій [Текст] : автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.01 / Ричкова Лариса Володимирівна ; Харківський держ. педагогічний ун-т ім. Г.С.Сковороди. - Х., 1996. - 23 с.

51. Тализіна Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний. / Тализина Н. Ф. – М. : Высшая школа, 1975. – С. 21-39.

52. Туркот Т. І., Чуп Л. В. Педагогічні технології, орієнтовані на організацію самостійної роботи студентів в умовах дистанційного навчання. Педагогічний альманах: збірник наукових праць. – Херсон: КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти», 2015. – Випуск 25. – С. 218-224. –  
Режим доступу:  
<https://drive.google.com/file/d/0B3AWUScdBCMFVDRJNTN0eDhQaUk/view>

53. Якунин В. А. Обучение как процесс управления: Психологические аспекты. / Якунин В. А. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. – 160 с.

54. Яренько К. В. Управління навчально-творчою діяльністю школярів в умовах інформатизації освіти: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. / Яренько К. В. – Х., 1999 – 19 с.

55. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: Монографія. / Биков В. Ю. – К. : Атіка, 2008.– 684 с.

56. Білоусова Л. І. Проблеми ефективного використання автоматизованих систем тестування / Л. І. Білоусова, О. Г. Колгатін // Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology. – 2015. – Vol. 1. – No 1 (2015). – P. 8-16.

57. Волошина Т. В. Використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій : дис. ... канд. пед. наук / Т. В. Волошина ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – К., 2018. – 293 с.

58. Гуржій А. Створення навчальної літератури на електронних носіях: проблеми і завдання сьогодення. / А. Гуржій // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 5 (2007). – С. 27-32.

59. Жалдак М. И. Система подготовки учителя к использованию информационной технологии в учебном процессе: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук / М. И. Жалдак . – М., 1989. – 48 с.

60. Використання розподілених інформаційних ресурсів в навчальному процесі: методичні рекомендації / [за ред.канд.техн. наук В.В.Камишина і канд. техн. наук О.Є.Стрижака; Л.Л.Ляхоцька, О.М.Самойленко, К.Р.Колос та ін.]. К.:Інфосистем, 2010. – 206 с.

61. Биков В.Ю. Засоби інформаційно-комунікаційних технологій єдиного інформаційного простору системи освіти України: Монографія / В.Ю. Биков, В.В. Лапінський, М.П. Шишкіна, О.М. Спирін, В.Д. Руденко, В.М. Дем'яненко, В.В. Олійник, К.І. Скрипка, З.В. Савченко, В.І. Горбаченко, А.Ю. Пилипчук. – Київ : Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, 2010.



62. Панченко Л.Ф. Теоретико-методологічні засади розвитку інформаційно-освітнього середовища університету: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.10 / Л.Ф.Панченко; ДЗ «Луган. нац. ун-т ім. Т. Шевченка». –Луганськ, 2011. – 509с.

63. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Раков Сергій Анатолійович. – Харків, 2005. – 538 с.

64. Рамський Ю. С. Зміни в професійній діяльності вчителя в епоху інформатизації освіти / Ю. С. Рамський // Науковий часопис НПУ імені Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. – К. : НПУ ім. Драгоманова, 2007. – Вип. 5 (12). – С. 10–12.

65. Рева Ю. П. Дидактичні умови ефективного використання комп'ютерів в самостійній роботі школярів: . автореф. дис. на здобуття науч. степеня канд. пед. наук: спец.: 13.00. 01 Загальна педагогіка, історія педагогіки та освіта / Ю.П. Рева, 1994.

66. Семеріков С. О. Теоретико-методичні основи фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін у вищих навчальних закладах: дис.... д-ра пед. наук Національний педагогічний ун-т ім. МП Драгоманова / С. О. Семеріков. – К., 2009. – 536 с.

67. Співаковський О.В. Управління інформаційними технологіями вищих навчальних закладів: Навчальний посібник. / Співаковський О.В., Федорова Я.Б., Глущенко О.О., Кудас Н.А. Видання третє, доповнене. Херсон : Айлант, 2010. – 302 с.

68. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи / Ю.В. Триус. – Комп'ютерноорієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. – Вип. 5. – С. 3-14.

69. Белявцева Т. В. Особливості навчання інформатики майбутніх учителів хімії до проведення хімічного експерименту / Т. В. Белявцева, Т. Я. Грановська // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Педагогіка. Соціальна робота. – 2014. – Вип. 34. – С. 32-35.

70. Информационно-образовательная среда университета как основа организации учебной и исследовательской деятельности студентов [Электронный ресурс] / А. Н. Микитюк, Л. И. Белоусова, А. Г. Колгатин, Ю. В. Литвинов // Educational Technology & Society. – 2008. – №11(3). – Режим доступа : [http://ifets.ieee.org/russian/depository/v11\\_i3/html/8.htm](http://ifets.ieee.org/russian/depository/v11_i3/html/8.htm). – Заголовок з екрана.

71. Власенко К. Дидактичне призначення комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання бакалаврів з інформаційних технологій / Власенко К., Сітак І. // 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.

72. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики. / М. І. Жалдак // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. пр. – К.: НПУ ім. МП Драгоманова, 2003. – 3-16.

73. Shyshkina M. The Systems of Computer Mathematics in the Cloud-Based Learning Environment of the Educational Institutions [Electronic resource] / Mariya Shyshkina, Ulyana Kohut, Maya Popel // CEUR Workshop Proceedings. – V. 1844 : Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (Kyiv, Ukraine, May 15-18, 2017). – PP. 396-405. – Mode of access: <http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000396.pdf>.

74. Бабанский Ю. К. Оптимизация процесса обучения. / Бабанский Ю. К. // Избранные педагог. труды. – М.: Педагогика, 1989. – С. 16-121.

75. Бабанский Ю. К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований: Дидактический аспект. / Бабанский Ю. К. – М. : Педагогика, 1982. – С. 23-46.
76. Беспалько В. П. Дидактика. / Беспалько В. П. – М.: Высшая школа, 1970. – 198 с.
77. Підласий І. П. Як підготувати ефективний урок : кн. для вчителя / І. П. Підласий. – К. : Рад. шк., 1989. – 204 с.
78. Рейнгард И.А. Подтексты в обучении : учеб. пособие / И.А. Рейнгард. – Днепропетровск : ДГУ, 1990. – 76 с.
79. Хриков Є. М. Моделювання процесу управління якістю самостійної роботи студентів / Є. М. Хриков // Створення системи управління якістю адміністративних та освітніх послуг: теорія та практика: матеріали наук.практи. конф. (21 квітня 2011 року). – Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2011. – С. 275–282.
80. Есипов Б. П. Самостоятельная работа учащихся на уроке. / Есипов Б. П. – М. : Учпедгиз, 1961. – 239 с.
81. Коротяев Б. И. Учение - процесс творческий: Книга для учителя. Из опыта работы. / Коротяев Б. И. - 2-е изд. - М.: Просвещение, 1989. – 159 с.
82. Лернер И. Я. Качества знаний учащихся. Какими они должны быть? / Лернер И. Я. // Новое в жизни, науке, технике. - М.: Знание, 1978. – 48 с.
83. Лозова В. І. Пізнавальна активність школярів. / Лозова В. І. // Спецкурс із дидактики. - Харків: Основа, 1990. – 89 с.
84. Половникова Н. А. Система воспитания познавательных сил школьников [учебное пособие]. / Половникова Н. А. – Казань, 1975. – 101 с.
85. Качество знаний учащихся и пути его совершенствования [Текст] / [И.Я. Лернер, Л.Я. Зорина, Г.И. Батурина и др.] ; Под ред. М.Н. Скаткина, В.В. Краевского. - Москва : Педагогика, 1978. – 208 с.

86. Шамова Т. И. Активизация учения школьников. / Шамова Т. И. – М.: Педагогика, 1982. – 209 с.
87. Якиманская И.С. Личностно ориентированное обучение в современной школе. – М.: Знание, 1996. – 96 с.
88. Gritsenko V. Technology Framework for Educational Innovations / V. Gritsenko, K. Synytsa, A. Manako // Proceedings ITEA-2006 (First International Conference “New Information Technologies in Education for All”, Ukraine, IRTC, 29-31 May 2006). – Kiev, 2006. – P. 12–21.
89. Машбиц Е. И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения. / Машбиц Е. И. – М.: Педагогика, 1988. – 192 с.
90. Величко С. П. Комп'ютерно-орієнтовані засоби підтримки самостійної діяльності студентів у навчанні квантової фізики / С. П. Величко, С. В. Шульга С. // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2018. – Том 65, № 3. – С. 103-114.
91. Власенко К. Освітній сайт як засіб формування інформатичної компетентності студента/ К.В. Власенко, І.В. Сітак, О.О. Чумак // Cherkasy University Bulletin: Pedagogical Sciences . – Випуск 16. – С. 3-14.
92. Горошко Ю. В. Про нові послуги педагогічного програмного засобу Gran1 / Ю. В. Горошко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова : збірник наукових праць / Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2015. – Серія 2. Вип. 17(24). – С. 15–20.
93. Lvov, M. Mathematical Models of Supporting the Solution of the Algebra Tasks in Systems of Computer Mathematics for Educational Purposes / M. Lvov, L. Shishko, I. Chernenko, E. Kozlovsky // CEUR Workshop Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, Kyiv, Ukraine, May 14-17, 2018. – P. 472–487.

94. Докучаєва В. В. Проектування інноваційних систем у сучасному освітньому просторі / В. В. Докучаєва : монографія. – Луганськ. : Альма-матер, 2005. – 304 с.

95. Numerical Methods Courseware Based on MathCAD. Guidebook for Students / L. Bilousova, T. Vyelyavtseva, O. Kolgatin, L. Kolgatina, M. Kanevska, A. Pudy, V. Yukht ; Responsible for the issue L. I. Bilousova. – Kharkiv : A publishing house FOP Virovec A.P. is the Publishing group “Apostrophe”, 2011. – 172 p.

96. Білоусова Л. І. Інформаційні технології статистичного аналізу даних педагогічної діагностики : навч. посіб. / Л. І. Білоусова, О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна. – Х. : Компанія СМІТ, 2014. – 74 с.

97. Колгатіна Л. С. Інтерпретація тестових результатів на основі логістичної моделі в табличному процесорі / О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2015. – Том XIII. – Випуск 2 (36). – С. 338–339.

98. Колгатіна Л. С. Умови застосування модифікованих процедур обчислення тестових балів у системах організації самостійної роботи студентів / О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: збірник наукових праць. Випуск VIII. – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2013. – С. 142–147.

99. Колгатіна Л. С. Інформаційні технології статистичної обробки даних у педагогічному університеті / Л. І. Білоусова, О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна // Вища освіта України. – 2007. – №2 (додаток 1). Тематичний випуск „Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології”. – Т. 2. – Рівне : РДГУ, 2007. – С. 169–174.

100. Колгатіна Л. С. Навчання майбутніх учителів застосуванню інформаційних технологій в психолого-педагогічних дослідженнях / О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна // Засоби наукової та навчально-дослідної роботи : Збірник наукових праць / За заг. ред. проф. В. І. Євдокимова і проф. О. М. Микитюка; Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди. – Харків, 2012. – Вип. 39. – С. 81–86.

101. Колгатина Л. С. Педагогическая диагностика при организации самостоятельной работы студентов средствами дистанционного обучения / А. Г. Колгатин, Л. С. Колгатина // Інформаційні технології в освіті. – 2013. – Випуск 16. – С. 10–19.

102. Bilousova L. I. Diagnosis of Problems of Management of The Students' Independent Work in The Information and Communication Pedagogical Environment / L. I. Bilousova, O. G. Kolgatin, L. S. Kolgatina // Інформаційні технології в освіті. – 2014. – Випуск 20. – С. 7-12.

103. Bilousova L. Pedagogical Diagnostics with Use of Computer Technologies [Electronic resource] / Lyudmyla Bilousova, Oleksandr Kolgatin, Larisa Kolgatina // CEUR Workshop Proceedings. – V. 1000 : Proceedings of the 9th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (Kherson, Ukraine, June 19-22, 2013). – PP. 209–220. – Mode of access: <http://ceur-ws.org/Vol-1000/ICTERI-2013-p-209-220.pdf>.

104. Білоусова Л. І. Фактори ефективності самостійної роботи в інформаційно-комунікаційному педагогічному середовищі / Білоусова Л. І., Колгатін О. Г., Колгатіна Л. С. // Збірка праць Дев'ятої міжнародної конференції ІТЕА-2014 «Нові інформаційні технології в освіті для всіх, Україна, МННЦ, 26 листопада 2014). – Ч. 1. – Київ, 2014. – Р. 52–58. – Режим доступу : <http://issuu.com/iteaconf/docs/itea2014ua1/1?e=5444579/11083293>.

105. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. / Гончаренко С. У. – К. : Либідь, 1997. – 375 с.

106. Голант Е. Я. О развитии самостоятельности и творческой активности учащихся в процессе обучения / Е. Я. Голант // Воспитание познавательной активности и самостоятельности учащихся. – Ч. 1. – Казань, 1969. – С. 36.

107. Педагогіка співробітництва: [навчальний посібник] / Касьяненко М. Д. – Київ : Вища школа., 1993. – 320 с.

108. Кулагина Г. Н. Формирование у студентов вечернего отделения познавательной самостоятельности и активности (в процессе обучения на младших курсах): дис. ... канд. пед. наук / Г. Н. Кулагина. – М., 1980. – 166 с.

109. Бондаревский В. Б. Процесс вузовского обучения и проблемы формирования у студентов творческого самостоятельного мышления и научных интересов. / Бондаревский В. Б. // В кн. : Преподавание педагогических дисциплин в высшей школе. Т. 2. – М. : Педагогика, 1972. – С. 17 - 19.

110. Борткевич Е. К. Самостоятельная работа курсантов военных училищ: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Е. К. Борткевич. – Л., 1950. – 17 с.

111. Граф В. Основы организации учебной деятельности и самостоятельной работы студентов. / Граф В., Ильясов И. И., Ляудис В. Я. – М. : МГУ, 1981. – 79 с.

112. Наумченко И. Л. Самостоятельный учебный труд студентов. / Наумченко И. Л. – Саратов, 1983.

113. Основы педагогики и психологии высшей школы. / Под ред. А. В. Петровского. – М. : МГУ, 1986. – 304 с.

114. Рувинский Л. И. Основы педагогики. / Рувинский Л. И., Кобыляцкий И. И. – М. : Просвещение, 1985.

115. Організація самостійної роботи студентів в умовах інтенсифікації навчання: Навч. посібник / Алексюк А.М., Аюрзанайн А.А., Підкасистий П.І., Козаков В.А. та ін. – К. : ІСДО, 1993. – 336с.

116. Ильина Т. А. Педагогика: Курс лекций: Учебное пособие для студентов педагогических институтов. / Ильина Т. А. – М. : Просвещение, 1984. – 230 с.
117. Семенов Г. П. Педагогические проблемы обучения первокурсников. / Семенов Г. П. – Калининград, 1975. – 183 с.
118. Шишкіна Н. О. Організація самостійної роботи студентів у процесі вивчення юридичних дисциплін у вищому навчальному педагогічному закладі: автореф. дис. ... канд. пед. наук. / Шишкіна Н. О. – Х., 2004. – 21 с.
119. Толкунов В. И. Самостоятельная работа студентов по неограниченной химии как одно из средств профессиональной подготовки учителей в педагогическом институте : Автореф. дис. канд. пед. наук / В. И. Толкунов. – М., 1972. – 28 с.
120. Буряк В. К. Самостоятельная работа учащихся на уроках физики. / Буряк В. К. – М. : Прометей, 1991. – 17 с
121. Дайри Н. Г. Основное усвоить на уроке. / Дайри Н. Г. – М. : Просвещение, 1987. – 191 с.
122. Махмутов М. И. Проблемное обучение. / Махмутов М. И. – М. : Педагогика, 1975. – 367 с.
123. Тетерина Д. Д. Повышение эффективности самостоятельной работы учащихся в условиях лекционно-семинарского обучения: Дис. ... канд. пед. наук. / Тетерина Д. Д. – Х., 1988. – 259 с.
124. Луценко І. В. Експериментальне дослідження ефективності самостійних робіт в умовах вибору / І. В. Луценко // Засоби навчальної та науково-дослідної роботи: Зб. наук. праць / За загальною редакцією проф. В. І. Євдокимова, проф. О. М. Микитюка. – Харків ХДПУ, 2000. – Вип. 13. – С. 84-93.
125. Сурков Ю. В. Формирование приемов самоконтроля у студентов в процессе обучения. / Сурков Ю. В. // Сб. статей. – Саратов: Изд-во Саратов. унив-та, 1989. – С. 148-151.



126. Лусь І. В. Про один із шляхів самостійної роботи студентів і самоконтролю надбаних знань / І. В. Лусь // Педагогіка та психологія: Зб. наук. праць / За загальною редакцією акад. І. Ф. Прокопенка, чл. –кор. В. І. Лозової. – Харків ХДПУ, 2001. – Вип. 19. Ч. 2. – С. 23-26.

127. Кривич І. П. Організація самостійної роботи студентів з валеологічних знань / І. П. Кривич, С. І. Данильченко // Педагогіка та психологія: Зб. наук. праць / За загальною редакцією акад. І. Ф. Прокопенка, чл. –кор. В. І. Лозової. – Харків : ХДПУ, 2001. – Вип. 19. Ч. 2. – С. 135-139.

128. Макаренко А.С. Вибрані твори. В 2-х т. / А.С. Макаренко ; Пер. з рос. за ред. М. Дубинського. – К. : Держлітвидав УРСР, Київськ. кн.-журн. ф-ка, 1950.

129. Власенко К. В. Управління самостійною пізнавальною діяльністю студентів технічних ВНЗ під час навчання вищої математики / К. В. Власенко, І. М. Реутова // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. - 2011. - Вип. 27. - С. 242-247. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sitimn\\_2011\\_27\\_51](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sitimn_2011_27_51).

130. Рашевська Н. В. Мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання вищої математики студентів вищих технічних навчальних закладів: автореф. дис... канд пед. наук: 13.00.10 / Н. В. Рашевська ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2011. – 21 с. – Режим доступу: [http://lib.iitta.gov.ua/358/1/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82\\_%D0%A0%D0%B0%D1%88%D0%B5%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_%D0%9D.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/358/1/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82_%D0%A0%D0%B0%D1%88%D0%B5%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%9D.pdf)

131. Словак К. І. Методика використання мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей: автореф. дис... канд пед. наук: 13.00.10 / К. І. Словак ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2011. – 21 с. – Режим доступу: [http://lib.iitta.gov.ua/357/1/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82\\_%D0%A1%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BA\\_%D0%9A.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/357/1/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82_%D0%A1%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BA_%D0%9A.pdf).

132. Крупський Я. В. Розвиток системи Maple у навчанні вищої математики майбутніх інженерів-механіків: автореф. дис... канд пед. наук: 13.00.10 / Я. В. Крупський ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2012. – 20 с. – Режим доступу: [http://lib.iitta.gov.ua/730/1/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82\\_%D0%9A%D1%80%D1%83%D0%BF%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/730/1/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82_%D0%9A%D1%80%D1%83%D0%BF%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9.pdf).

133. Лабораторний практикум з чисельних методів на базі пакету MathCAD. Навчальний посібник / Білоусова Л. І., Белявцева Т. В., Пономарьова Л. С., Колгатін О. Г.; за редакцією проф. Білоусової Л. І. – К., 1998. – 199 с.

134. Когут У. П. Системи комп'ютерної математики як засіб навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики: автореф. дис... канд пед. наук: 13.00.10 / У. П. Когут ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2015. – 21 с. – Режим доступу: [http://lib.iitta.gov.ua/10360/1/aref\\_\\_Kogut\\_dryk.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/10360/1/aref__Kogut_dryk.pdf).

135. Мерзликін О. В. Хмарні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики: автореф. дис... канд пед. наук: 13.00.10 / О. В. Мерзликін ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2016. – 21 с. – Режим доступу: [http://lib.iitta.gov.ua/705329/1/aref\\_%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%B7%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%BD.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/705329/1/aref_%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%B7%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%BD.pdf).

136. Варченко-Троцено Л. О. Wiki-технологія як засіб підтримки проектної діяльності студентів гуманітарних спеціальностей університету: автореф. дис... канд пед. наук: 13.00.10 / Л. О. Варченко-Троценко ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2017. – 21 с. – Режим доступу: [http://lib.iitta.gov.ua/706160/1/aref\\_Varchenko-Trotsenko.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/706160/1/aref_Varchenko-Trotsenko.pdf).

137. Антонюк Д. С. Використання програмно-імітаційних комплексів як засобів формування економічних компетентностей студентів технічних спеціальностей: автореф. дис... канд пед. наук: 13.00.10 / Д. С. Антонюк ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2017. – 22 с. – Режим доступу: [http://lib.iitta.gov.ua/710849/1/aref\\_Antoniuk\\_Printed.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/710849/1/aref_Antoniuk_Printed.pdf).

138. Осадча К. П. Тьюторський супровід навчання математики засобами інформаційно-комунікаційних технологій / К. П. Осадча // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – Т. 61, вип. 5. – С. 36-49. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN\\_2017\\_61\\_5\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2017_61_5_6).

139. Педагогика. Уч. пособие для студентов пед. вузов и пед. колледжей. 2-е издание / Под ред. П. И. Пидкасистого. – М. : Российское пед. агенство, 1996. – 602 с.

140. Коменский Я. А. Великая дидактика. Избр. пед. соч. / Коменский Я. А. ; под ред. А. Н. Красновского. – М. : Гос. уч. пед. изд-во МП РСФСР, 1965.

141. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. Учеб.-метод. пособие. / Архангельский С. И. – М. : Высшая школа, 1980. – 368 с.
142. Беспалько В. П. Элементы теории управления процессом обучения. Ч. 2. Измерение качества процесса обучения. / Беспалько В. П. – М. : Знание, 1971. – 72 с.
143. Машанова Р. К. Совершенствование управления самостоятельной учебной работой студентов на основе системной организации ее контроля (на материале технических вузов): автореф. дис. канд. пед. наук / Машанова Р. К. – К., 1990. – 24 с.
144. Марков М. Теория социального управления. / Марков М. – М. : Прогрес, 1976. – 447 с.
145. Ительсон И. Б. Математические и кибернетические методы в педагогике. / Ительсон И. Б. – М., 1964.
146. Коршунов Ю. М. Математические основы кибернетики: Учебное пособие. / Коршунов Ю. М. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 495 с.
147. Филиппов А. В. Вопросы психологии управления. / Филиппов А. В. // Психологический журнал, 1980. – Т. 1. – №2. – С. 17-23.
148. Нечаев В. Я. Социология образования. / Нечаев В. Я. – М. : Изво Моск. ун-та, 1992. – 200 с.
149. Новий тлумачний словник української мови: В 4 т. – Київ: Аконіт, 1999. Т. 4. – 941 с.
150. Хаккер В. Инженерная психология труда. – М. : Машиностроение, 1987.
151. Константинов В. Н. Проблема управления познавательной деятельностью обучаемых и ее кибернетические аналоги. / Константинов В. Н. // Теоретические проблемы управления познавательной деятельностью человека. – М. : МГУ, 1978. – С. 49-61.

152. Беспалько В. П. Образование и обучение с участием компьютера (Педагогика третьего тысячелетия). / Беспалько В. П. – Воронеж, 2002. – 352 с.
153. Теорія і практика організації самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів : Монографія / Ред. проф. О. А. Коновала. – Кривий Ріг : Книжкове видавництво Киреєвського, 2012. – 380 с.
154. Королюк О. М. Управління самостійною роботою студентів коледжу в процесі вивчення природничо-математичних дисциплін / Олена Королюк // Неперервна професійна освіта: теорія і практика. – 2006. – Вип. 1–2. – С. 78–84.
155. Образцов И. П. Дидактика высшей военной школы: Учебное пособие. / Образцов И. П., Косухин В. М. – Орел : Академия Спецсвязи России, 2004. – 317 с.
156. Беспалько В. П. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов. / Беспалько В. П., Татур Ю. Г. – М. : Высшая школа, 1989. – 143 с.
157. Терещенко Л. Я. Управление обучением с помощью ЭВМ. / Терещенко Л. Я., Панов В. П. – М. : Педагогика, 1981.
158. Педагогічна технологія: Посібник / І. Ф. Прокопенко, В. І. Євдокимов. – Х. : Основа, 1995. – 105 с.
159. Щукина Г. И. Педагогические проблемы познавательных интересов учащихся. / Щукина Г. И. – М. : Педагогика, 1988. – 208 с.
160. Bloom B. S. Taxonomy of Educational Objectives: The classification of educational goals. Book 1, Cognitive Domain / B. S. Bloom, M. D. Englehart, E. J. Furst, W. H. Hill, D. R. Krathwohl. – New York : Longmans, Green, 1956.
161. Гершунский Б. С. Дидактическая прогностика (некоторые актуальные проблемы теории и практики) / Б. С. Гершунский, Я. Пруха. – К. : Издательское объединение «Вища школа», 1979. – 240 с.
162. Беспалько В. П. Программированное обучение. Дидактические основы. / Беспалько В. П. – М. : Высшая школа, 1970. – 160 с.

163. Усова А. В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики. / Усова А. В., Бобров А. А. – М. : Просвещение, 1988. – 112с.
164. Морзе Н. В. Організація комп'ютерних мереж / Морзе Н. В., Козачук О. В., Жалдак М. І. // Комп'ютер в школі та сім'ї. – 2000, №2. – С. 14-18.
165. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. / Рубинштейн С. Л. – М. : Наука, 1946. – С. 48-63.
166. Матюшин А. М. Психологические предпосылки групповых форм проблемного обучения. / Матюшин А. М., Петросян А. Г. – М. : Педагогика, 1981. – 84 с.
167. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. / Леонтьев А. Н. – М. : Политиздат, 1977. – 307 с.
168. Закон України «Про Концепцію Національної програми інформатизації» від 4 лютого 1998 року № 75/98-ВР№ 896 із змінами та доповненнями [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/75/98-%D0%B2%D1%80>. – Заголовок з екрана.
169. Монахов В. М. Что такое новая информационная технология обучения? / В. М. Монахов // Математика в школе, 1990, №2.
170. Hadwin A. F. Annual review: Roles for software technologies in advancing research and theory in educational psychology / A. F. Hadwin, P. H. Winne, J. C. Nesbit // British Journal of Educational Psychology. – V. 75, Part 1, March 2005. – P. 1–24.
171. Manako A. Modern Research and Educational Spaces: Technologies and Approaches / A. Manako, K. Synytsa // Proceedings ITEA-2006 (First International Conference “New Information Technologies in Education for All”, Ukraine, IRTC, 29-31 May 2006). – Kiev, 2006. – P. 37–51.

172. Лапчик М. П. Информатика и технология: компоненты педагогического образования. // Информатика и образование / М. П. Лапчик. – 1991, № 6.

173. Роберт И. В. Новые информационные технологии в обучении: дидактические проблемы, перспективы использования. // Информатика и образование / И. В. Роберт. – 1991, №4.

174. Власенко К. 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. – 210 с.

175. Кривошеев А. О. Проблемы оценки качества программных средств учебного назначения / Кривошеев А. О. // Сб. докладов первого научно-практического семинара «Оценка качества программных средств учебного назначения». – М. : Гуманитарий, 1995. – С. 5-12.

176. Сергеева Т. Новые информационные технологии и содержание обучения (на примере предметов естественно-научного цикла) / Т. Сергеева // Информатика и образование. – 1991, №1. – С. 3-10.

177. Извозчиков В. А. Дидактические основы компьютерного обучения физике. / Извозчиков В. А. – Л. : ЛГПУ, 1987. – 89 с.

178. Гончарова О. М. Про класифікацію автоматизованих навчаючих систем / Гончарова О. М. // Комп'ютер в школі та сім'ї. – 1999, №4. – С. 18-19.

179. Башмаков А. И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. / Башмаков А. И., Башмаков И. А. – М. : Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.

180. Первин Ю. А. Учебно-ориентированные пакеты прикладных программ (Методика использования и технология проектирования) / Ю. А. Первин // Изучение основ информатики и вычислительной техники в средней школе. Опыт и перспективы. / Сост. В. М. Монахов и др. – М. : Просвещение, 1987. – С. 139 -162.

181. Белошапка В. К. О классификации учебных программных средств / Белошапка В. К., Лесневский А. С. // Изучение основ информатики и вычислительной техники в средней школе. Опыт и перспективы / Сост. В. М. Монахов и др. – М. : Просвещение, 1987. – С. 168 -172.

182. Лапчик М. П. Методика преподавания информатики: Учебное пособие для студентов физико-математических факультетов пединститутков / Лапчик М. П. – Свердловск, 1987. – 152 с.

183. Білоусова Л. І. Засоби інформаційних технологій як впливовий фактор навчальної діяльності / Білоусова Л. І., Колгатін О. Г. // Засоби навчальної та науково-дослідної роботи: зб. наук. праць / За загальною редакцією проф. В. І. Євдокимова, проф. О. М. Микитюка. – Харків ХДПУ, 2000. – Вип. 14. – С. 145-150.

184. Лаптева М. В. Дидактичні засади створення та застосування тлумачних словників в умовах інформатизації навчання: Автореф. дис. ... канд. пед. наук / М.В. Лаптева . – Х., 2004. – 20 с.

185. Гризун Л. Е. Дидактичні особливості сучасного комп'ютерного підручника / Гризун Л. Е. // Засоби навчальної та науково-дослідної роботи: зб. наук. праць / За загальною редакцією проф. В. І. Євдокимова, проф. О. М. Микитюка. – Харків ХДПУ, 2000. – Вип. 13. – С. 155-162.

186. Лаптев В. Учебные компьютерные модели. / Лаптев В., Немцов А. // Информатика и образование. – 1991, №4. – С. 70-73.

187. Відкриття геометрії через комп'ютерні експерименти в пакеті DG / За ред. Ракова С. А., Бикова В. Ю. – Харків: ХДПУ, 2002. – 134 с.

188. Жалдак М. І. Комп'ютер на уроках математики: Посібник для вчителів. / Жалдак М. І. – К: Техніка, 1997. – 303 с.

189. Гиглавый А. В. Лицей информационных технологий. / Гиглавый А. В., Кравчук Т. П. – М., 1995



190. Колгаїн О. Г. Обчислювальний експеримент при вивченні процесів переносу в шкільному курсі фізики. / Колгаїн О. Г., Харченко О. В. // Сб. научных трудов ХГПУ «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. – Вып. 6, Ч. 4. – Харьков, 1998. – С. 437-439.

191. Білоусова Л. І. Обчислювальний експеримент як елемент педагогічної технології. / Білоусова Л. І., Белявцева Т. В., Пономарьова Л. С., Колгаїн О. Г. // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. – Труды Международной научно-технической конференции (12-14 мая 1997 г.) в 5 ч., Ч. 5. – Харьков, 1997. – С. 373-375.

192. Каймин В. А. О разработках учебного программного обеспечения. / Каймин В. А., Иванов Д. С., Поляков О. В. // Изучение основ информатики и вычислительной техники в средней школе. Опыт и перспективы / Сост. В. М. Монахов и др.. – М.: Просвещение, 1987. – С. 162 -168.

193. Kolgatin O. Model of Specialist as Representation of the Training Process Purpose in the Automated Pedagogical Diagnostics System / O. Kolgatin // Proceedings of the VI International Scientific Conference “Informatization of Education in Ukraine. ICT in Higher Educational Institutions” (Kherson, June 3-6, 2010. – Kherson : Kherson State University, 2010. – P.44-45.

194. Білоусова Л. Тестування як компонент навчального процесу / Л. Білоусова, О. Колгаїн // Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. Педагогіка. – Тернопіль : ТНПУ, 2008. – № 7. – С. 118-121.

195. Bilousova L. I. Criterial Choice of the System for Computer-Based Testing of Learning Achievements / L. I. Bilousova, O. G. Kolgatin // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: педагогіка. – № 5/12. – С. 53–57.

196. Bozhko M.I. Information resource «Automated testing systems for pedagogical diagnostics» / Bozhko M.I., Bilousova L.I., Kolgatin O.G. // Proceedings of International section ITEA-2014 (Ninth International Conference “New Information Technologies in Education for All”, Ukraine, IRTC, November 25, 2014). – Kiev, 2014. – P. 25–27. – Mode of access : <http://issuu.com/iteaconf/docs/itea2014en/1?e=5444579/11083283>.

197. Власенко К. Диференціальні рівняння [Електронний ресурс] / К. В. Власенко, І. В. Сітак. – Режим доступу: <http://difur.in.ua/pro-sayt/>. – Заголовок з екрана.

198. Рудніцька К. В. Організація самостійної роботи студентів засобами Moodle в процесі навчання іноземної мови / К. В. Рудніцька, В. В. Дроздова // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2018. – Т. 63, № 1. – С. 218-229. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN\\_2018\\_63\\_1\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2018_63_1_20).

199. Бескорса О. С. Система Moodle як засіб організації змішаного навчання практичної фонетики німецької мови / О. С. Бескорса // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – Т. 62, № 6. – С. 86-97. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN\\_2017\\_62\\_6\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2017_62_6_9).

200. Подласов С. О. Елементи змішаного навчання фізики в технічному університеті / С. О. Подласов, О. В. Матвійчук, В. П. Бригінець // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – Т. 61, вип. 5. – С. 151-161. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN\\_2017\\_61\\_5\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2017_61_5_15).

201. Кислова М. А. Методика використання мобільного навчального середовища у навчанні вищої математики майбутніх інженерів-електромеханіків / М. А. Кислова, К. І. Словак // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2016. – Т. 51, вип. 1. – С. 77-94. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN\\_2016\\_51\\_1\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2016_51_1_10).

202. Пономарьова Л. С. Учбові дослідження як фактор підвищення якості навчання / Л. С. Пономарьова // Засоби навчальної та науково-дослідної роботи: Зб. наук. праць / За заг. ред. проф. В. І. Євдокимова і проф. О. М. Микитюка. – Х. : ХДПУ, 2000. – Вип. 13. – С. 28–34.

203. Пономарьова Л. С. Використання комплексу комп'ютерних засобів в управлінні самостійною роботою студентів / Л. С. Пономарьова // Педагогіка та психологія : збірник наукових праць ХДПУ. – Харків, Медіа Група, 2000. – Вип. 13. – С. 55–59.

204. Білоусова Л. І. Комплект комп'ютерних засобів для організації навчально-дослідної роботи над курсом "Чисельні методи" / Білоусова Л. І., Белявцева Т. В., Пономарева Л. С. // Міжнародна науково-методична конференція "Проблеми багаторівневої вищої технічної освіти" : Тези доповідей. – Київ, 1993. – С. 25.

205. Пономарьова Л.С. Застосування комп'ютерних засобів для керування самостійною роботою студентів / Л.С. Пономарьова // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье: Материалы международной научно-технической конференции". – Харьков, Мишкольц, Магдебург: ХГПУ, МУ, МТУ, 1997. – С. 443–446.

206. Колгатіна Л. С. Управління самостійною роботою студентів в умовах нових інформаційних технологій / Л. С. Колгатіна // Сучасні освітні технології: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 190-й річниці університету. – Х., ХДПУ. – 2001. – С. 95.

207. Белоусова Л. И. Исследование качества подготовки специалистов с применением системы педагогической диагностики «Эксперт 3.04» / Л. И. Белоусова, А. Г. Колгатин, Л. С. Колгатина // Материалы II Международной конференции [«Стратегия качества в промышленности и образовании»], 2–9 июня 2006 г., Варна, Болгария. Т. 2. – Днепропетровск : «Пороги» ; Варна : ТУ-Варна, 2006. – С. 364–369.

208. Колгатин О. Г. Вопросы качества процедур тестирования и интерпретации тестовых результатов в информационно-коммуникационной педагогической среде / О. Г. Колгатин, Л. С. Колгатина // *Образовательные Технологии и Общество*. – 2013. – Том 16. – № 1. – С. 575–585. – Режим доступа : [http://ifets.ieee.org/russian/depository/v16\\_i1/pdf/13.pdf](http://ifets.ieee.org/russian/depository/v16_i1/pdf/13.pdf). – Заголовок з екрану.

209. Колгатин А. Г. Педагогическая диагностика при организации самостоятельной работы студентов средствами дистанционного обучения / А. Г. Колгатин, Л. С. Колгатина // *Informational Technologies in Education*. – Issue 16. – 2013. – P. 10–19.

210. Ouane A. Key Competencies in Lifelong Learning / Adama Ouane // *Institutionalising Learning Lifelong* / Edited by Madhu Singh. – Humburg : UNESCO Institute for Education, 2002. – PP.311-325.

211. Королюк О.М. Управління самостійною роботою студентів коледжу в процесі вивчення природничо-математичних дисциплін / Олена Королюк // *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. – 2006. – Вип. 1–2. – С. 78 – 84.

212. Гловин Н.М. Формування дослідницьких умінь з дисциплін природничо-математичного циклу в студентів агротехнічного інституту в процесі фахової підготовки: автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.04 / Н. М. Гловин ; Терноп. нац. пед. ун-т ім. В.Гнатюка. – Т., 2007. – 20 с.

213. Bilousova L. I. Test in Algorithm Design and Logics for Competition of Talented Children / L. I. Bilousova, O. G. Kolgatin // *Journal of the Korea Society of Mathematical Education. Series D: Research in Mathematical Education*. – Vol. 12, No. 1 (March, 2008). – P. 27–37.

214. Brown F. G. Principles of Educational and Psychological Testing / Frederic G. Brown. – Hinsdale : Dryden Press, 1970. – 468 p.

215. Keitel-Kredit C. The shaping of mathematics education through testing / C. Keitel-Kredit // Proceedings of the 10-th International Congress on Mathematical Education : Plenary and Regular Lectures, July 4-11, 2004, Copenhagen, Denmark. – Denmark : IMFUFA, Department of Science, Systems and Models, Roskilde University Denmark, 2004. – PP. 64–65.
216. Cronbach L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests / L. J. Cronbach // Psychometrika. – 1951. – 16(3). – PP.297–334.
217. Mehrens W. A. Measurement and evaluation in education and psychology / William A. Mehrens, Irvin J. Lehmann. – New York etc. : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1973. – 718 p.
218. Baker F. B. The Basics of Item Response Theory / F. B. Baker. – USA : ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, 2001. – 176 p.
219. Wright B. D. Measurement Essentials / Benjamin D. Wright, Mark H. Stone . – Wilmington, Delaware : WIDE RANGE, INC., 1999. – 221 p.
220. Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests / G. Rasch ; With a Foreword and Afteword by B. D. Wright. – Chicago & London : The Univ. of Chicago Press, 1980. – 199 p.
221. Holland J. H. Outline for a logical theory of adaptive systems / John Henry Holland // JACM. – Vol 9. – Issue 3, July. – 1962. – pp. 279-314.
222. Kolgatin O. Dynamics of views on ethics of pedagogical diagnostics in information and communication learning environment / O.Kolgatin // Information Technologies in Education. – 2016. – № 29. – P. 07-14.
223. Організація навчальної діяльності у комп'ютерноорієнтованому навчальному середовищі: посібник / Жук Ю. О., Соколюк О. М., Дементієвська Н. П., Пінчук О. П.; за редакцією Жука Ю. О., – К.: Педагогічна думка, 2012.– 128 с.

224. Хоружий К. С. Педагогічні умови застосування інформаційної системи управління якістю освіти майбутніх економістів / К.С.Хоружий // Наукові записки [Національного педагогічного університету ім. М.П.Драгоманова]. Сер. : Педагогічні та історичні науки: зб. наук.пр. – К.: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2014. – Випуск 122. – С. 218–227.

225. Колгатіна Л. С. Управління самостійною роботою студентів в умовах нових інформаційних технологій / Л. С. Колгатіна // Педагогіка та психологія : збірник наукових праць / За заг. ред. акад. І. Ф. Прокопенка, чл.-кор. В. І. Лозової. – Харків : ХДПУ, 2001. – Вип. 19. – Ч. 2. – С. 132–135.

226. Колгатіна Л.С. Педагогічні умови ефективності самостійної роботи студентів з виконання навчальних досліджень / Колгатіна Л.С // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: педагогіка. – 2015. – № 2. – С. 131–136.

227. Колгатіна Л. С. Самостійна робота студентів з курсу «Методика навчання інформатики» / Л. С. Колгатіна // Фізико-математична освіта. – 2018. – 4(18). – С. 76-80.

228. Колгатіна Л. С. Особливості управління самостійною роботою студентів в умовах інформатизації освіти / Колгатіна Л. С. // Педагогічна підготовка викладачів вищих навчальних закладів: Матеріали міжвузівської науково-практичної конференції / За заг. ред. акад. Прокопенка, чл. кор. В. І. Лозової. – Х. : ОВС, 2002. – С. 61–67.

229. Bilousova L. Working out and use of the pedagogical diagnostic system / L. Bilousova, O. Kolgatin, L. Kolgatina // Proceedings of the 10-th International Congress on Mathematical Education : Final Programme, 4–11 July, 2004, Copenhagen, Denmark. – Denmark : IMFUFA, Department of Science, Systems and Models, Roskilde University Denmark, 2004. – P. 122.

230. Колгатіна Л. С. Технологія управління самостійною роботою студентів в умовах інформатизації навчання / Колгатіна Л. С. // Методологічні питання наукового дослідження в педагогіці та соціальній педагогіці: Матеріали доп. теоретико-методол. конф., 27 лют. 2007 р., Харків / Харк. нац. пед. ун-т; Відп ред. Т.О.Дмитренко, проф., д-р пед наук. – Х. : ХОГОКЗ, 2007. – С. 28-29.

231. Колгатіна Л. С. Комп'ютерне моделювання як засіб організації самостійної роботи учнів із фізики / Колгатіна Л. С. // Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах: матеріали III Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Суми, 28 листопада 2018 р. / за ред. О. М. Завражної – Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2018. – С. 29-30

232. Подласый И. П. Вероятностные закономерности в усвоении учебной информации / И. П. Подласый // Рад. школа. – 1971, №2. – С. 17 - 23.

233. Єльнікова Г. В. Організація діяльності педагогічного колективу школи щодо контролю за засвоєнням учнями змісту навчання. Навчальний посібник для слухачів інституту після дипломної освіти та керівників загальноосвітніх шкіл. / Єльнікова Г. В. – Харків: ХОІНОПП, 1996. – 60 с.

234. Євдокимов О. В. Нові педагогічні технології організації навчання студентів: дис. ... канд. пед. наук. : спец. 13.00.01/ Євдокимов О. В. ; ХДПУ ім. Г.С.Сковороди - Х., 1997. – 181 с.

235. Коваленко О. М. Формування в учнів відповідального ставлення до навчання в процесі самостійної роботи (на матеріалах середніх спеціальних учбових закладах): дис. ... канд. пед. наук. : спец. 13.00. 01/ Коваленко О. М. ; Криворізький держ. пед. ін-т. – Кривий Ріг, 1993. – 194 с.

236. Писоцкая М. Э. Опережающие задания как способ формирования самостоятельности учащихся: дис. на соискание науч. степ. канд. пед. наук. : спец. 13.00.01 / Писоцкая М. Э. ; ХГПИ им. Г.С.Сковороды - Х., 1992. – 183 с.

237. Трубавіна І. М. Випереджаючі пізнавальні завдання як засіб організації самостійної роботи молодших школярів у процесі навчання: Дис. ... канд. пед. наук. : спец. 13.00.01 / Трубавіна І. М. ; ХДПУ ім. Г.С.Сковороди - Х., 1998. – 194 с.
238. Євдокимов В. І. Педагогічний експеримент: Навчальний посібник для студентів педагогічних вузів . / Євдокимов В. І., Агапова Т. П., Гавриш І. В., Олійник Т. О. – Харків: «ОСВ», 2001. – 148 с.
239. Архангельский С. И. Некоторые проблемы организации выборочных исследований в высшей школе. – 1984.
240. Воловик П. М. Теорія імовірностей і математична статистика в педагогіці. / Воловик П. М. – К. : Рад. шк., 1969. – 223 с.
241. Воловик П. Н. Проблемы применения методов теории вероятности и математической статистики в теории и практике: автореф. дис. докт. пед. наук / Воловик П. Н. – Киев, 1977.
242. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях: Непараметрические методы. / Грабарь М. И., Краснянская К. А. – М. : Педагогика, 1977. – 136 с.
243. Свиридов А. А. Основы статистической теории обучения и контроля знаний. / Свиридов А. А. – М. : Высшая школа, 1981. – 262 с.
244. Смирнов А. В. Применение методов корреляционного анализа в педагогических исследованиях. / Смирнов А. В. // Современные психолого-педагогические проблемы высшей школы. – Вып. 1. – Л., 1973. – С. 96-109.
245. Лященко М. Я. Чисельні методи: Підручник. / Лященко М. Я., Головань М. С. – К. : Либідь, 1996. – 288 с.
246. Турчак Л. И. Основы численных методов: Учеб. пособие. / Турчак Л. И. – М. : Наука, 1987. – 320 с.
247. Forsythe G. Computer Methods for Mathematical Computations / G. Forsythe, M. Malcolm, C. Moler. – Englewood Cliffs : Prentice Hall, 1977.
248. Eich-Soellner E. Numerical Methods in Multibody Dynamics / E. Eich-Soellner, C. Führer. – Wiesbaden : Vieweg+Teubner Verlag, 1998.



249. Chapra S. Numerical Methods for Engineers / S. Chapra, R. Canale. New York : McGraw Hill Education, 2015.
250. Humming R. Numerical Methods for Scientists and Engineers. 2nd edn. / R. Humming. – New York : Dover Publications, Inc., 1999.
251. Гласс Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. / Гласс Дж., Стенли Дж. – М., 1976.
252. Дружинин Н. К. Выборочное наблюдение и эксперимент. / Дружинин Н. К. – М., 1977
253. Постановка та проведення лабораторного практикуму з чисельних методів у середовищі MathCAD : навчальний посібник / Л. І. Білоусова, Т. В. Белявцева, О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна, М. В. Каневська ; за ред. проф. Л. І. Білоусової. – Харків : ЕДЕНА, 2003. – 106 с.
254. PTC Mathcad Express Free Download. Engineering Math Software [електронний ресурс] / Copyright 2019 PTC. – Режим доступу: <https://www.ptc.com/en/products/mathcad-express-free-download>. – Заголовок з екрана.
255. Білоусова Л. І. Тестологічний аналіз у системі "Експерт" / Л. І. Білоусова, О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2003. – № 7. – С. 41–43.
256. El-Gebeily M. Numerical methods with MS Excel / M. El-Gebeily, B. Yushau // The Mathematics Enthusiast. – 4(1), article 6. – 2007. – Accessed: <https://scholarworks.umt.edu/tme/vol4/iss1/6>, last accessed 2019/03/21.
257. Kazachkov I. Interactive teaching and learning platform for numerical methods in energy / I. Kazachkov, T. Fransson, M. Salomon, V. Kalion // 41st Aerospace Sciences Meeting and Exhibit 6-9 January 2003, AIAA Journal/ – Accessed: <https://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.2003-943>, last accessed 2019/03/21.

258. Martín-Caraballo A. Teaching numerical methods for non-linear equations with GeoGebra-based activities / A. Martín-Caraballo, Á. Tenorio-Villalón // Int. Elect. J. Math. Ed. – 2015. – Vol. **10**(2). – P. 53-65. – Accessed: <https://www.iejme.com/article/teaching-numerical-methods-for-non-linear-equations-with-geogebra-based-activities>, last accessed 2019/03/21.

## Додаток А

## Анкети, застосовані у педагогічному експерименті

## Анкета А1

Шановний студенте!

Ми звертаємося до Вас з проханням відповісти на запропоновані запитання щиро і відверто. Аналіз Ваших відповідей дозволить нам з'ясувати Ваше ставлення до самостійної роботи. Це дозволить науковцям удосконалити педагогічний процес. Дякуємо за участь в анкетуванні!

1. Чи відрізняється, на Вашу думку, навчання в школі від навчання в університеті?

Так                      Частково                      Ні

2. Чи завжди Ви відвідуєте лекції?

Так                      Майже завжди                      Рідко                      Ні

3. Якщо ні, то чому?

через інші справи

Так                      Частково                      Ні

через погану якість лекції

Так                      Частково                      Ні

через тимчасове навантаження іншими навчальними завданнями

Так                      Частково                      Ні

через лінощі, небажання

Так                      Частково                      Ні

4. Чи проробляєте Ви лекції?

у той же день

Так                      Інколи                      Ні

при підготовці до лабораторних, практичних занять та семінарів

Так                      Інколи                      Ні

5. Які види робіт Ви використовуєте при підготовці до лабораторних занять?

конспектування обов'язкової літератури

Так                      Інколи                      Ні

ознайомлення з додатковою літературою

Так                      Інколи                      Ні

письмові відповіді на поставлені запитання

Так                      Інколи                      Ні

фіксування незрозумілих питань

Так                      Інколи                      Ні

обговорення питань з іншими студентами

Так                      Інколи                      Ні

\_\_\_\_\_ (інші види робіт)

6. Яким джерелам знань Ви віддаєте перевагу?

лекціям

Так                      Інколи                      Ні

методичним рекомендаціям

Так                      Інколи                      Ні

конспектам і розробкам інших студентів

Так                      Інколи                      Ні

додатковій літературі

Так                      Інколи                      Ні

комп'ютерним навчальним засобам

Так                      Інколи                      Ні

7. Чи вважаєте Ви необхідними самостійні заняття додатково до обов'язкових навчальних занять?

Так                      Інколи                      Ні

8. Як часто Ви займаєтеся позааудиторною навчальною роботою?

паралельно до лекційного курсу

Так Інколи Ні

на канікулах

Так Інколи Ні

9. Самостійна робота потрібна для того, щоб  
допомогти засвоїти матеріал

Так Частково Ні

розвинути творчі навички

Так Частково Ні

зменшити витрати часу на перебування в аудиторії

Так Частково Ні

розвинути самостійність

Так Частково Ні

розвинути вміння працювати з літературою

Так Частково Ні

підвищити контроль за роботою студентів

Так Частково Ні

10.Що стимулює Вас до самостійних занять?

лекції

Так Інколи Ні

практичні заняття

Так Інколи Ні

лабораторні роботи

Так Інколи Ні

інші студенти

Так Інколи Ні

реферати, доповіді

Так Інколи Ні

заліки, екзамени

Так Інколи Ні

11. Чи відчуваєте Ви певні труднощі при виборі мети самостійної роботи

Так	Інколи	Ні
при виборі методів та способів досягнення мети		
Так	Інколи	Ні
при здійсненні контролю		
Так	Інколи	Ні
при роботі з літературою		
Так	Інколи	Ні
при застосуванні опорних знань		
Так	Інколи	Ні
при здійсненні розумових операцій		
Так	Інколи	Ні

12. Ви не займаєтесь самостійною роботою оскільки не дозволяють родинні обставини

Так	Частково	Ні
відсутні належні житлові умови		
Так	Частково	Ні
заважає улюблена справа		
Так	Частково	Ні
існує перенавантаження з окремих предметів		
Так	Частково	Ні
відсутність необхідної літератури		
Так	Частково	Ні
увесь матеріал дається на лекції		
Так	Частково	Ні
інерція, лінощі		
Так	Частково	Ні

13. Як часто Ви займаєтесь самостійною роботою?

Регулярно    Час від часу    Рідко    Не готуюсь

14. Як часто з предметів природничо-математичного циклу Ви шукаєте відповідь на питання, що Вас зацікавили, в довідниках або іншій додатковій літературі?

Часто                      Інколи                      Вкрай рідко

15. Як часто на заняттях з предметів природничо-математичного циклу Ви задаєте викладачам запитання?

Часто                      Інколи                      Вкрай рідко

16. Як часто Ви відчуваєте почуття захоплення, емоційний підйом при підготовці доповіді, повідомлення, при розв'язанні творчих задач?

Часто                      Інколи                      Вкрай рідко

17. Як Ви навчаєтесь?

Задовільно                      Добре                      Відмінно

18. Чи подобається Вам майбутня професія?

Дуже                      Байдужа                      Не подобається

## Анкета А2

## Шановний викладач!

Ми звертаємося до Вас з проханням відповісти на запропоновані запитання щиро і відверто. Аналіз Ваших відповідей дозволить нам з'ясувати Ваше ставлення до самостійної роботи. Це дозволить науковцям удосконалити педагогічний процес. Дякуємо за участь в анкетуванні!

1. Скільки років ви працюєте викладачем вищого навчального закладу

- менше 5 років;
- менше 10 років
- понад 10 років
- понад 20 років

2. Яким видам роботи зі студентами Ви надаєте перевагу лекції

	Так	Частково	Ні
практичній роботі			

	Так	Частково	Ні
лабораторній роботі			

	Так	Частково	Ні
самостійній роботі			

	Так	Частково	Ні
індивідуальній роботі			

	Так	Частково	Ні
роботі в гуртках			

	Так	Частково	Ні
іншим видам _____			

3. З якою метою Ви організовуєте самостійну роботу викликати інтерес до теми



Так	Частково	Ні
допомогти засвоїти матеріал		
Так	Частково	Ні
добитися більш глибокого засвоєння знань		
Так	Частково	Ні
розвинути творчі навички		
Так	Частково	Ні
підвищити рівень вмінь та навичок		
Так	Частково	Ні
формувати вміння самостійно здобувати та поповнювати знання		
Так	Частково	Ні
розвинути самостійність		
Так	Частково	Ні
розвинути вміння працювати з літературою		
Так	Частково	Ні
підвищити контроль за роботою студентів		
Так	Частково	Ні

4. Який обсяг навантаження Ви виносите на самостійну роботу окремі питання теми

Часто	Інколи	Вкрай рідко
окремі теми курсу		
Часто	Інколи	Вкрай рідко
відпрацювання навичок (розв'язування задач)		
Часто	Інколи	Вкрай рідко
конспектування першоджерел		
Часто	Інколи	Вкрай рідко
самостійний пошук розв'язання проблеми		
Часто	Інколи	Вкрай рідко
проведення експериментів з моделями об'єктів		
Часто	Інколи	Вкрай рідко
інший обсяг _____		

5. Якими засобами Ви намагаєтеся сформувати потребу особистості у самонавчанні

формування мотивації до навчання через розкриття необхідності знань у сучасних умовах

Часто                      Інколи                      Вкрай рідко

розкриття можливості вивчати матеріал на основі набутих раніше знань

Часто                      Інколи                      Вкрай рідко

розкриття послідовності засвоєння матеріалу

Часто                      Інколи                      Вкрай рідко

інші засоби \_\_\_\_\_

6. Як Ви вважаєте, що заважає студентам займатися самостійною роботою родинні обставини

Так                      Частково                      Ні

належні житлові умови

Так                      Частково                      Ні

улюблена справа

Так                      Частково                      Ні

перенавантаження з окремих предметів

Так                      Частково                      Ні

відсутність необхідної літератури

Так                      Частково                      Ні

інерція, лінощі

Так                      Частково                      Ні

7. Як Ви вважаєте, чи існують у студентів певні труднощі при виборі мети самостійної роботи

Так                      Інколи                      Ні

при виборі методів та способів досягнення мети

Так                      Інколи                      Ні

при здійсненні контролю	Так	Інколи	Ні
при роботі з літературою	Так	Інколи	Ні
при застосуванні опорних знань	Так	Інколи	Ні
при здійсненні розумових операцій	Так	Інколи	Ні

8. На своїх заняттях Ви приділяєте увагу формуванню таких вмінь, як  
раціонально планувати свою діяльність

визначати завдання	Так	Інколи	Ні
вести бібліографічний пошук	Так	Інколи	Ні
працювати з літературою	Так	Інколи	Ні
виділяти головне	Так	Інколи	Ні
аналізувати, порівнювати	Так	Інколи	Ні
складати алгоритм	Так	Інколи	Ні
проводити експеримент	Так	Інколи	Ні
доводити, обґрунтовувати	Так	Інколи	Ні
оцінювати результати	Так	Інколи	Ні
здійснювати самоконтроль	Так	Інколи	Ні

9. Які засоби управління самостійною роботою студентів Ви використовуєте у своїй діяльності:

робочі зошити

Регулярно	Часто	Інколи	Вкрай рідко	Не використовую
-----------	-------	--------	-------------	-----------------

методичні рекомендації або вказівки

Регулярно	Часто	Інколи	Вкрай рідко	Не використовую
-----------	-------	--------	-------------	-----------------

комплекти завдань

Регулярно	Часто	Інколи	Вкрай рідко	Не використовую
-----------	-------	--------	-------------	-----------------

комп'ютерні програмні засоби

Регулярно	Часто	Інколи	Вкрай рідко	Не використовую
-----------	-------	--------	-------------	-----------------

## Додаток Б

Анкети, які застосовувались під час експериментального дослідження для вдосконалення комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою майбутніх учителів у процесі їх природничо-математичної підготовки

### Анкета Б1

Шановний респонденте!

Ми звертаємося до Вас з проханням відповісти на запропоновані запитання щиро і відверто. Аналіз Ваших відповідей дозволить нам вивчити коло педагогічних проблем, що пов'язані з використанням комп'ютерної техніки в навчальному процесі. Це дозволить науковцям удосконалити педагогічний процес. Дякуємо за участь в анкетуванні!

1. Чи знайомі Ви з обчислювальною технікою?

- а) Тільки за усними та друкованими повідомленнями
- б) Умію користуватися клавіатурою
- в) Маю навички користувача при роботі з комп'ютером
- г) Знаю одну з мов програмування
- д) Можу вільно спілкуватися з комп'ютером

2. Використання комп'ютера при навчанні у ЗВО

- а) Необхідно
- б) Необхідно, але тільки при вивченні деяких предметів
- в) Необхідно, але тільки для студентів окремих спеціальностей
- г) Немає необхідності

3. Використати комп'ютер потрібно, але тому що це

- а) Знадобиться в майбутній професійній діяльності
- б) Полегшує процес навчання
- в) Розвиває творчі здібності

г) Робить навчання більш цікавим

4. Які труднощі виникають при використанні комп'ютера в навчальному процесі

- а) Не володію комп'ютером
- б) Відсутність комп'ютерів
- в) Недостатня кількість комп'ютерів
- г) Відсутність навчальних програм з курсу
- д) Відсутність методичних розробок

5. Розмістіть в порядку зменшення значущості можливі форми застосування комп'ютера при вивченні природничих дисциплін

- а) Контроль знань студентів і тестування
- б) Виконання складних розрахунків при розв'язанні задач
- в) Опрацювання результатів лабораторного експерименту
- г) Моделювання складних процесів
- д) Самостійна розробка програм студентами
- е) Проведення дослідницьких робіт

## Анкета Б2

## Шановний студенте!

Ми звертаємося до Вас з проханням відповісти на запропоновані запитання щиро і відверто. Аналіз Ваших відповідей допоможе науковцям удосконалити педагогічний процес. Дякуємо за участь в анкетуванні!

Просимо в кожній таблиці позначити до 3 рядків, які найбільш відповідають Вашій думці.

Іноді буває складно виконати навчальне завдання в назначений час, причиною цього найчастіше є такі обставини:

	немає повного розуміння, як виконувати завдання
	є інші, більш важливі справи
	помилка планування часу, залишили на останній день і часу не вистачило
	погане самопочуття, хвороба
	завдання не викликає інтересу, важко змусити себе цим займатися, навіть у разі необхідності
	виконання завдання не впливає на досягнення моїх життєвих цілей (не дає досвіду, який буде потрібен у житті)
	виконання завдання не впливає на мої оцінки в університеті (система оцінювання слабо враховує результати цього завдання)
	завдання таке складне (трудомістке), що виконати його все одно не можливо

Щоб покращити систематичність навчальної праці студентів я би порекомендував викладачам:

	не давати на самостійну роботу творчих завдань, порядок виконання яких заздалегідь не відомий
	не давати на самостійну роботу завдань репродуктивного характеру, виконувати які не цікаво
	забезпечувати детальну письмову інструкцію до виконання завдань
	проводити усну консультацію і демонстрації стосовно виконання завдань
	знижувати оцінки за порушення терміну виконання завдань
	забезпечити багаторазово нагадування із застосуванням засобів комунікації про близький час подання результатів
	ретельно розраховувати обсяг завдання

## Додаток В

## Лабораторна робота №4.

## КУСКОВА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ. СПЛАЙНИ

Мета роботи: дослідити інтерполяцію функції кусковим інтерполяційним многочленом та кубічним сплайном.

## Програмне забезпечення

Робота виконується з використанням комп'ютерної моделі SM4 у середовищі MathCAD. Перша сторінка призначається для наближення функції глобальним та кусковим інтерполяційним многочленом (рис. В.1).

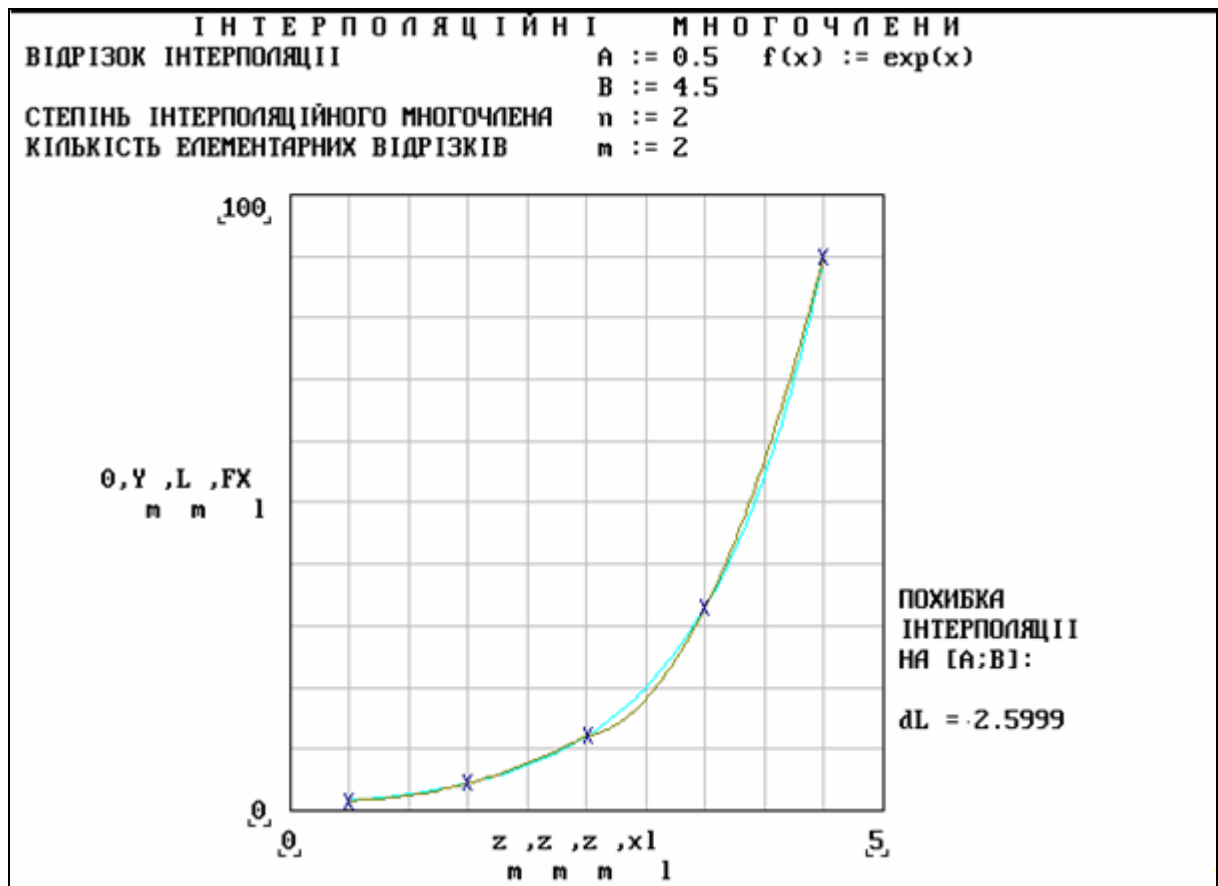


Рис. В.1. Інтерфейс комп'ютерної моделі для дослідження інтерполяції функції глобальним та кусковим інтерполяційним многочленом



Друга сторінка призначається для наближення функції сплайнами (рис. В.2).

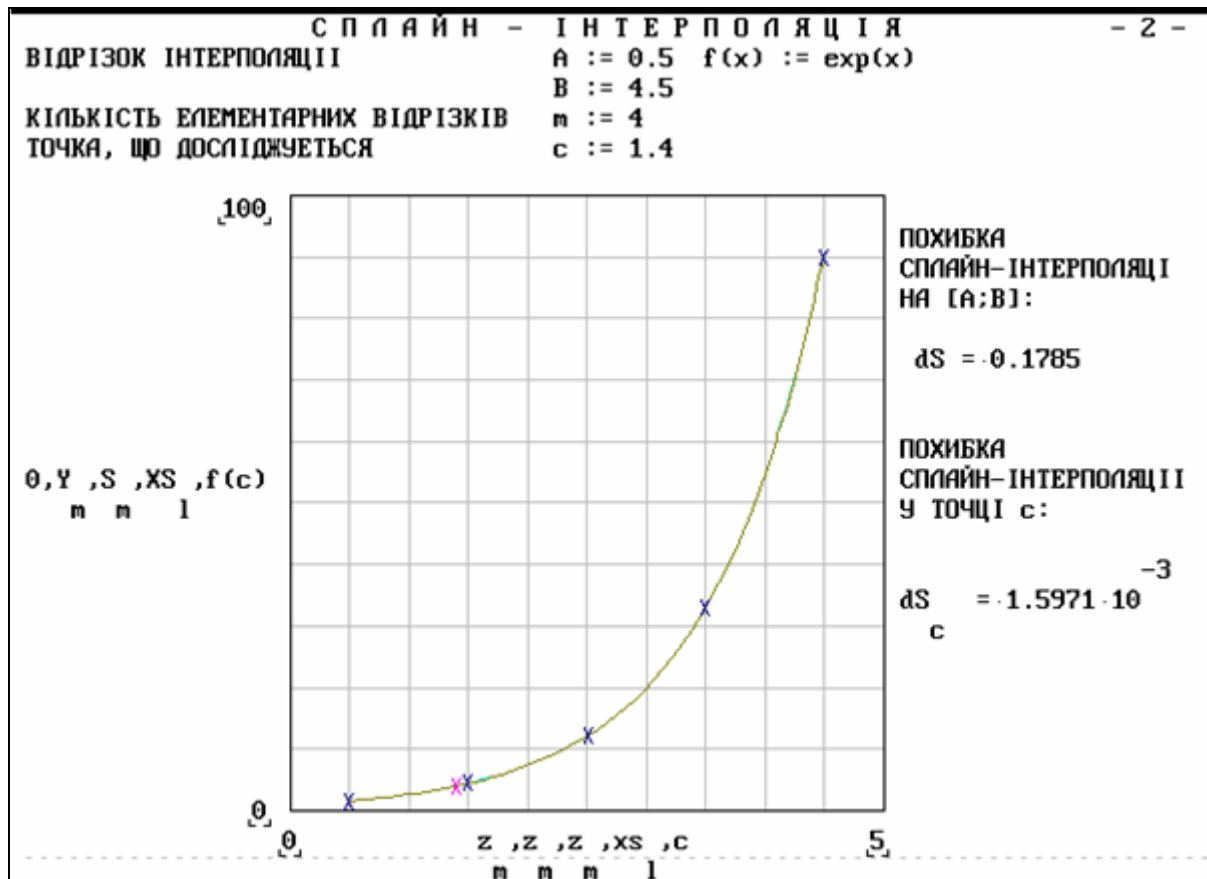


Рис. В.2. Інтерфейс комп'ютерної моделі для дослідження інтерполяції функції сплайном

Вхідні дані задачі:

- A, B - кінці відрізка інтерполяції;
- $f(x)$  - функція, для якої здійснюється інтерполяція.

Результати, що видаються на екран:

- $dL = \max_{x \in [A;B]} |f(x) - L(x)|$  - похибка наближення функції  $f(x)$  кусковим

інтерполяційним многочленом  $L(x)$  на відрізку  $[A;B]$ ;

- $dS = \max_{x \in [A;B]} |f(x) - S(x)|$  - похибка наближення функції  $f(x)$  сплайном  $S(x)$

на відрізку  $[A;B]$ ;

- $dS_c = |f(c) - S(c)|$  - похибка наближення функції  $f(x)$  сплайном  $S(x)$  у точці  $c$ .

Дані, значення яких встановлює користувач :

- $m$  - кількість елементарних відрізків для кускової інтерполяції;
- $n$  - степінь інтерполяційного многочлена;
- $c$  - точка, у якій обчислюється похибка інтерполяції.

Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (червона лінія);
- графік наближаючої функції (синя лінія);
- значення  $f(x)$  у вузлах інтерполяції (жовті хрестики);
- значення  $f(x)$  у точці  $c$  (зелений хрестик).

Порядок виконання лабораторної роботи

Навідні питання:

- Чи є випадки, коли підвищення степеня глобального інтерполяційного многочлена має наслідком не зменшення, а збільшення похибки інтерполяції?
- За яких умов глобальний інтерполяційний многочлен виявляється непридатним для наближення функції?
- Які фактори на практиці обмежують степінь інтерполяційного многочлена?
- Як впливає кількість урахованих вузлів інтерполяції на обсяг обчислень, необхідних для знаходження глобального та кускового інтерполяційних многочленів, сплайна?

- Як впливає кількість урахованих вузлів інтерполяції на обсяг даних, які потрібно зберігати для обчислення значень глобального та кускового інтерполяційного многочленів, сплайна?
- Чим відрізняються наближаючі многочлени третього степеня, отримані як глобальний та кусковий інтерполяційні многочлени, кубічний сплайн? Розглянути випадки, коли на відрізку інтерполяції задано  $3m+1$  вузлів,  $m=1, 2, \dots$ .
- Чи можна передбачити такі ситуації, де треба віддати перевагу глобальному інтерполяційному многочлену, кусковому інтерполяційному многочлену, сплайну?

Таблиця В.1.

## Похибка інтерполяції

f(x)= _____ , відрізок інтерполяції [ _____ ; _____ ], N=13			
Наближаючий многочлен		Кількість елементарних відрізків	Похибка інтерполяції
Вид	ступінь		
Глобальний інтерполяційний многочлен		1	
Кусковий інтерполяційний многочлен		12	
		6	
		4	
		3	
		2	
Сплайн		12	
f(x)= _____ , відрізок інтерполяції [ _____ ; _____ ], N=13			

Наближаючий многочлен		Кількість елементарних відрізків	Похибка інтерполяції
Вид	ступінь		
Глобальний інтерполяційний многочлен		1	
Кусковий інтерполяційний многочлен		12	
		6	
		4	
		3	
		2	
Сплайн		12	
$f(x)=$ , відрізок інтерполяції [ ; ], $N=13$			
Наближаючий многочлен		Кількість елементарних відрізків	Похибка інтерполяції
Вид	ступінь		
Глобальний інтерполяційний многочлен		1	
Кусковий інтерполяційний многочлен		12	
		6	
		4	
		3	
		2	
Сплайн		12	

f(x)= , відрізок інтерполяції [ ; ], N=13			
Наближаючий многочлен		Кількість елементарних відрізків	Похибка інтерполяції
Вид	ступінь		
Глобальний інтерполяційний многочлен		1	
Кусковий інтерполяційний многочлен		12	
		6	
		4	
		3	
		2	
Сплайн		12	

Таблиця В.2.

## Результати дослідження похибки інтерполяції

f(x)= , відрізок інтерполяції [ ; ]				
Наближаючий многочлен		Кількість елементарних відрізків	Кількість врахованих вузлів	Похибка інтерполяції
вид	ступінь			
Глобальний інтерполяційний многочлен		1		
Кусковий інтерполяційний многочлен		2		
		3		
		4		
		5		
Сплайн		3		

f(x)= _____ , відрізок інтерполяції [ _____ ; _____ ]				
Наближаючий многочлен		Кількість елементарних відрізків	Кількість врахованих вузлів	Похибка інтерполяції
вид	ступінь			
Глобальний інтерполяційний многочлен		1		
Кусковий інтерполяційний многочлен	2			
	3			
	4			
	5			
Сплайн		3		
f(x)= _____ , відрізок інтерполяції [ _____ ; _____ ]				
Наближаючий многочлен		Кількість елементарних відрізків	Кількість врахованих вузлів	Похибка інтерполяції
вид	ступінь			
Глобальний інтерполяційний многочлен		1		
Кусковий інтерполяційний многочлен	2			
	3			
	4			
	5			
Сплайн		3		
f(x)= _____ , відрізок інтерполяції [ _____ ; _____ ]				
Наближаючий многочлен		Кількість елементарних відрізків	Кількість врахованих вузлів	Похибка інтерполяції
вид	ступінь			
Глобальний інтерполяційний многочлен		1		
Кусковий інтерполяційний многочлен	2			
	3			
	4			
	5			
Сплайн		3		

Таблиця В.3.

Залежність похибки обчислення значення функції від кількості врахованих вузлів для сплайн-інтерполяції

Функція $f(x) =$ _____ ; точка, що досліджується $c =$ _____		
Кількість елементарних відрізків	Відрізок інтерполяції	Похибка сплайн-інтерполяції у точці $c$
3		
7		
15		

- для однієї і тієї ж множини вузлових точок \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_;
- для однієї і тієї ж кількості (довжини) елементарних відрізків \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
інтерполяційний многочлен таким чином: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- для наближення функції, інформація про яку задана обмеженою кількістю її значень, доцільно скористатися \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_;
- для наближення функції на великому інтерполяційному відрізку \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_;
- при необхідності зменшення обсягу обчислень для одержання значень функції у проміжних точках таблиці \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_;
- при необхідності зменшення обсягу даних, що зберігаються \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_;

- якщо потрібно забезпечити неперервність похідної наближаючої функції

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_;

- якщо потрібно наблизити функцію, для якої значення похідних істотно зростають з їх порядком \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_;

- якщо потрібно наблизити функцію при відсутності інформації щодо її похідних \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.



Таблиця В.4.

## Варіанти завдань

Варіант	Функція, відрізок	Варіант	Функція, відрізок
1	$\frac{5-x}{\sqrt{1-x^2/4}}, [0;1,9]$	2	$\frac{5-x}{\sqrt{1-x^2/4}}, [0;1]$
	$\sqrt{1/x}, [1;2]$		$\sqrt{1/x}, [0,1;2]$
	$\frac{1-x^2}{x^4-x^2+1}, [-2;2]$		$\frac{\sin^2(x)}{x^2}, [0,001;5]$
	$x^2 \exp(-0,5x^2), [-4;4]$		$x^2 \exp(-5x^2), [-2;2]$
3	$\arctan(5x), [-1;1]$	4	$\sin(x)\cos(3x), [-2;2]$
	$\exp(-x), [0;2]$		$\exp(-5x^2), [-2;2]$
	$x^2 \exp(-x^2), [0;4]$		$x^2 \exp(-x^2), [0;0,5]$
	$\sin(x)\cos(3x), [-2;2]$		$\frac{1}{x^2} \exp\left(-\frac{1}{x}\right), [0,001;0,4]$
5	$\frac{1}{x^{12}} - \frac{1}{x^6}, [0,9;2]$	6	$x(x^4 - x^2 + 1)^{-2}, [-2;2]$
	$\frac{\exp(x) + \exp(-x)}{\exp(x) - \exp(-x)} - \frac{1}{x}, [0,1;2]$		$\frac{\exp(x) + \exp(-x)}{\exp(x) - \exp(-x)}, [0,2;2]$
	$(\exp(10(x-1)) + 1)^{-1}, [0;2]$		$1 + \cos^2(x), [-1;1]$
	$0,1x^2 + \sin(x), [0;5]$		$\exp(x) + \cos(x), [-2;2]$
7	$\cos(4x), [0;5]$	8	$(10x^2 - 1)\exp(-5x^2), [-2;2]$
	$x \exp(-5x^2), [-3;3]$		$\cos^2(x), [0;7]$
	$\arccos(x), [0;0,9]$		$\arcsin(x), [0;0,9]$
	$\frac{1}{\exp(x) + 1}, [0;2]$		$\frac{x^5}{\exp(x) - 1}, [0,01;1]$
9	$\frac{x^5}{\exp(x) - 1}, [7;10]$	10	$\frac{\exp(10(x-1))}{(\exp(10(x-1)) + 1)^2}, [0;2]$
	$\ln(10000\exp(-5x) + 1), [0;5]$		$\sin(x), [0;1]$
	$\sin^2(x), [0;7]$		$\sin(x^3), [-2;2]$
	$\frac{1}{\exp(x) - 1}, [0,2;2]$		$\frac{x^5}{\exp(x) - 1}, [0,01;10]$

## Додаток Г

Тексти контрольних робіт  
Тема: «Інтерполяція функцій»

Завдання	Елементи знань	Чи обов'язковий елемент	Встановлення зв'язків	Рівень
1. Поясніть зв'язок, що існує між степенем інтерполяційного многочлена та кількістю вузлів інтерполяції, за якими він будується.	1. Визначення апроксимації	+	-	Р
	2. Визначення інтерполяції	+	-	Р
	3. Визначення вузлів інтерполяції	+	-	Р
	4. Застосування побудови інтерполяційного многочлену	+	+	Т
2. Як змінюється похибка інтерполяції в залежності від степеня інтерполяційного многочлена $n$ на фіксованому відрізку $[A;B]$ та від довжини інтервалу?	5. Визначення похибки	+	-	Р
	6. Властивості функції	+	-	Ч-П
	7. Формула залишкового члена	+	+	Р
	8. Застосування формули залишкового члена	+	+	Т
3. Проаналізувати, в яких випадках використовують інтерполяційну формулу Лагранжа, а в яких інтерполяційну формулу Ньютона.	9. Інтерполяційна формула Лагранжа	+	-	Р
	10. Інтерполяційна формула Ньютона	+	-	Р

4. Функція задана таблично:												11.Класифікація похибок	+	+	Р
X	-2,0	-1,6	-1,2	-0,8	-0,4	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	12.Вибір інтерполяційної формули	+	+	Ч-П
f(x)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	1,0	1,5	2,2	3,3	5,0	7,4	13.Застосування інтерполяційної формули	+	-	Т
Обчислити значення функції у точці $c = 0,25$ з найбільш можливою точністю.												14.Вибір критерію близькості функцій	-	+	Ч-П
												15.Оцінка похибки інтерполяційної формули	+	-	Т
												16.Правило округлення	-	+	Ч-П
												17.Виконання перетворень	-	+	Ч-П

## Тема: «Розв'язування диференціальних рівнянь»

Завдання	Елементи знань	Чи обов'язковий елемент	Встановлення зв'язків	Рівень
1. Що означає розв'язати диференціальне рівняння чисельним методом?	1. Визначення диференціального рівняння	+	-	Р
	2. Визначення інтерполяції	+	-	Р
	3. Застосування побудови інтерполяційного многочлену	+	+	Т
2. Як залежить похибка від кроку розрахунку для методів Ейлера та Рунге-Кутта?	4. Визначення похибки	+	-	Р
	5. Класифікація похибок	+	+	Р
	6. Формула залишкового члена	+	+	Р
	7. Застосування формули залишкового члена	+	+	Т
3. Проаналізувати, в яких випадках застосовують метод Ейлера, а в яких метод Рунге-Кутта.	8. Розв'язування задачі Коші	+	+	Р
	9. Визначення сутності методу Ейлера	+	-	Р
	10. Визначення сутності методу Рунге-Кутта	+	-	Р
4. Розв'язати диференціальне рівняння I порядку $y \cdot y' = y^2 - 2x$ на відрізку $[0,1]$ з кроком $h=0,2$ з початковою умовою $y_0(0)=1$ та оцінити точність розв'язку.	11. Вибір методу	+	+	Ч-П
	12. Застосування інтерактивної формули	+	-	Т
	13. Визначення правила Рунге	+	-	Р
	14. Здійснення оцінка похибки за правилом Рунге	+	-	Т
	15. Правило округлення	-	+	Ч-П
	16. Виконання перетворень	-	+	Ч-П

## Додаток Д

### Користувачський інтерфейс комп'ютерних моделей та їх програмний код у середовищі MathCAD

#### Д.1. ПРЯМА ТА ОБЕРНЕНА ЗАДАЧІ ТЕОРІЇ ПОХИБОК СМ1

Вигляд трьох комп'ютерних сторінок подано на рис. Д.1.1, Д.1.2 та Д.1.3.

ПРЯМА ЗАДАЧА НАБЛИЖЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ		- 1 -	
<b>ВХІДНІ ДАНІ:</b>	<b>ПОХИБКИ:</b>	<b>ФУНКЦІЯ</b>	<b>y = f(a,b,c) :</b>
a := 7.0	da := 0.05		$\frac{a^2 + b + c}{b - c}$
b := 4.7	db := 0.01		
c := -10.0	dc := 0.02	<b>f(a,b,c) :=</b>	
<b>МЕТОД ОБЧИСЛЕННЯ ГРАНИЦЬ:</b>			
f(a + da, b + db, c + dc) = 3.025			
f(a + da, b + db, c - dc) = 3.013747			
f(a + da, b - db, c + dc) = 3.027437			
f(a + da, b - db, c - dc) = 3.016485		ymin := 2.918	
f(a - da, b + db, c + dc) = 2.929374		ymax := 3.028	
f(a - da, b + db, c - dc) = 2.918703			
f(a - da, b - db, c + dc) = 2.932004		<b>РЕЗУЛЬТАТ:</b>	y := 2.97
f(a - da, b - db, c - dc) = 2.921312		<b>АБСОЛЮТНА ПОХИБКА:</b>	dy := 0.06
<b>МЕТОД ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ПОХИБКИ:</b>			
f(a,b,c) = 2.972789		<b>РЕЗУЛЬТАТ:</b>	y := 2.97
df = 0.054366		<b>АБСОЛЮТНА ПОХИБКА:</b>	dy := 0.06
<b>МЕТОД ПІДРАХУНКУ ПРАВИЛЬНИХ ЦИФР</b>			
a · a = 49	x := 49	<b>ПРАВИЛЬНИХ ЦИФР</b>	2
x + b + c = 43.7	x1 := 43.7	<b>ПРАВИЛЬНИХ ЦИФР</b>	2
b - c = 14.7	x2 := 14.7	<b>ПРАВИЛЬНИХ ЦИФР</b>	3
x1			
— = 2.972789			
x2	<b>РЕЗУЛЬТАТ</b>	y := 3.0	<b>ПРАВИЛЬНИХ ЦИФР</b> 2
	<b>АБСОЛЮТНА ПОХИБКА</b>	dy := 0.05	

Рис. Д.1.1.

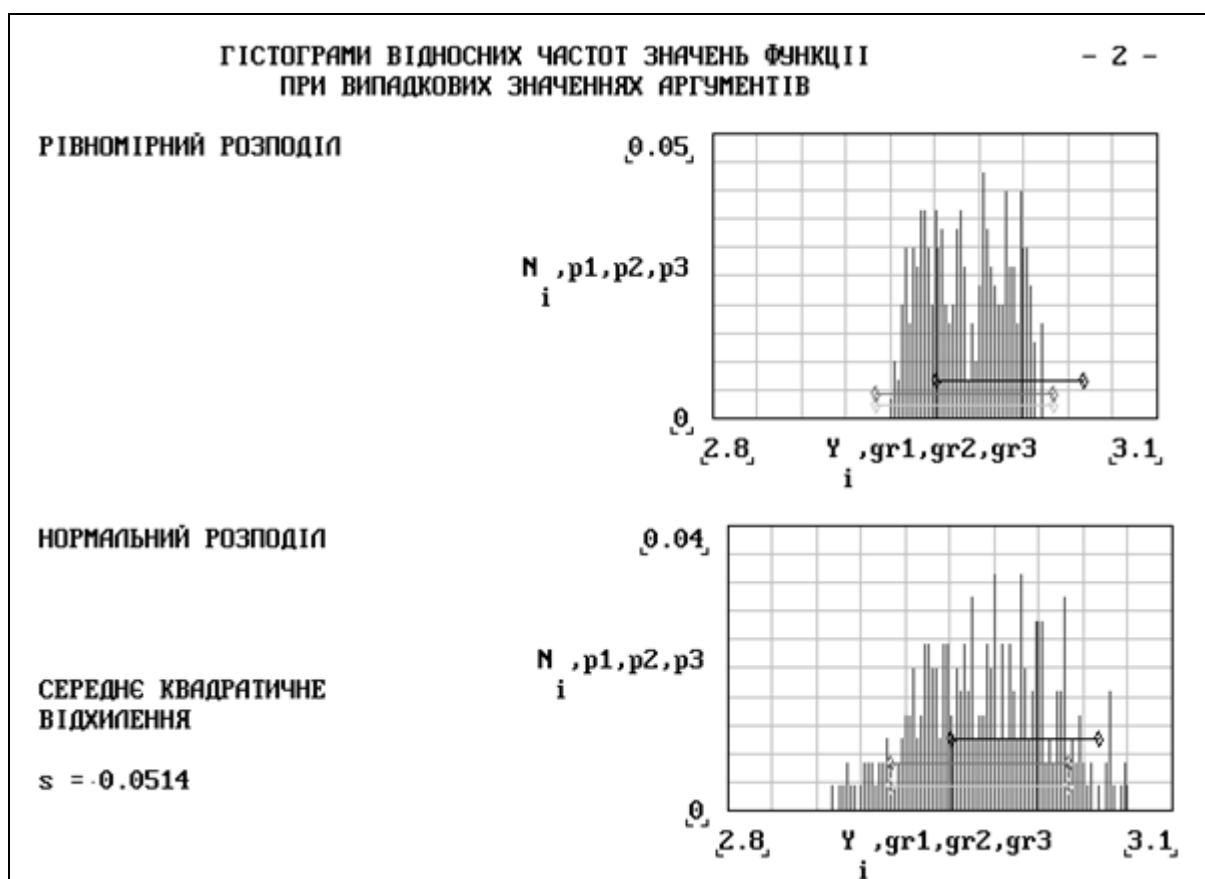


Рис. Д.1.2.

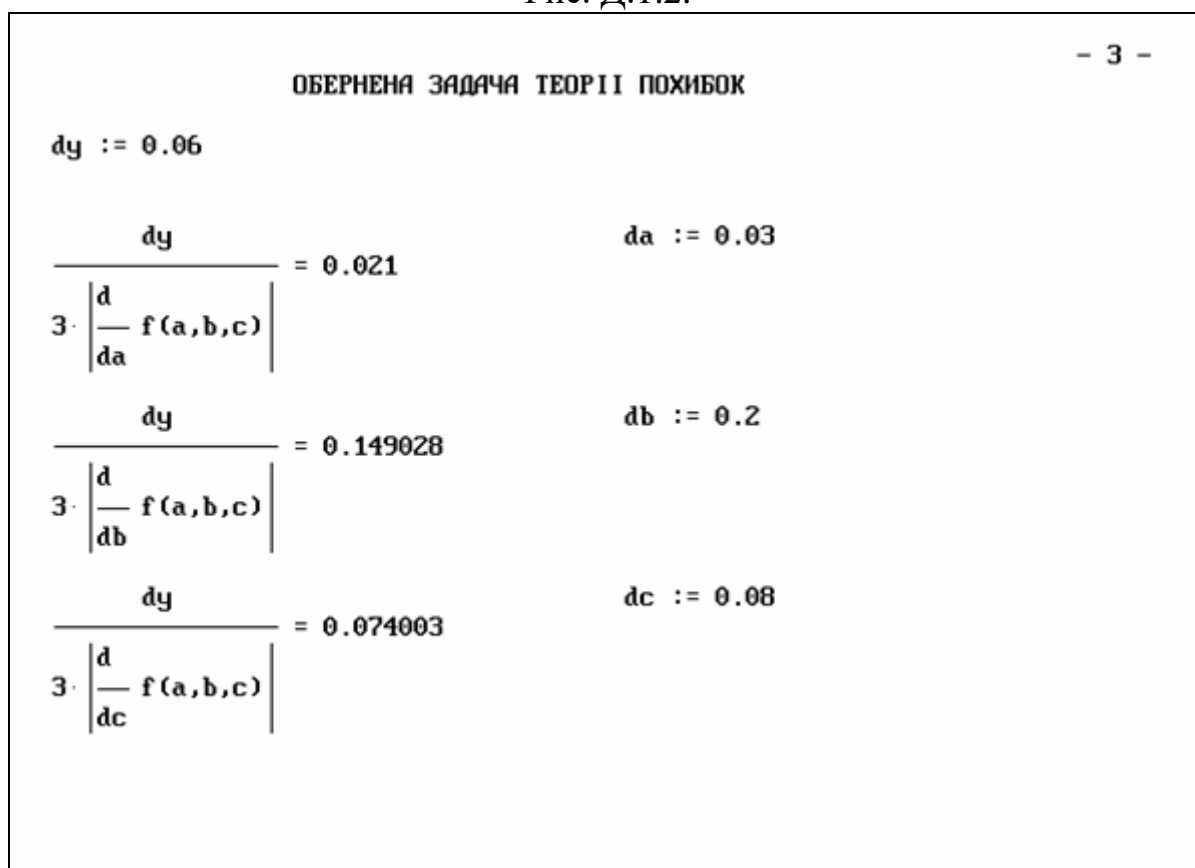


Рис. Д.1.3.

Вхідні дані задачі:

- $a, b, c$  - вхідні дані розрахунку;
- $da, db, dc$  - абсолютні похибки вхідних даних розрахунку;
- $y = f(a, b, c)$  - функція, значення якої обчислюється.

#### Результати, що видаються на екран:

- $f(a, b, c)$  - значення функції у заданій точці;
- $df = \left| f'_a(a, b, c) \right| da + \left| f'_b(a, b, c) \right| db + \left| f'_c(a, b, c) \right| dc$ ;
- $s$  - середнє квадратичне відхилення значення функції.

#### Дані, значення яких встановлює користувач:

- $y$  - результат розрахунку за даною формулою;
- $dy$  - абсолютна похибка результату розрахунку.

Примітка: змінні  $umin, утах, x, x1, \dots, x9$  можна використовувати для проміжних результатів.

### **Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 0
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 78
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 21 1 36
a1,35,57,34
ПРЯМА ЗАДАЧА НАБЛИЖЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ
.TXT 0 50 1 8
a1,7,7,6
- 1 -
.TXT 2 -71 1 15
a1,14,78,13
ВХІДНІ ДАНІ:
.TXT 0 19 1 11
a1,10,51,9
ПОХИБКИ:
.TXT 0 15 1 29
a1,28,44,27
ФУНКЦІЯ y = f(a,b,c) :
.EQN 1 -31 1 10
a:7.0□
.EQN 0 16 1 12
da:0.05□
.EQN 0 16 4 24
f(a,b,c):(a^2+b+c)/(b-c)□
.EQN 1 -32 1 10
b:4.7□
.EQN 0 16 1 12
db:0.01□
```

```

.EQN 1 -16 1 12
c:-10.0□
.EQN 0 16 1 12
dc:0.02□
.EQN 0 70 1 15
y:f(a,b,c)□
.TXT 2 -89 1 28
a1,27,78,26
МЕТОД ОБЧИСЛЕННЯ ГРАНИЦЬ:
.EQN 1 3 1 35
f(a+da,b+db,c+dc)={18995}?□
.EQN 1 0 1 38
f(a+da,b+db,c-dc)=?□
.EQN 0 56 3 25
(3.027+2.919)/2=?□
.EQN 1 -56 1 38
f(a+da,b-db,c+dc)=?□
.EQN 1 0 1 38
f(a+da,b-db,c-dc)=?□
.EQN 0 38 1 15
ymin:2.919□
.EQN 1 -38 1 38
f(a-da,b+db,c+dc)=?□
.EQN 0 38 1 15
ymax:3.027□
.EQN 1 -38 1 38
f(a-da,b+db,c-dc)=?□
.EQN 1 0 1 38
f(a-da,b-db,c+dc)=?□
.TXT 0 38 1 13
a1,12,78,11
РЕЗУЛЬТАТ:
.EQN 0 21 1 11
y:2.97□
.EQN 1 -59 1 38
f(a-da,b-db,c-dc)=?□
.TXT 0 38 1 21
a1,20,39,19
АБСОЛЮТНА ПОХИБКА:
.EQN 0 21 1 12
dy:0.06□
.EQN 0 26 1 16
ymax:y+dy□
.EQN 0 21 1 16
ymin:y-dy□
.TXT 2 -109 1 40
a1,39,78,38
МЕТОД ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ПОХИБКИ:
.EQN 0 89 3 62
df:|(a"f(a,b,c))*da+(b"f(a,b,c))*db+(c"f(a,b,c))*dc□
.EQN 1 -86 1 23
f(a,b,c)=?□
.TXT 0 39 1 13
a1,12,78,11
РЕЗУЛЬТАТ:
.EQN 0 20 1 11
y:2.97□
.EQN 0 26 1 9
y2:y□
.EQN 1 -85 1 17
df=?□
.TXT 0 39 1 21
a1,20,39,19
АБСОЛЮТНА ПОХИБКА:

```



```

.EQN 0 20 1 12
dy:0.06□
.EQN 0 26 1 11
dy2:dy□
.ТХТ 2 -88 1 34
a1,33,78,32
МЕТОД УТРИМАННЯ ПРАВИЛЬНИХ ЦИФР
.EQN 1 3 1 12
a*a=?□
.EQN 0 23 1 9
x:49□
.ТХТ 0 31 1 23
a1,22,38,21
ПРАВИЛЬНИХ ЦИФР 2
.EQN 1 -54 1 20
x+b+c=?□
.EQN 0 23 1 12
x1:43.7□
.ТХТ 0 31 1 23
a1,22,38,21
ПРАВИЛЬНИХ ЦИФР 2
.EQN 1 -54 1 16
b-c=?□
.EQN 0 23 1 12
x2:14.7□
.ТХТ 0 31 1 22
a1,21,21,20
ПРАВИЛЬНИХ ЦИФР 3
.EQN 1 -54 3 17
x1/x2=?□
.ТХТ 2 21 1 12
a1,11,55,10
РЕЗУЛЬТАТ
.EQN 0 13 1 10
y:3.0□
.ТХТ 0 20 1 25
a1,24,38,23
ПРАВИЛЬНИХ ЦИФР 2
.EQN 0 32 1 9
y1:y□
.ТХТ 1 -65 1 20
a1,19,39,18
АБСОЛЮТНА ПОХИБКА
.EQN 0 23 1 12
dy:0.05□
.EQN 0 42 1 11
dy1:dy□
.ТХТ 3 -76 1 46
a1,45,78,44
ГІСТОГРАМИ ВІДНОСНИХ ЧАСТОТ ЗНАЧЕНЬ ФУНКЦІІ
.ТХТ 0 57 1 8
a1,7,78,6
- 2 -
.EQN 0 9 1 10
n0:20□
.EQN 0 15 1 11
n1:301□
.EQN 0 15 1 25
gr1:ymin,ymax;ymax□
.EQN 0 30 1 37
gr2:y2-dy2,y2+dy2;y2+dy2□
.EQN 0 40 1 34
gr3:y1-dy,y1+dy;y1+dy□
.EQN 0 40 3 9

```

```

h:dy/n0
.EQN 0 20 1 15
i:0;4*n0
.EQN 0 20 2 25
Y[i:y2+(i-2*n0)*h
.EQN 0 30 1 13
j:0;n1
.EQN 0 20 2 68
YY[j:f(a-da+rnd(2*da),b-db+rnd(2*db),c-dc+rnd(2*dc))
.EQN 0 80 2 9
N[i:0
.EQN 0 20 2 39
N[i:N[i+if(|(YY[j]-Y[i]<0.5*h,1,0)
.EQN 0 50 4 10
N[i:N[i/n1
.EQN 0 70 2 11
nn[1:N[0
.EQN 0 20 2 30
nn[(i+1):if(N[i]>nn[i,N[i,nn[i)
.EQN 0 38 2 21
p1:0.05*nn[(4*n0+1)
.EQN 0 28 2 20
p2:0.1*nn[(4*n0+1)
.EQN 0 33 2 23
p3:0.15*nn[(4*n0+1)
.TXT 1 -631 1 38
a1,37,68,36
ПРИ ВИПАДКОВИХ ЗНАЧЕННЯХ АРГУМЕНТІВ
.TXT 2 -16 1 23
a1,22,77,21
РІВНОМІРНИЙ РОЗПОДІЛ
.EQN 0 32 12 44
&&N[i,p1,p2,p3{10,10,10,30,bVVV}&&Y[i,gr1,gr2,gr3
.EQN 10 46 1 10
n0:20
.EQN 0 15 1 11
n1:301
.EQN 0 15 1 25
gr1:ymin,ymax;ymax
.EQN 0 30 1 37
gr2:y2-dy2,y2+dy2;y2+dy2
.EQN 0 40 1 34
gr3:y1-dy,y1+dy;y1+dy
.EQN 0 40 3 9
h:dy/n0
.EQN 0 20 1 15
i:0;4*n0
.EQN 0 20 2 25
Y[i:y2+(i-2*n0)*h
.EQN 0 30 1 13
j:0;n1
.EQN 0 21 1 13
k:1;12
.EQN 0 17 2 10
aa[j:0
.EQN 0 18 2 40
aa[j:aa[j+(rnd(1)-0.5)*da+k-k
.EQN 0 45 2 10
bb[j:0
.EQN 0 15 2 40
bb[j:bb[j+(rnd(1)-0.5)*db+k-k
.EQN 0 64 2 10
cc[j:0
.EQN 0 20 2 40

```

```

cc[j]:cc[j+(rnd(1)-0.5)*dc+k-k]
.EQN 0 60 2 35
YY[j]:f(a+aa[j],b+bb[j],c+cc[j])
.EQN 0 40 2 9
N[i:0]
.EQN 0 20 2 39
N[i:N[i+if((YY[j]-Y[i]<0.5*h,1,0))]
.EQN 0 60 41 13
N=?
.EQN 0 25 4 10
N[i:N[i/n1]
.EQN 0 17 3 10
p1:1/n1
.EQN 0 15 3 10
p2:2/n1
.EQN 0 18 3 10
p3:3/n1
.TXT 0 24 1 14
a1,13,78,12
CP.KB.OTKJ.
.EQN 0 19 1 8
s:0
.EQN 0 13 1 13
j:0;n1
.EQN 0 21 1 16
s:|(YY-y2)
.EQN 0 19 4 10
s:(s/n1)
.EQN 2 -731 3 8
gr1=
.EQN 0 705 1 16
s=?
.TXT 1 -813 1 22
a1,21,40,20
НОРМАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ
.EQN 0 33 12 44
&&N[i,p1,p2,p3{10,10,10,30,bVVV}@&&Y[i,gr1,gr2,gr3]
.EQN 0 230 1 11
y=?
.EQN 0 353 41 14
Y=?
.EQN 1 -112 201 20
cc=?
.EQN 0 44 201 19
YY=?
.TXT 4 -548 1 22
a1,21,77,20
СЕРЕДНС КВАДРАТИЧНЕ
.TXT 1 0 1 13
a1,12,77,11
ВІДХИЛЕННЯ
.EQN 2 0 1 14
s={18996}?
.TXT 6 69 1 8
a1,7,8,6
- 3 -
.TXT 1 -52 1 33
a1,32,72,31
ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА ТЕОРІЇ ПОХИБОК
.EQN 2 -16 1 12
dy:0.06
.EQN 3 0 5 27
dy/(3*|a"f(a,b,c))=?
.EQN 0 38 1 12

```

```

da:0.03□
.EQN 6 -38 5 30
dy/(3*|b"f(a,b,c))=?□
.EQN 0 38 1 11
db:0.2□
.EQN 6 -38 5 30
dy/(3*|c"f(a,b,c))=?□
.EQN 0 38 1 12
dc:0.08□

```

## Д.2. ІНТЕРПОЛЯЦІЙНА ФОРМУЛА ЛАГРАНЖА

### ЕТАП 1

#### СМ2\_1.

Перша комп'ютерна сторінка (рис.Д.2.1) забезпечує побудову інтерполяційного многочлена та обчислення похибки інтерполяції. На одному й тому самому відрізку задаються дві функції. Побудова інтерполяційного многочлена виконується окремо для кожної з них. Степінь інтерполяційного многочлена та вузли інтерполяції однакові для обох функцій.

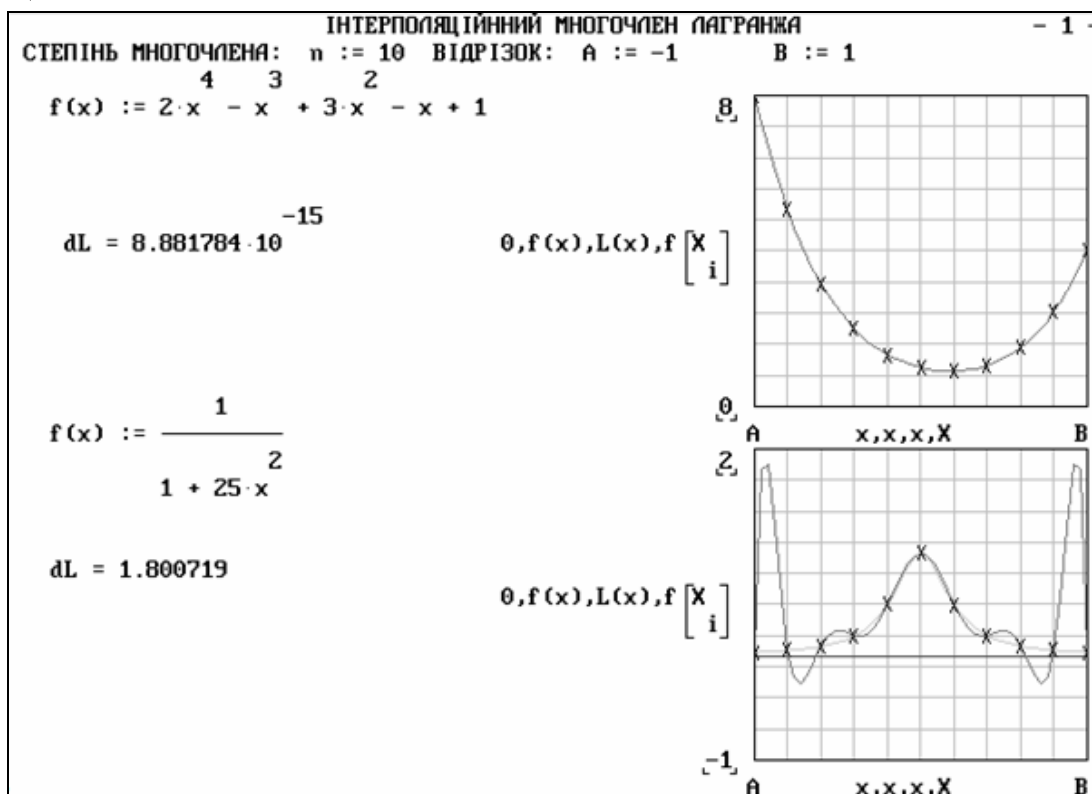


Рис. Д.2.1

Друга комп'ютерна сторінка (рис. Д.2.2) призначається для виведення графіків залежності похибки інтерполяції  $dL$  від степеня інтерполяційного многочлена  $n$  для функцій, що досліджуються. У верхній частині сторінки підготовлено таблиці, куди мають бути занесеними відповідні дані для побудови графіків.

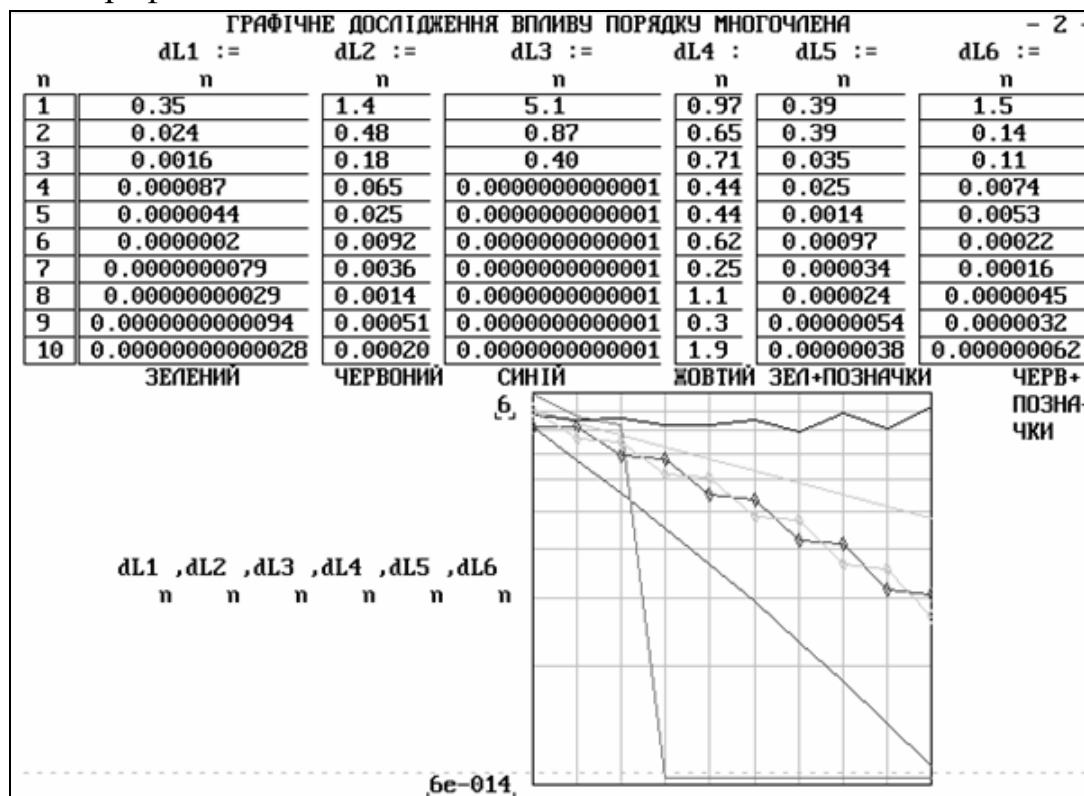


Рис. Д.2.2.

#### Вхідні дані задачі:

- $f(x)$  - функція, для якої здійснюється інтерполяція;
- $A, B$  - кінці відрізка інтерполяції.

#### Результати, що видаються на екран:

- $dL = \max_{x \in [A, B]} |L(x) - f(x)|$  - похибка інтерполяції.

#### Дані, значення яких встановлює користувач:

- $n$  - степінь інтерполяційного многочлена;
- $dL1_n, \dots, dL6_n$  - значення похибки інтерполяції для функцій 1, 2, ..., 6, що досліджуються, при використанні інтерполяційного многочлена степеня  $n$ .

### Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  на відрізку  $[A;B]$  (червона лінія);
- графік інтерполяційного многочлена  $L(x)$  на  $[A;B]$  (синя лінія);
- значення  $f(x)$  у вузлах інтерполяції (жовті хрестики);
- графіки залежності похибки інтерполяції від степеня інтерполяційного многочлена:

$dL1_n$  - зелена лінія;

$dL2_n$  - червона лінія;

$dL3_n$  - синя лінія;

$dL4_n$  - жовта лінія;

$dL5_n$  - зелена лінія з позначками;

$dL6_n$  - червона лінія з позначками.

### **Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 29
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 78
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 22 1 38
a1,37,75,36
ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ МНОГОЧЛЕН ЛАГРАНЖА
.TXT 0 52 1 8
a1,7,6,6
- 1 -
.EQN 0 10 1 10
n1:50□
.TXT 1 -84 1 22
a1,21,78,20
СТЕПІНЬ МНОГОЧЛЕНА:
.EQN 0 21 1 9
n:10□
.TXT 0 9 1 12
a1,11,78,10
ВІДРІЗОК:
.EQN 0 11 1 9
A:-1□
.EQN 0 14 1 8
B:1□
.EQN 1 -53 2 34
f(x):2*x^4-x^3+3*x^2-x+1□
.EQN 0 82 1 12
i:0;n□
.EQN 0 14 1 12
k:0;n□
```

```

.EQN 0 14 3 22
x:A,A+(B-A)/n1;B
.EQN 0 27 3 19
X[i:(B-A)/n*i+A
.EQN 0 22 2 13
y[i:f(X[i)
.EQN 0 18 9 41
L(z):i$(y[i*k#i{56}k,z-X[k,1])/k#i{56}k,X[i-X[k,1)
.EQN 0 42 2 9
m[0:0
.EQN 0 9 1 13
j:0;n1
.EQN 0 15 3 12
h:(B-A)/n1
.EQN 0 15 2 16
z1[j:A+j*h
.EQN 0 20 2 15
f1[j:f(z1[j)
.EQN 0 20 2 15
L1[j:L(z1[j)
.EQN 0 21 2 45
m[(j+1):if((f1[j-L1[j]>m[j,|(f1[j-L1[j],m[j)
.EQN 0 55 2 20
m[(n1+1)=?
.EQN 0 23 2 13
dL:m[(n1+1)
.EQN 1 -364 14 45
&&0,f(x),L(x),f(X[i]{10,10,12,25,111x}@B&A&x,x,x,X[i
.EQN 4 -32 2 23
dL=?
.EQN 7 -1 4 19
f(x):1/(1+25*x^2)
.EQN 0 101 2 13
y[i:f(X[i)
.EQN 0 24 9 41
L(z):i$(y[i*k#i{56}k,z-X[k,1])/k#i{56}k,X[i-X[k,1)
.EQN 1 96 2 9
m[0:0
.EQN 0 13 1 13
j:0;n1
.EQN 0 15 3 12
h:(B-A)/n1
.EQN 0 15 2 16
z1[j:A+j*h
.EQN 0 18 2 15
f1[j:f(z1[j)
.EQN 0 21 2 15
L1[j:L(z1[j)
.EQN 0 22 2 45
m[(j+1):if((f1[j-L1[j]>m[j,|(f1[j-L1[j],m[j)
.EQN 0 56 2 13
m[(n1+1)=?
.EQN 0 16 2 13
dL:m[(n1+1)
.EQN 1 -364 14 45
&&0,f(x),L(x),f(X[i]{10,10,12,25,111x}@B&A&x,x,x,X[i
.EQN 4 -33 1 17
dL=?
.TXT 10 13 1 49
a1,48,78,47
ГРАФІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОРЯДКУ МНОГОЧЛЕНА
.TXT 0 59 1 8
a1,7,6,6
- 2 -

```

```

.EQN 0 16 1 13
n:1;10□
.EQN 1 -86 12 20
dL1[
n:0.35,0.024,0.0016,0.000087,0.0000044,0.0000002,0.0000000079,0.0000000029,0
.000000000094,0.0000000000028□
.EQN 0 18 12 11
dL2[n:1.4,0.48,0.18,0.065,0.025,0.0092,0.0036,0.0014,0.00051,0.00020□
.EQN 0 9 12 19
dL3[
n:5.1,0.87,0.40,0.0000000000001,0.0000000000001,0.0000000000001,0.0000000000
01,0.0000000000001,0.0000000000001,0.0000000000001□
.EQN 0 17 12 8
dL4[n:0.97,0.65,0.71,0.44,0.44,0.62,0.25,1.1,0.3,1.9□
.EQN 0 6 12 14
dL5[
n:0.39,0.39,0.035,0.025,0.0014,0.00097,0.000034,0.000024,0.00000054,0.0000003
8□
.EQN 0 12 12 15
dL6[
n:1.5,0.14,0.11,0.0074,0.0053,0.00022,0.00016,0.0000045,0.0000032,0.00000062
□
.EQN 1 -66 11 6
n=□
.TXT 11 4 1 66
a1,65,74,64
      ЗЕЛЕНИЙ      ЧЕРВОНИЙ      СИНІЙ      ЖОВТИЙ ЗЕЛ+ПОЗНАЧКИ
.TXT 0 69 3 8
a3,7,5,19
ЧЕРВ+ПОЗНАЧКИ
.EQN 1 -66 16 62
&&dL1 [n,dL2 [n,dL3 [n,dL4 [n,dL5 [n,dL6 [n{-63,9,15,30,1111VV}@&&n□

```

## ЕТАП 2

### СМ2\_2

Вигляд комп'ютерної сторінки подано на рис. Д.2.3.



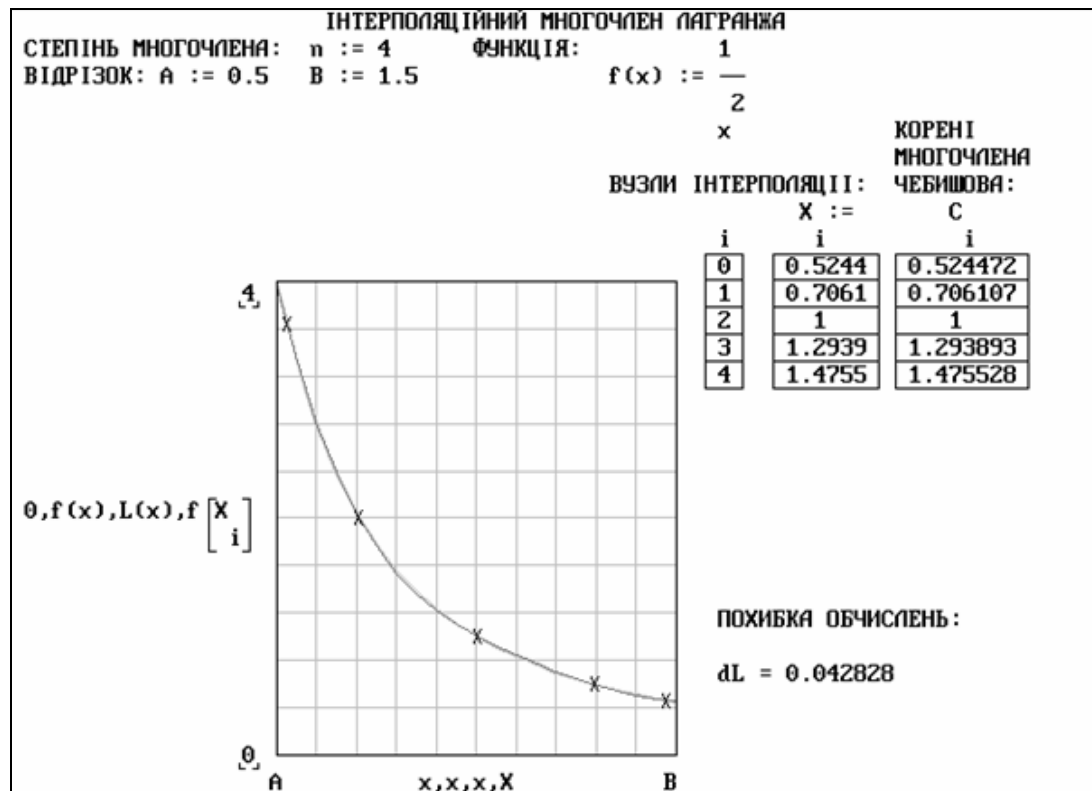


Рис. Д.2.3.

Вхідні дані задачі:

- $f(x)$  - функція, для якої здійснюється інтерполяція;
- $A, B$  - кінці відрізка, на якому досліджується інтерполяція (екстраполяція);
- $n$  - степінь інтерполяційного многочлена.

Результати, що видаються на екран:

- $dL = \max_{x \in [A, B]} |L(x) - f(x)|$  - похибка інтерполяції (екстраполяції);
- $C_i$ , де  $i = 0, 1, \dots, n$ , - значення коренів многочлена Чебишова степеня  $n+1$ .

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $X_i$ , де  $i = 0, 1, \dots, n$ , - вузли інтерполяції.

Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  на відрізку  $[A; B]$  (червона лінія);
- графік інтерполяційного многочлена  $L(x)$  на  $[A; B]$  (синя лінія);
- значення  $f(x)$  у вузлах інтерполяції на графіку (жовті хрестики).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 29
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
```

```

.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 78
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 22 1 37
a1,36,75,35
ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ МНОГОЧЛЕН ЛАГРАНЖА
.EQN 0 61 1 8
n:4□
.EQN 0 18 1 10
n1:20□
.TXT 1 -101 1 22
a1,21,78,20
СТЕПІНЬ МНОГОЧЛЕНА:
.EQN 0 21 1 8
n:4□
.TXT 0 12 1 11
a1,10,26,9
ФУНКЦІЯ:
.EQN 0 10 4 12
f(x):1/x^2□
.TXT 1 -43 1 12
a1,11,78,10
ВІДРІЗОК:
.EQN 0 10 1 10
A:0.5□
.EQN 0 11 1 10
B:1.5□
.EQN 1 78 1 12
i:0;n□
.EQN 0 20 1 12
k:0;n□
.EQN 0 20 3 12
h:(B-A)/n1□
.EQN 0 30 1 18
x:A,A+h;B□
.EQN 0 30 3 29
C[i:cos(y*(2*i+1)/(2*(n+1)))*(-1)□
.EQN 0 33 2 32
C[i:(C[i*(B-A)+B+A]*0.5)□
.TXT 1 -168 1 9
a1,8,14,7
КОРЕНІ
.TXT 1 0 1 13
a1,12,14,11
МНОГОЧЛЕНА
.TXT 1 -21 1 22
a1,21,78,20
ВУЗЛИ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ:
.TXT 0 21 1 12
a1,11,14,10
ЧЕБИШОВА:
.EQN 1 -9 7 10
X[i:0.5244,0.7061,1,1.2939,1.4755□
.EQN 0 9 7 12
C[i=□
.EQN 1 -14 6 5
i=□

```

```

.EQN 0 33 2 13
y[i:f(X[i]□
.EQN 0 14 9 41
L(z):i$(y[i*k#i f(i{56}□k, z-X[k,1) )/k#i f(i{56}□k, X[i-X[k,1) □
.EQN 0 54 2 9
m[0:0□
.EQN 0 9 1 13
j:0;n1□
.EQN 0 30 2 16
z1[j:A+j*h□
.EQN 0 20 2 15
f1[j:f(z1[j]□
.EQN 0 20 2 15
L1[j:L(z1[j]□
.EQN 0 21 2 45
m[(j+1):i f(|(f1[j-L1[j]>m[j, |(f1[j-L1[j], m[j]) □
.EQN 0 55 2 20
m[(n1+1)=?□
.EQN 0 18 2 13
dL:m[(n1+1)□
.EQN 2 -324 20 50
&&0, f(x), L(x), f(X[i]{10,10,18,30,111x}@B&A&x, x, x, X[i□
.TXT 12 51 1 21
a1,20,25,19
ПОХИБКА ОБЧИСЛЕНЬ:
.EQN 2 0 1 17
dL=?□

```

### Д.3. ІНТЕРПОЛЯЦІЙНА ФОРМУЛА НЬЮТОНА СМЗ

Вигляд комп'ютерної сторінки подано на рис. Д.3.1.

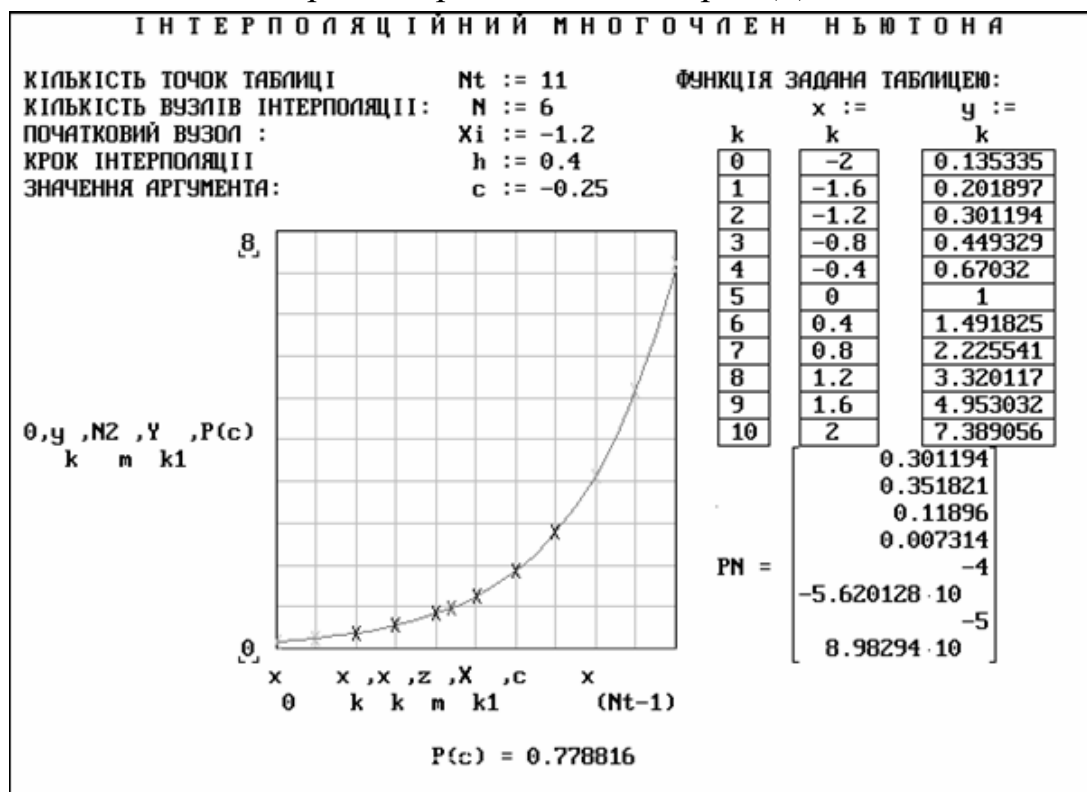


Рис. Д.3.1.

Вхідні дані задачі :

- $Nt$  - кількість точок таблиці;
- $x_k, y_k$ , де  $k = 0, 1, \dots, (Nt-1)$ , - таблиця значень функції;
- $c$  - точка, в якій обчислюється значення функції.

Результати, що видаються на екран:

- $PN$  - доданки формули Ньютона;
- $P(c)$  - значення інтерполяційного многочлена у заданій точці  $c$ .

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $N$  - кількість вузлів інтерполяції;
- $X_i$  - початковий вузол інтерполяції;
- $h$  - крок інтерполяції.

Графічна інформація:

- значення функції, задані таблицею (червоні хрестики);
- значення функції, використані для інтерполяції (жовті хрестики);
- графік інтерполяційного многочлена (синя лінія);
- значення інтерполяційного многочлена у точці  $c$  (зелений хрестик).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 29
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 78
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 8 1 69
a1,68,75,65
І Н Т Е Р П О Л Я Ц І Й Н И Й М Н О Г О Ч Л Е Н Н Ь Ю Т О Н А
.EQN 0 81 1 10
ng:20□
.TXT 2 -89 1 26
a1,25,78,24
КІЛЬКІСТЬ ТОЧОК ТАБЛИЦІ
.EQN 0 32 1 10
Nt:11□
.TXT 0 16 1 28
```

```

a1,27,74,26
ФУНКЦІЯ ЗАДАНА ТАБЛИЦЕЮ:
.EQN 0 41 1 14
N0:Nt-1□
.EQN 0 15 1 13
k:0;N0□
.TXT 1 -104 1 33
a1,32,78,31
КІЛЬКІСТЬ ВУЗЛІВ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ:
.EQN 0 33 1 8
N:6□
.EQN 0 24 13 8
x[k:-2,-1.6,-1.2,-0.8,-0.4,0,0.4,0.8,1.2,1.6,2]□
.EQN 0 9 13 12
y[
k:0.135335,0.201897,0.301194,0.449329,0.67032,1,1.491825,2.225541,3.320117,4.
953032,7.389056]□
.EQN 0 23 4 16
ht:(x[N0-x[0])/N0□
.TXT 1 -89 1 21
a1,20,78,19
ПОЧАТКОВИЙ ВУЗОЛ :
.EQN 0 32 1 12
Xi:-1.2□
.EQN 0 19 12 6
k=□
.TXT 1 -51 1 20
a1,19,78,18
КРОК ІНТЕРПОЛЯЦІЇ
.EQN 0 33 1 10
h:0.4□
.TXT 1 -33 1 22
a1,21,78,20
ЗНАЧЕННЯ АРГУМЕНТА:
.EQN 0 33 1 12
c:-0.25□
.EQN 1 56 4 29
k0:ceil((Xi-x[0])/ht-0.5)□
.EQN 0 30 3 22
nh:ceil(h/ht-0.5)□
.EQN 0 31 1 12
n:N-1□
.EQN 0 14 1 13
k1:0;n□
.EQN 0 31 2 18
X[k1:x[(k0+k1*nh)]□
.EQN 0 24 2 18
Y[k1:y[(k0+k1*nh)]□
.TXT 0 20 1 22
a1,21,78,20
finite differences
.EQN 0 66 2 11
Y[(n+1):1]□
.EQN 0 14 1 12
j:0;n□
.EQN 0 20 2 19
w[(1,j):Y[(j+1)]-Y[(j)]□
.EQN 0 35 1 12
i:1;n□
.EQN 0 25 1 16
j:0;n-1□
.EQN 0 35 2 25
w[(i+1,j):w[(i,j+1)]-w[(i,j)]□
.TXT 0 95 1 26

```

```

a1,25,78,24
coefficients of polinom
.EQN 0 54 4 13
q:(c-X[0]/h□
.EQN 0 21 1 12
i:1;n□
.EQN 0 15 1 16
j:0;n-1□
.EQN 0 20 2 11
PN[0:Y[0□
.EQN 0 20 6 38
PN[i:(w[(i,0)*j#if(j<i,(q-j),1))/i!□
.EQN 0 50 2 24
PN[i:if(i>n,0,PN[i)□
.EQN 0 37 1 12
i:0;n□
.EQN 0 23 4 18
P(c):i$PN[i□
.EQN 0 26 1 13
m:0;ng□
.EQN 0 14 2 9
A:x[0□
.EQN 0 14 2 10
B:x[N0□
.EQN 0 17 3 13
hg:(B-A)/20□
.EQN 0 19 2 16
z[m:A+hg*m□
.EQN 0 16 4 15
q[m:(z[m-X[0]/h□
.EQN 0 21 1 12
i:1;n□
.EQN 0 15 1 16
j:0;n-1□
.EQN 0 20 2 14
LN2[(0,m):Y[0□
.EQN 0 20 6 42
LN2[(i,m):(w[(i,0)*j#if(j<i,(q[m-j],1))/i!□
.EQN 0 50 2 30
LN2[(i,m):if(i>n,0,LN2[(i,m))□
.EQN 0 43 1 12
i:0;n□
.EQN 0 20 4 20
N2[m:i$LN2[(i,m)□
.EQN 0 24 2 13
g(m):N2[m□
.EQN 1 -1088 18 50
&&0,y[k,N2[m,Y[k1,P(c){10,10,16,30,lx1x}@x[(Nt-1)&x[0&x[k,x[k,z[m,X[k1,c□
.EQN 8 51 8 25
PN=?□
.EQN 11 -21 1 19
P(c)=?□
.EQN 15 1 1 35
0.109775-0.132087=?□

```

## Д.4. КУСКОВА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ. СПЛАЙНИ

### СМ4

Перша комп'ютерна сторінка призначається для наближення функції глобальним та кусковим інтерполяційними многочленами (рис. Д.4.1).

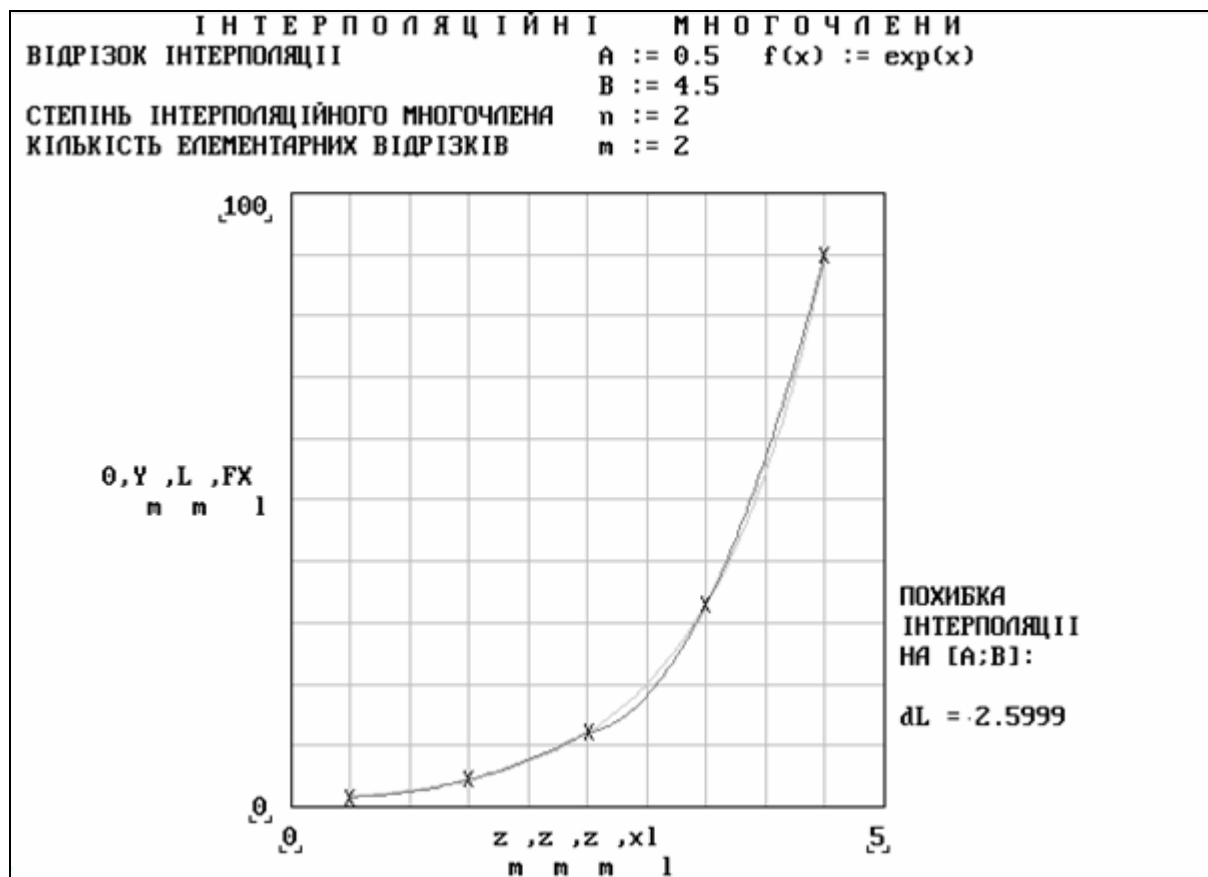


Рис. Д.4.1.

Друга комп'ютерна сторінка призначається для наближення функції сплайнами (рис. Д.4.2).

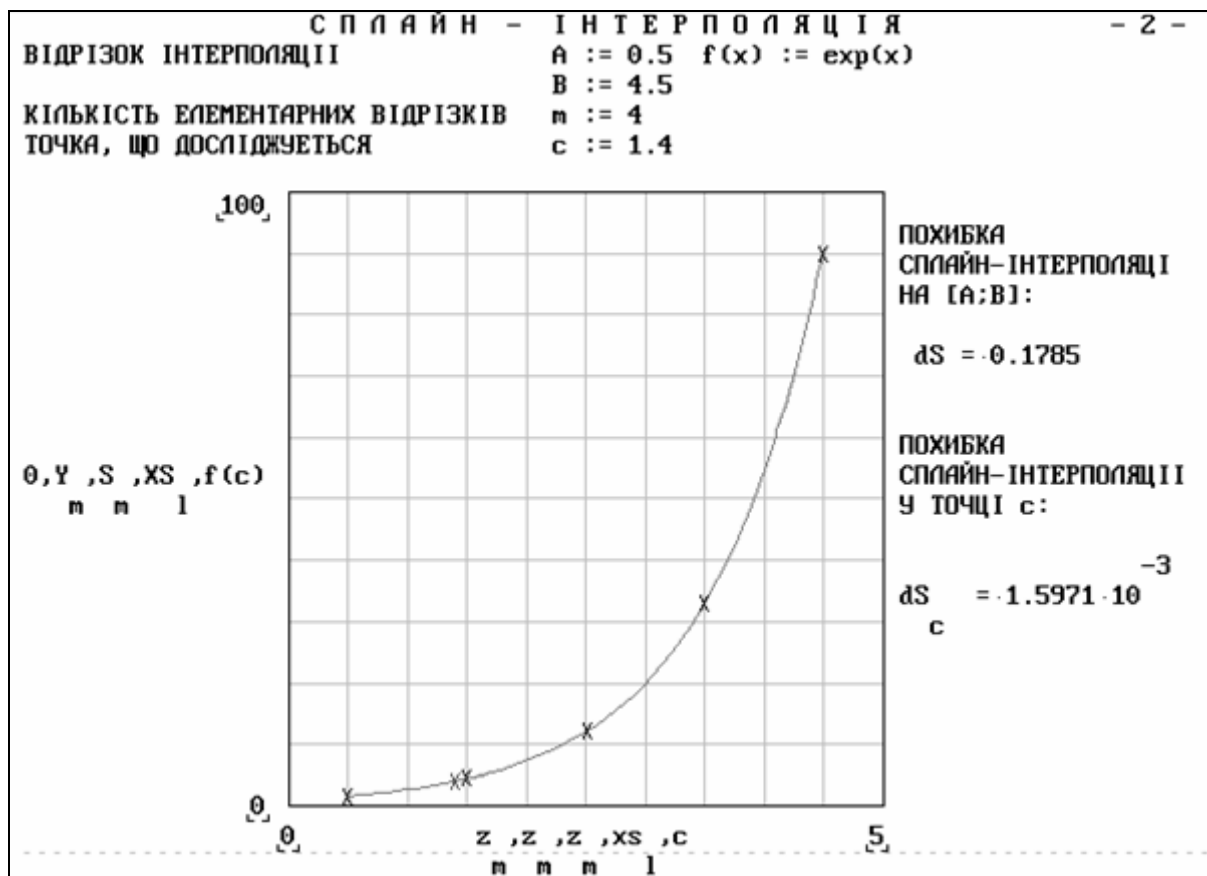


Рис. Д.4.2.

Вхідні дані задачі

- $A, B$  - кінці відрізка інтерполяції;
- $f(x)$  - функція, для якої здійснюється інтерполяція.

Результати, що видаються на екран:

- $dL = \max_{x \in [A;B]} |f(x) - L(x)|$  - похибка наближення функції  $f(x)$  кусковим інтерполяційним многочленом  $L(x)$  на відрізку  $[A;B]$ .
- $dS = \max_{x \in [A;B]} |f(x) - S(x)|$  - похибка наближення функції  $f(x)$  сплайном  $S(x)$  на відрізку  $[A;B]$ ;
- $dS_c = |f(c) - S(c)|$  - похибка наближення функції  $f(x)$  сплайном  $S(x)$  у точці  $c$ ;

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $m$  - кількість елементарних відрізків для кускової інтерполяції;
- $n$  - степінь інтерполяційного многочлена;
- $c$  - точка, у якій обчислюється похибка інтерполяції.



### Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (червона лінія);
- графік наближаючої функції (синя лінія);
- значення  $f(x)$  у вузлах інтерполяції (жовті хрестики);
- значення  $f(x)$  у точці  $c$  (зелений хрестик).

### Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD

```
.MCD 25000 29
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 78
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 11 1 55
a1,54,75,53
І Н Т Е Р П О Л Я Ц І Й Н І      М Н О Г О Ч Л Е Н И
.TXT 1 -11 1 24
a1,23,78,22
ВІДРІЗОК ІНТЕРПОЛЯЦІЇ
.EQN 0 38 1 10
A:0.5□
.EQN 0 11 1 16
f(x):exp(x)□
.EQN 1 -11 1 10
B:4.5□
.TXT 1 -38 1 38
a1,37,78,36
СТЕПІНЬ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО МНОГОЧЛЕНА
.EQN 0 38 1 8
n:2□
.TXT 1 -38 1 36
a1,35,78,34
КІЛЬКІСТЬ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ВІДРІЗКІВ
.EQN 0 38 1 8
m:2□
.EQN 0 42 1 9
nk:m□
.EQN 0 10 1 11
n1:100□
.TXT 0 12 1 23
a1,22,78,21
number of plot units
.EQN 0 26 1 45
n1:if(2*nk*(n+1)>n1,2*(n+1)*nk,n1)□
.EQN 0 61 6 15
lk:(B-A)/nk□
.EQN 0 19 4 15
jk:1;nk□
.EQN 0 21 2 24
a[jk:A+lk*(jk-1)□
.EQN 0 30 2 17
```

```

b[jk]:a[jk+l*k]
.EQN 0 40 1 12
i:0;n
.EQN 0 14 1 12
k:0;n
.EQN 0 61 4 28
X(i,jk):(b[jk]-a[jk])/n*i+a[jk]
.EQN 0 31 2 19
y(i,jk):f(X(i,jk))
.EQN 0 29 9 51
LL(z,jk):i$(y(i,jk)*k#i{56}k,z-X(k,jk),1)/k#i{56}k,X(i,jk)-X(
(k,jk),1)
.EQN 0 82 2 9
v[0:0
.EQN 0 9 1 13
j:0;n1
.EQN 0 15 3 12
h:(B-A)/n1
.EQN 0 15 2 15
z[j:A+j*h
.EQN 0 20 2 13
Y[j:f(z[j)
.EQN 0 15 3 45
L[j:LL(z[j,i{56}n1,floor(j/n1*nk+1),nk))
.EQN 0 69 2 41
v[(j+1):i(|(Y[j-L[j]>v[j,|(Y[j-L[j],v[j)
.EQN 0 55 2 20
v[(n1+1)=?
.EQN 0 33 2 13
dL:v[(n1+1)
.EQN 0 26 1 13
m:0;n1
.EQN 0 24 1 21
l:1;(n+1)*nk
.EQN 0 30 2 20
FX(i*nk+jk):y(i,jk)
.EQN 0 48 2 24
xl(i*nk+jk):X(i,jk)
.EQN 2 -870 23 54
&&0,Y[m,L[m,FX[l{10,10,21,40,111x}@&&z[m,z[m,z[m,xl[l
.TXT 13 53 1 10
a1,9,19,8
ПОХИВКА
.TXT 1 0 1 15
a1,14,19,13
ІНТЕРПОЛЯЦІІ
.TXT 1 0 1 12
a1,11,19,10
НА [A;B]:
.EQN 2 0 1 15
dL={18980}?
.TXT 7 -39 1 42
a1,41,68,40
С П Л А Й Н - І Н Т Е Р П О Л Я Ц І Я
.TXT 0 53 1 8
a1,7,6,6
- 2 -
.TXT 1 -72 1 24
a1,23,78,22
ВІДРІЗОК ІНТЕРПОЛЯЦІІ
.EQN 0 35 1 10
A:0.5
.EQN 0 10 1 16
f(x):exp(x)

```

```

.EQN 1 -10 1 10
B:4.5□
.TXT 1 -35 1 36
a1,35,78,34
КІЛЬКІСТЬ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ВІДРІЗКІВ
.EQN 0 35 1 8
m:4□
.EQN 0 54 1 9
ns:m□
.EQN 0 15 1 10
ng:50□
.TXT 0 12 1 23
a1,22,78,21
number of plot units
.EQN 0 26 1 29
ng:if(2*ns>ng,2*ns,ng)□
.TXT 1 -142 1 27
a1,26,78,25
ТОЧКА, ЩО ДОСЛІДЖУЄТЬСЯ
.EQN 0 35 1 10
c:1.4□
.EQN 0 114 3 13
hs:(B-A)/ns□
.EQN 0 24 3 13
hg:(B-A)/ng□
.EQN 0 21 1 13
i:0;ns□
.EQN 0 18 2 17
xs[i:A+hs*i□
.EQN 0 26 2 20
ys[i:f(A+i*hs)□
.EQN 0 35 3 15
C[0:A"f(A)□
.EQN 0 30 3 16
C[(ns):B"f(B)□
.EQN 0 20 2 9
V[0:0□
.EQN 0 20 2 10
W[0:C[0□
.EQN 0 33 1 17
i:1;ns-1□
.EQN 0 22 4 17
V[i:1/(-V[(i-1)-4])□
.EQN 0 20 7 31
W[i:(-3*(ys[(i+1)-ys[(i-1)])/(hs)+W[(i-1)]/(-V[(i-1)-4])□
.EQN 0 50 1 17
i:ns-1;1□
.EQN 0 20 2 20
C[i:V[(i)*C[(i+1)+W[(i)□
.EQN 0 29 1 13
j:0;ng□
.EQN 0 17 2 16
z[j:A+j*hg□
.EQN 0 18 4 22
is[j:floor((z[j]-A)/hs)□
.EQN 0 27 2 16
is[ng:ns-1□
.EQN 0 19 6 177
S[j:ys[(is[j])/hs^3*(xs[(is[j+1)]-z[j])^2*(2*(z[j]-xs[(is[j]))+hs)+ys[(is[
j+1])/hs^3*(z[j]-xs[(is[j]))^2*(2*(xs[(is[j+1)]-z[j])+hs)+(xs[(is[j+
1)]-z[j])^2*(z[j]-xs[(is[j]))*(C[(is[j])/hs^2)+(z[j]-xs[(is[j])^2*(z[j]-xs[(is[
j+1)])*(C[(is[j+1])/hs^2)□
.EQN 0 193 1 13
l:0;ns□

```

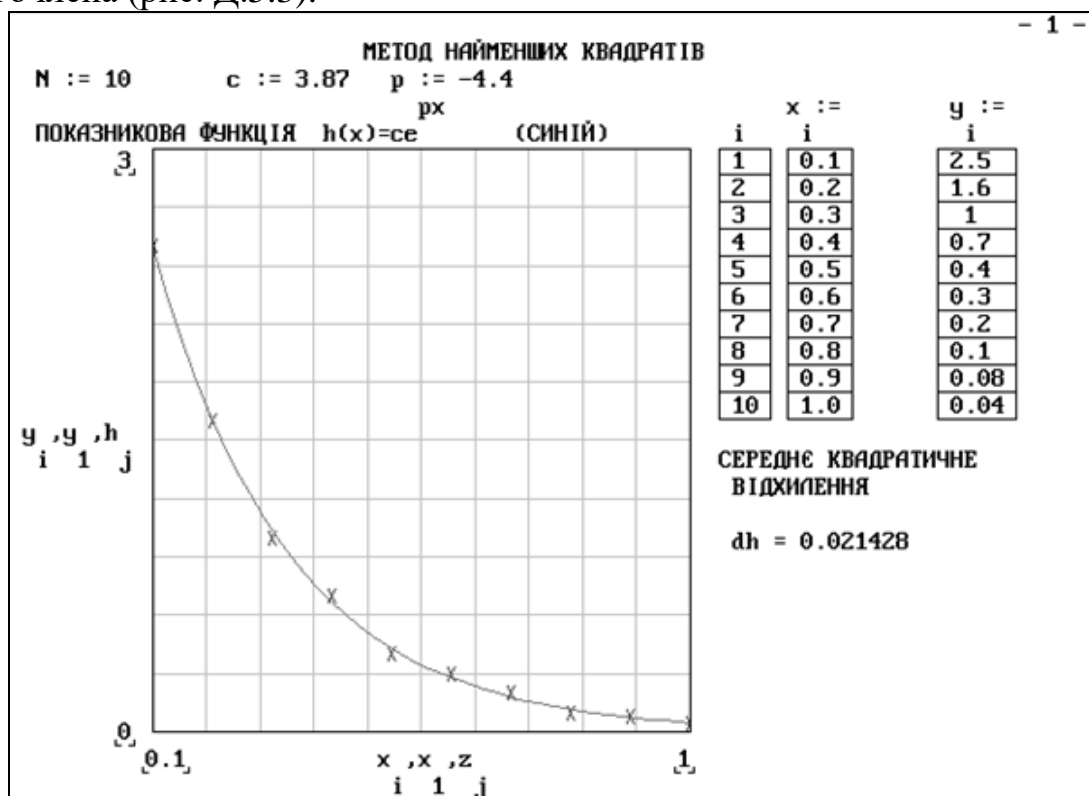
```

.TXT 0 15 1 15
a1,14,78,13
(for graph).
.EQN 0 290 1 13
m:0;ng□
.EQN 0 19 2 16
z[m:A+hg*m□
.TXT 0 215 1 23
a1,22,78,21
Graph data preparing
.EQN 0 50 1 13
l:0;ns□
.EQN 0 22 1 13
m:0;ng□
.EQN 0 24 2 13
Y[m:f(z[m]□
.EQN 0 20 2 15
XS[l:f(xs[l]□
.TXT 0 45 1 22
a1,21,78,19
РОЗРАХУНКИ ПОХИБОК
.EQN 0 30 1 13
j:0;ng□
.EQN 0 124 2 9
p[0:0□
.EQN 0 19 2 41
p[(j+1):if(|(Y[j-S[j]>p[j,|(Y[j-S[j],p[j]□
.EQN 0 61 2 13
dS:p[(ng+1)□
.EQN 2 -1725 23 59
&&0,Y[m,S[m,XS[l,f(c){10,10,21,40,111xx}@@&z[m,z[m,z[m,xs[l,c□
.TXT 1 58 1 10
a1,9,19,8
ПОХИБКА
.TXT 1 0 2 21
a2,20,19,29
СПЛІЙН-ІНТЕРПОЛЯЦІ
НА [A;B]:
.EQN 3 1 1 15
dS={18980}?□
.TXT 3 -1 3 22
a3,21,19,41
ПОХИБКА
СПЛІЙН-ІНТЕРПОЛЯЦІІ
У ТОЧЦІ c:
.TXT 1 31 1 35
a1,34,78,33
mistakes calculation for point c
.EQN 0 47 3 20
ic:floor((c-A)/hs)□
.EQN 0 24 5 158
S.c:ys[(ic)/hs^3*(xs[(ic+1)-c]^2*(2*(c-xs[(ic))+hs)+ys[(ic+1)/hs^3*(c-xs[
(ic)]^2*(2*(xs[(ic+1)-c)+hs)+(xs[(ic+1)-c]^2*(c-xs[(ic))*C
[(ic)/hs^2)+(c-xs[(ic)]^2*(c-xs[(ic+1))*C[(ic+1)/hs^2)□
.EQN 0 189 2 24
dS.c:|(S.c-f(c))□
.EQN 3 -291 3 22
dS.c={18980}?□

```

## Д.5. МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ СМ5

Перша комп'ютерна сторінка дає можливість підібрати параметри функції, яка використовується для апроксимації (рис. Д.5.1). Друга комп'ютерна сторінка забезпечує обчислення середнього квадратичного відхилення при апроксимації різними функціями (рис. Д.5.2). Третя комп'ютерна сторінка забезпечує побудову графіка інтерполяційного многочлена (рис. Д.5.3).



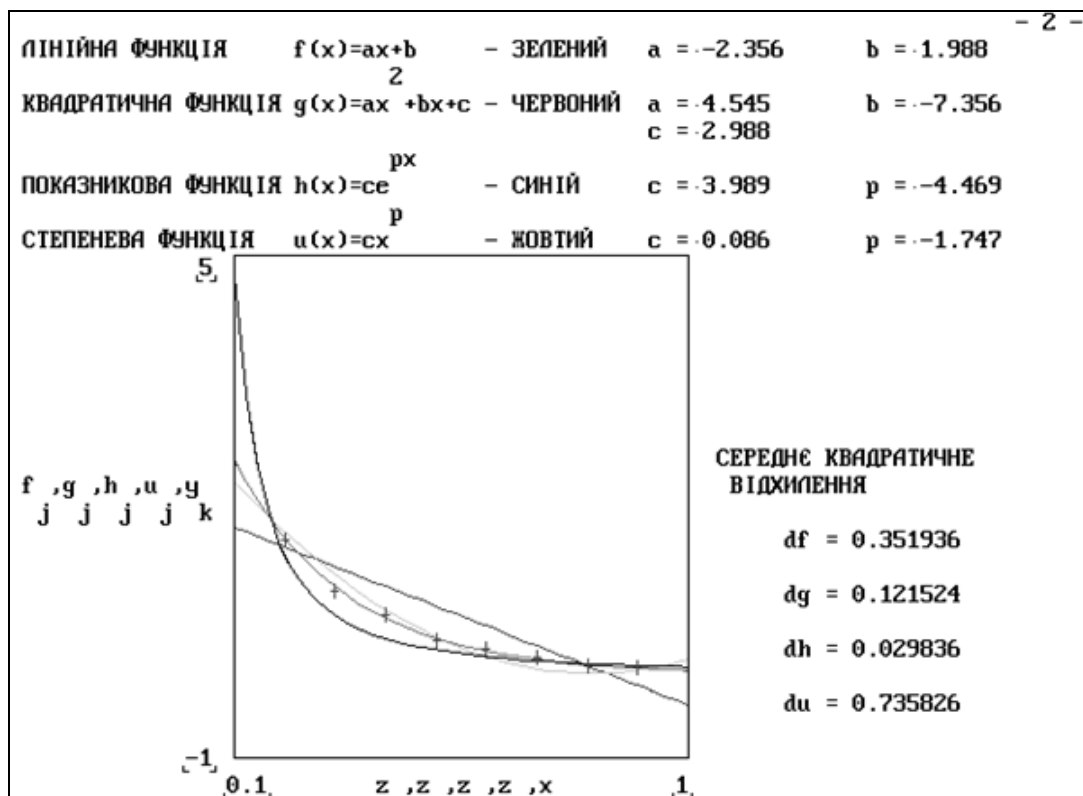


Рис. Д.5.2.

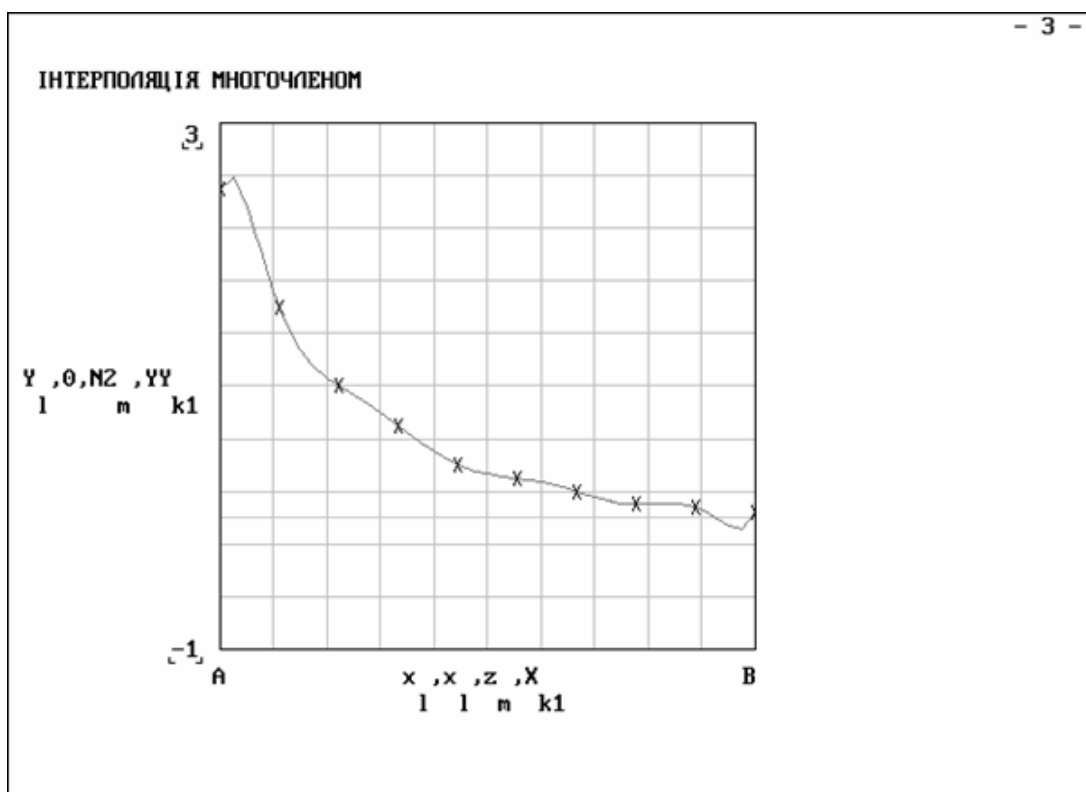


Рис. Д.5.3.

Вхідні дані задачі:

- $x_i, y_i$  - табличні дані;
- $N$  - кількість даних у таблиці.

Результати, що видаються на екран:

- $a, b, c, p$  - параметри функцій, розраховані за методом найменших квадратів (друга комп'ютерна сторінка);
- $df$  - середнє квадратичне відхилення при апроксимації лінійною функцією  $f(x) = ax + b$ ;
- $dq$  - середнє квадратичне відхилення при апроксимації квадратичною функцією  $q(x) = ax^2 + bx + c$ ;
- $dh$  - середнє квадратичне відхилення при апроксимації показниковою функцією  $h(x) = c \exp(px)$ ;
- $du$  - середнє квадратичне відхилення при апроксимації степеневою функцією  $u(x) = cx^p$ .

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $c, p$  - параметри функції  $h(x) = c \exp(px)$  (перша комп'ютерна сторінка).

Графічна інформація:

- графіки апроксимуючих функцій:
  - $f(x) = ax + b$  - зелена лінія,
  - $q(x) = ax^2 + bx + c$  - червона лінія,
  - $h(x) = c \exp(px)$  - синя лінія,
  - $u(x) = cx^p$  - жовта лінія;
- положення вхідних даних на графіку (зелені хрестики);

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 0
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 78
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 72 1 9
```

```

a1,8,6,7
- 1 -
.EQN 0 23 1 10
Ng:40□
.TXT 1 -70 1 28
a1,27,62,26
МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ
.EQN 1 -24 1 9
N:10□
.EQN 0 14 1 11
c:3.87□
.EQN 0 12 1 11
p:-4.4□
.EQN 0 68 1 12
i:1;N□
.EQN 0 14 1 13
j:1;Ng□
.EQN 0 18 1 12
k:1;N□
.TXT 1 -98 1 5
a1,4,40,3
px
.EQN 0 27 12 7
x[i:0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1.0□
.EQN 0 11 12 8
y[i:2.5,1.6,1,0.7,0.4,0.3,0.2,0.1,0.08,0.04□
.EQN 0 13 12 13
c*exp(p*x[i]=□
.EQN 0 15 4 28
z[j:x[1+(x[N-x[1)/(Ng-1)*(j-1)□
.EQN 0 34 2 19
h[j:c*exp(p*z[j]□
.TXT 1 -128 1 45
a1,44,77,43
ПОКАЗНИКОВА ФУНКЦІЯ h(x)=ce (СИНІЙ)
.EQN 0 50 11 6
i=□
.EQN 1 -51 24 51
&&y[i,y[1,h[j{10,10,22,40,x11}@&&x[i,x[1,z[j□
.EQN 5 119 2 19
h[k:c*exp(p*x[k]□
.EQN 0 24 4 23
dh:k$(y[k-h[k]^2□
.EQN 0 25 4 11
dh:\(dh/N)□
.TXT 6 -117 2 23
a2,22,30,33
СЕРЕДНЕ КВАДРАТИЧНЕ□
ВІДХИЛЕННЯ
.EQN 0 28 12 12
h[k=□
.EQN 3 -27 1 17
dh=?□
.TXT 10 21 1 8
a1,7,5,6
- 2 -
.EQN 0 18 1 8
a:1□
.EQN 0 12 1 8
b:2□
.EQN 0 12 1 8
c:2□
.EQN 0 8 1 12
i:1;N□

```



```

.EQN 0 15 1 12
k:1;N□
.EQN 0 21 4 18
M.x:1/N*k$х[k□
.EQN 0 18 4 19
M.2x:1/N*k$х[k^2□
.EQN 0 20 4 24
M.xy:1/N*k$(y[k*x[k]□
.EQN 0 25 4 18
M.y:1/N*k$y[k□
.EQN 0 19 4 19
M.3x:1/N*k$х[k^3□
.EQN 0 19 4 19
M.4x:1/N*k$х[k^4□
.EQN 0 19 4 25
M.2xy:1/N*k$(y[k*x[k^2]□
.TXT 0 40 1 9
a1,8,78,7
linear
.EQN 0 22 1 7
given□
.EQN 0 9 2 23
M.2x*a+M.x*b$M.xy□
.EQN 0 25 2 17
M.x*a+b$M.y□
.EQN 0 17 1 16
R:find(a,b)□
.EQN 0 16 2 9
a:R[0□
.EQN 0 10 2 9
b:R[1□
.EQN 0 10 2 16
F[i:a*x[i+b□
.EQN 0 21 2 16
f[j:a*z[j+b□
.TXT 1 -449 1 46
a1,45,77,44
ЛІНІЙНА ФУНКЦІЯ      f(x)=ax+b      - ЗЕЛЕНИЙ
.EQN 0 46 1 14
a={18979}?□
.EQN 0 16 1 13
b={18979}?□
.TXT 0 405 1 9
a1,8,78,7
square
.EQN 0 12 1 7
given□
.EQN 0 7 2 34
M.4x*a+M.3x*b+M.2x*c$M.2xy□
.EQN 0 34 2 32
M.3x*a+M.2x*b+M.x*c$M.xy□
.EQN 0 34 2 26
M.2x*a+M.x*b+c$M.y□
.EQN 0 27 1 18
R:find(a,b,c)□
.EQN 0 19 2 9
a:R[0□
.EQN 0 10 2 9
b:R[1□
.EQN 0 10 2 9
c:R[2□
.EQN 0 9 3 23
G[i:a*x[i^2+b*x[i+c□
.EQN 0 24 3 23

```

```

g[j:a*z[j^2+b*z[j+c
.TXT 1 -626 1 4
a1,3,47,2
2
.TXT 1 -27 1 47
a1,46,77,45
КВАДРАТИЧНА ФУНКЦІЯ g(x)=ax +bx+c - ЧЕРВОНИЙ
.EQN 0 46 1 13
a={18979}?
.EQN 0 16 1 14
b={18979}?
.EQN 1 -16 1 13
c={18979}?
.TXT 0 633 1 13
a1,12,78,11
exponetial
.EQN 0 12 4 26
M.xy:1/N*k$ln(y[k)*x[k
.EQN 0 29 4 22
M.y:1/N*k$ln(y[k)
.EQN 0 25 1 7
given
.EQN 0 8 2 23
M.2x*a+M.x*b$M.xy
.EQN 0 24 2 17
M.x*a+b$M.y
.EQN 0 17 1 16
R:find(a,b)
.EQN 0 17 2 9
a:R[0
.EQN 0 10 2 9
b:R[1
.EQN 0 8 2 24
H[i:exp(b)*exp(a*x[i)
.EQN 0 26 1 8
p:a
.EQN 0 8 1 13
c:exp(b)
.EQN 0 12 2 24
h[j:exp(b)*exp(a*z[j)
.TXT 1 -848 1 5
a1,4,40,3
px
.TXT 1 -27 1 44
a1,43,77,42
ПОКАЗНИКОВА ФУНКЦІЯ h(x)=ce - СИНИЙ
.EQN 0 46 1 13
c={18979}?
.EQN 0 16 1 14
p={18979}?
.TXT 0 841 1 8
a1,7,78,6
power
.EQN 0 6 7 27
M.2x:1/N*k$(log(x[k])^2
.EQN 0 29 7 23
M.x:1/N*k$log(x[k)
.EQN 0 24 4 23
M.y:1/N*k$log(y[k)
.EQN 0 26 7 32
M.xy:1/N*k$log(x[k]*log(y[k)
.EQN 0 34 1 7
given
.EQN 0 9 2 23

```

```

M.2x*a+M.x*bÿM.xy
.EQN 0 25 2 17
M.x*a+bÿM.y
.EQN 0 18 1 16
R:find(a,b)
.EQN 0 18 2 9
a:R[0
.EQN 0 11 2 9
b:R[1
.EQN 0 11 3 14
U[i:10^b*x[i^a
.EQN 0 16 2 10
c:10^b
.EQN 0 11 1 8
p:a
.EQN 0 8 3 14
u[j:10^b*z[j^a
.TXT 0 20 1 9
a1,8,78,7
errors
.EQN 0 8 4 23
df:k$(y[k-F[k]^2
.EQN 0 24 4 23
dg:k$(y[k-G[k]^2
.EQN 0 28 4 23
dh:k$(y[k-H[k]^2
.EQN 0 30 4 23
du:k$(y[k-U[k]^2
.EQN 0 26 4 11
df:\(df/N)
.EQN 0 15 4 11
dg:\(dg/N)
.EQN 0 18 4 11
dh:\(dh/N)
.EQN 0 21 4 13
du:\(du/N)
.TXT 1 -1312 1 4
a1,3,45,2
p
.TXT 1 -27 1 45
a1,44,77,43
СТЕПЕНЕВА ФУНКЦІЯ u(x)=cx - ЖОВТИЙ
.EQN 0 46 1 13
c={18979}?
.EQN 0 16 1 14
p={18979}?
.EQN 1 -62 21 51
&&f[j,g[j,h[j,u[j,y[k{1,1,19,34,1111p}&&z[j,z[j,z[j,z[j,x[k
.EQN 5 927 4 11
x=?
.TXT 2 -876 2 23
a2,22,30,33
СЕРЕДНЕ КВАДРАТИЧНЕ
ВІДХИЛЕННЯ
.EQN 2 583 1 22
exp(-5)=?
.EQN 1 -578 1 17
df=?
.EQN 2 0 1 17
dg=?
.EQN 2 0 1 17
dh=?
.EQN 2 0 1 17
du=?

```

```

.EQN 0 33 1 9
N0:9□
.EQN 0 23 1 9
N:10□
.EQN 0 13 1 8
k:0□
.EQN 0 20 1 13
l:0;N0□
.EQN 0 21 2 12
Y[l:y[(l+1)□
.EQN 0 17 2 12
x[l:x[(l+1)□
.EQN 1 -94 2 9
A:x[0□
.EQN 0 10 2 10
B:x[N0□
.EQN 0 15 3 12
h:(B-A)/N0□
.EQN 0 18 3 13
hg:(B-A)/40□
.EQN 3 -28 1 12
n:N-1□
.EQN 0 16 1 20
i:k+1;k+N□
.EQN 0 21 2 16
x[i:x[(i-1)+h□
.EQN 0 40 2 10
Y[11:1□
.EQN 0 14 1 12
j:0;n□
.EQN 0 20 2 23
y[(1,j):y[(j+1+k)-y[(j+k)□
.EQN 0 35 1 12
i:1;n□
.EQN 0 25 1 16
j:0;n-1□
.EQN 0 35 2 25
y[(i+1,j):y[(i,j+1)-y[(i,j)□
.TXT 2 -237 1 8
a1,7,5,6
- 3 -
.TXT 2 -72 1 27
a1,26,77,25
ИНТЕРПОЛЯЦИЯ МНОГОЧЛЕНОМ
.EQN 0 88 1 21
k1:k;k+N-1□
.EQN 0 26 2 12
X[k1:x[k1□
.EQN 0 24 2 13
YY[k1:Y[k1□
.EQN 1 20 4 13
q:(c-x[k]/h□
.EQN 0 21 1 12
i:1;n□
.EQN 0 15 1 16
j:0;n-1□
.EQN 0 20 2 11
LN[0:Y[k□
.EQN 0 20 6 38
LN[i:(y[(i,0)*j#if(j<i,(q-j),1))/i!□
.EQN 0 50 2 35
LN[i:if(k+i>(N0+0),0,LN[i]□
.EQN 0 37 1 12
i:0;n□

```

```

.EQN 0 23 4 19
N1(c):i$LN[i]
.EQN 0 26 1 13
m:0;40
.EQN 0 19 2 16
z[m:A+hg*m]
.EQN 0 16 4 15
q[m:(z[m-x[k]/h]
.EQN 0 21 1 12
i:1;n]
.EQN 0 15 1 16
j:0;n-1]
.EQN 0 20 2 14
LN2[(0,m):Y[k]
.EQN 0 20 6 42
LN2[(i,m):(y[(i,0)*j#if(j<i,(q[m-j],1))/i!
.EQN 0 50 2 41
LN2[(i,m):if(k+i>(N0+0),0,LN2[(i,m))]
.EQN 0 43 1 12
i:0;n]
.EQN 0 20 4 20
N2[m:i$LN2[(i,m)]
.EQN 0 24 2 13
g(m):N2[m]
.EQN 1 -619 22 56
&&Y[1,0,N2[m,YY[k1{10,10,20,40,x11x}@B&A&x[1,x[1,z[m,X[k1]
.EQN 34 31 1 35
0.109775-0.132087=?]

```

## Д.6. ФОРМУЛИ НЬЮТОНА - КОТЕСА

### СМ6

Вигляд першої та другої комп'ютерних сторінок подано на рис. Д.6.1 та Д.6.2, відповідно.

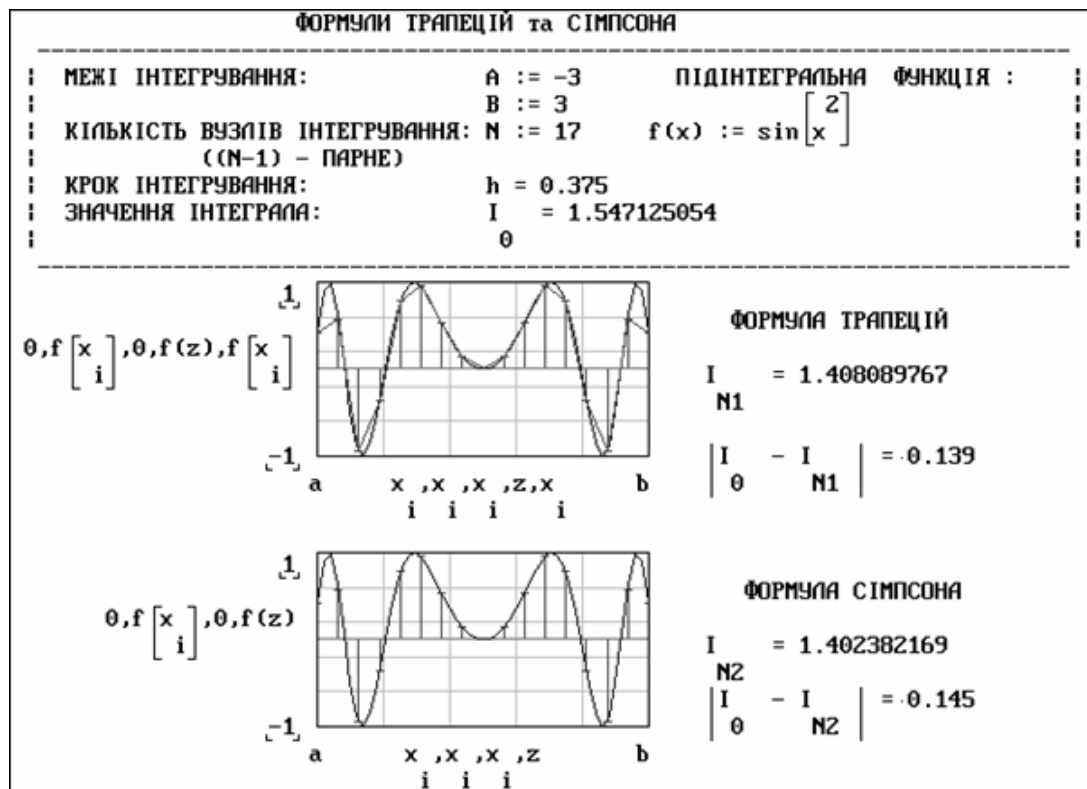


Рис. Д.6.1.

ФОРМУЛИ НЬЮТОНА-КОТЕСА РІЗНОГО ПОРЯДКУ ТОЧНОСТІ			
МЕЖІ ІНТЕГРУВАННЯ:	A := 0.5	ПІДІНТЕГРАЛЬНА ФУНКЦІЯ :	
	B := 2.5	f(x) := exp(x)	
КІЛЬКІСТЬ ВУЗЛІВ ІНТЕГРУВАННЯ:	N := 9		
	(N-1) - КРАТНЕ 8		
КРОК ІНТЕГРУВАННЯ:	h = 0.25		
ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛА:	I = .10.53377269000334		
	0		
СТЕПІНЬ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО МНОГОЧЛЕНА	НАБЛИЖЕНЕ ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛА	$ I_0 - I $	
0 (ФОРМУЛА ЛІВИХ ПРЯМОКУТНИКІВ)	I <sub>N0</sub> = 9.271857439	$ I_0 - I_{N0}  = 1.262$	
1 (ФОРМУЛА ТРАПЕЦІЙ)	I <sub>N1</sub> = 10.588579025	$ I_0 - I_{N1}  = 0.055$	
2 (ФОРМУЛА СІМПСОНА)	I <sub>N2</sub> = .10.5339995977	$ I_0 - I_{N2}  = 2.269 \cdot 10^{-4}$	
4	I <sub>N4</sub> = .10.53377795888084	$ I_0 - I_{N4}  = 5.269 \cdot 10^{-6}$	
8	I <sub>N8</sub> = .10.53377269552563	$ I_0 - I_{N8}  = 5.522 \cdot 10^{-9}$	

Рис. Д.6.2.

Вхідні дані задачі:

- $f(x)$  - підінтегральна функція;
- $A, B$  - межі інтегрування.

Результати, що видаються на екран:

- $I_0$  - значення інтеграла (усі цифри правильні);
- $I_{N0}$  - значення інтеграла, обчислене за формулою Ньютона-Котеса з використанням інтерполяційного многочлена 0-го степеня (формула лівих прямокутників);
- $I_{N1}$  - значення інтеграла, обчислене за формулою Ньютона-Котеса з використанням інтерполяційного многочлена 1-го степеня (формула трапецій);
- $I_{N2}$  - значення інтеграла, обчислене за формулою Ньютона-Котеса з використанням інтерполяційного многочлена 2-го степеня (формула парабол, або Сімпсона);
- $I_{N4}$  - значення інтеграла, обчислене за формулою Ньютона-Котеса з використанням інтерполяційного многочлена 4-го степеня;

- $I_{N8}$  - значення інтеграла, обчислене за формулою Ньютона-Котеса з використанням інтерполяційного многочлена 8-го степеня;
- $|I_0 - I|$  - похибки обчислення інтеграла кожним з методів.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $N$  - кількість вузлів інтерполяції.

Примітка: параметр  $N$  має набувати таких значень, для яких можна побудувати прості чи складені квадратурні формули Ньютона-Котеса заданих типів.

Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (жовта лінія);
- значення функції у вузлових точках (зелені позначки);
- вісь абсцис (синя лінія).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 29
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=9 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 78
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 19 1 31
a1,30,58,30
  ФОРМУЛИ ТРАПЕЦІЙ та СІМПСОНА
.EQN 0 72 1 10
NO:50□
.EQN 0 18 2 14
TOL:10^-13□
.TXT 1 -109 1 80
a1,79,78,78
-----
-
.TXT 1 0 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 3 1 21
a1,20,67,19
МЕЖІ ІНТЕГРУВАННЯ:
.EQN 0 31 1 9
A:-1□
.TXT 0 14 1 19
a1,18,57,16
ПІДІНТЕГРАЛЬНА
.TXT 0 16 1 12
a1,11,50,10
ФУНКЦІЯ :
.TXT 0 13 1 4
a1,3,78,2
```

```

|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 34 1 8
B:1□
.EQN 0 12 2 17
f(x):sin(x^2)□
.TXT 0 31 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 13 1 8
a:A□
.EQN 0 9 1 8
b:B□
.TXT 1 -99 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 3 1 33
a1,32,72,31
КІЛЬКІСТЬ ВУЗЛІВ ІНТЕГРУВАННЯ:
.EQN 0 31 1 8
N:5□
.TXT 0 43 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 13 1 18
a1,17,30,16
((N-1) - ПАРНЕ)
.TXT 0 64 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 13 1 12
N:N-1□
.EQN 0 19 3 12
h:(b-a)/N□
.TXT 1 -109 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 3 1 21
a1,20,74,19
КРОК ІНТЕГРУВАННЯ:
.EQN 0 31 1 11
h=?□
.TXT 0 43 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 51 1 12
i:0;N□
.EQN 0 25 3 13
hg:(b-a)/N0□
.EQN 0 19 1 19
z:a,a+hg;b□
.EQN 0 27 3 20
I.0:(a&b`f(x)&x)□
.TXT 1 -199 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 3 1 22
a1,21,74,20
ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛА:

```



```
.EQN 0 31 2 21
I.0=?□
.TXT 0 43 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 51 2 15
x[i:a+h*i□
.TXT 1 -128 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 80
a1,79,78,78
```

```
-----
-
.EQN 1 0 9 48
&&0,f(x[i],0,f(z),f(x[i]{5,5,7,25,e1111}@b&a&x[i,x[i,x[i,z,x[i□
.EQN 0 91 1 16
i:1;N-1□
.EQN 0 21 4 38
I.N1:h*((f(a)+f(b))/2+i*f(x[i]))□
.TXT 1 -60 1 19
a1,18,34,17
ФОРМУЛА ТРАПЕЦІЙ
.EQN 2 -2 2 22
I.N1=?□
.EQN 3 0 2 24
|(I.0-I.N1)={18979}?□
.EQN 3 41 1 12
i:0;N□
.EQN 1 -85 9 42
&&0,f(x[i],0,f(z){5,5,7,25,e1111}@b&a&x[i,x[i,x[i,z□
.EQN 0 85 1 18
i:1,3;N-1□
.EQN 0 25 1 18
j:2,4;N-1□
.TXT 1 -63 1 19
a1,18,34,17
ФОРМУЛА СІМПСОНА
.EQN 1 37 4 42
I.N2:h/3*((f(a)+f(b))+4*i*f(x[i]))□
.EQN 0 69 4 50
I.N2:if((N>2),I.N2+h/3*(2*j*f(x[j])),I.N2)□
.EQN 1 -109 2 22
I.N2=?□
.EQN 2 0 2 23
|(I.0-I.N2)={18979}?□
.TXT 5 21 1 8
a1,7,7,6
- 2 -
.TXT 1 -60 1 53
a1,52,71,48
ФОРМУЛИ НЬЮТОНА-КОТЕСА РІЗНОГО ПОРЯДКУ ТОЧНОСТІ
.TXT 1 -11 1 80
a1,79,78,78
```

```
-----
-
.TXT 1 0 1 23
a1,22,67,21
| МЕЖІ ІНТЕГРУВАННЯ:
.EQN 0 33 1 10
A:0.5□
```

```

.TXT 0 14 1 17
a1,16,57,15
ПІДІНТЕГРАЛЬНА
.TXT 0 16 1 12
a1,11,50,10
ФУНКЦІЯ :
.TXT 0 14 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,67,2
|
.EQN 0 33 1 10
B:2.5□
.EQN 0 13 1 16
f(x):exp(x)□
.TXT 0 31 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 12 1 8
a:A□
.EQN 0 10 1 8
b:B□
.TXT 1 -99 1 35
a1,34,72,33
| КІЛЬКІСТЬ ВУЗЛІВ ІНТЕГРУВАННЯ:
.EQN 0 33 1 8
N:9□
.TXT 0 44 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 11 1 21
a1,20,30,19
((N-1) - КРАТНЕ 8)
.TXT 0 66 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 11 1 12
N:N-1□
.EQN 0 11 3 12
h:(b-a)/N□
.TXT 1 -99 1 23
a1,22,78,21
| КРОК ІНТЕГРУВАННЯ:
.EQN 0 33 1 12
h=?□
.TXT 0 44 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 36 3 20
I.0:(a&b`f(x)&x)□
.EQN 0 31 1 12
i:0;N□
.EQN 0 21 2 15
x[i:a+h*i□
.TXT 1 -165 1 24
a1,23,74,22
| ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛА:
.EQN 0 33 2 27
I.0={19007}?□
.TXT 0 44 1 4

```

```

a1,3,78,2
|
.EQN 0 60 1 8
I:0□
.TXT 1 -137 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 80
a1,79,78,78

```

```

-----
-
.TXT 1 0 1 27
a1,26,78,25
  СТЕПІНЬ ІНТЕРПОЛЯ-      |
.TXT 0 29 1 21
a1,20,36,19
НАБЛИЖЕНЕ ЗНАЧЕННЯ
.TXT 0 22 1 4
a1,3,32,2
|
.EQN 0 6 2 11
|(I.0-I)□
.EQN 0 34 1 16
i:0;N-1□
.EQN 0 21 4 24
I.N0:h*(i$f(x[i]))□
.TXT 1 -112 1 27
a1,26,78,25
  ЦІЙНОГО МНОГОЧЛЕНА      |
.TXT 0 33 1 12
a1,11,36,10
ІНТЕГРАЛА
.TXT 0 18 1 4
a1,3,32,2
|
.TXT 1 -51 1 80
a1,79,78,78

```

```

-----|-----|-----
-
.TXT 1 8 1 4
a1,3,70,2
0
.EQN 0 16 2 22
I.N0=?□
.EQN 0 28 2 24
|(I.0-I.N0)={18979}?□
.TXT 1 -51 1 18
a1,17,34,16
(ФОРМУЛА ЛІВИХ
.TXT 1 0 1 18
a1,17,34,16
ПРЯМОКУТНИКІВ)
.EQN 0 90 1 16
i:1;N-1□
.EQN 0 21 4 38
I.N1:h*((f(a)+f(b))/2+i$f(x[i]))□
.TXT 1 -104 1 4
a1,3,70,2
1
.EQN 0 16 2 23
I.N1=?□

```

```

.EQN 0 28 2 24
|(I.0-I.N1)={18979}?□
.TXT 1 -52 1 21
a1,20,78,19
(ФОРМУЛА ТРАПЕЦІЙ)
.EQN 1 91 1 18
i:1,3;N-1□
.EQN 0 25 1 18
j:2,4;N-1□
.EQN 0 23 4 57
I.N2:h/3*((f(a)+f(b))+2*j*f(x[j])+4*i*f(x[i]))□
.TXT 1 -131 1 4
a1,3,70,2
2
.EQN 0 16 2 24
I.N2={19002}?□
.EQN 0 28 3 29
|(I.0-I.N2)={18979}?□
.TXT 1 -52 1 21
a1,20,78,19
(ФОРМУЛА СИМПСОНА)
.EQN 1 91 1 18
i:1,3;N-1□
.EQN 0 21 1 18
j:2,6;N-1□
.EQN 0 20 1 18
k:4,8;N-1□
.EQN 0 27 4 79
I.N4:h/45*(14*(f(a)+f(b))+64*i*f(x[i])+24*j*f(x[j])+28*k*f(x[k]))□
.TXT 1 -151 1 4
a1,3,70,2
4
.EQN 0 16 2 28
I.N4={19007}?□
.EQN 0 28 3 29
|(I.0-I.N4)={18979}?□
.EQN 2 39 1 19
i1:1,9;N-1□
.EQN 0 28 1 20
i2:2,10;N-1□
.EQN 0 21 1 20
i3:3,11;N-1□
.EQN 0 24 1 20
i4:4,12;N-1□
.EQN 0 22 1 20
i8:8,16;N-1□
.EQN 0 23 4 146
I.N8:(989*(f(a)+f(b))+5888*i1*(f(x[i1])+f(x[(i1+6)]))-928*i2*(f(x[i2])+f(x[
(i2+4)]))+10496*i3*(f(x[i3])+f(x[(i3+2)]))-4540*i4*(f(x[i4]))□
.EQN 0 161 4 48
I.N8:if(N>8,I.N8+1978*i8*f(x[i8]),I.N8)□
.EQN 0 59 3 24
I.N8:h*8/28350*(I.N8)□
.TXT 1 -421 1 4
a1,3,70,2
8
.EQN 0 16 2 28
I.N8={19007}?□
.EQN 0 28 3 29
|(I.0-I.N8)={18979}?□
.TXT 3 -52 1 79
a1,78,78,77
-----
.EQN 1 99 1 10

```

```

i1=?□
.EQN 0 20 1 10
i2=?□
.EQN 0 20 1 10
i3=?□
.EQN 0 25 1 10
i4=?□
.EQN 0 22 1 10
i8=?□
.EQN 2 -179 3 27
(0.014-0.0035)/3=?□
.EQN 1 212 1 10
i1=?□
.EQN 0 12 1 10
i2=?□
.EQN 0 10 1 10
i3=?□
.EQN 0 9 1 10
i4=?□
.EQN 0 10 1 10
i8=?□
.EQN 3 -221 7 33
ln((5.522*10^-9)/(5.967*10^-12))/ln(2)=?□

```

## Д.7. ФОРМУЛИ ГАУССА СМ7.

Вигляд першої та другої комп'ютерних сторінок подано на рис. Д.7.1 та Д.7.2, відповідно.

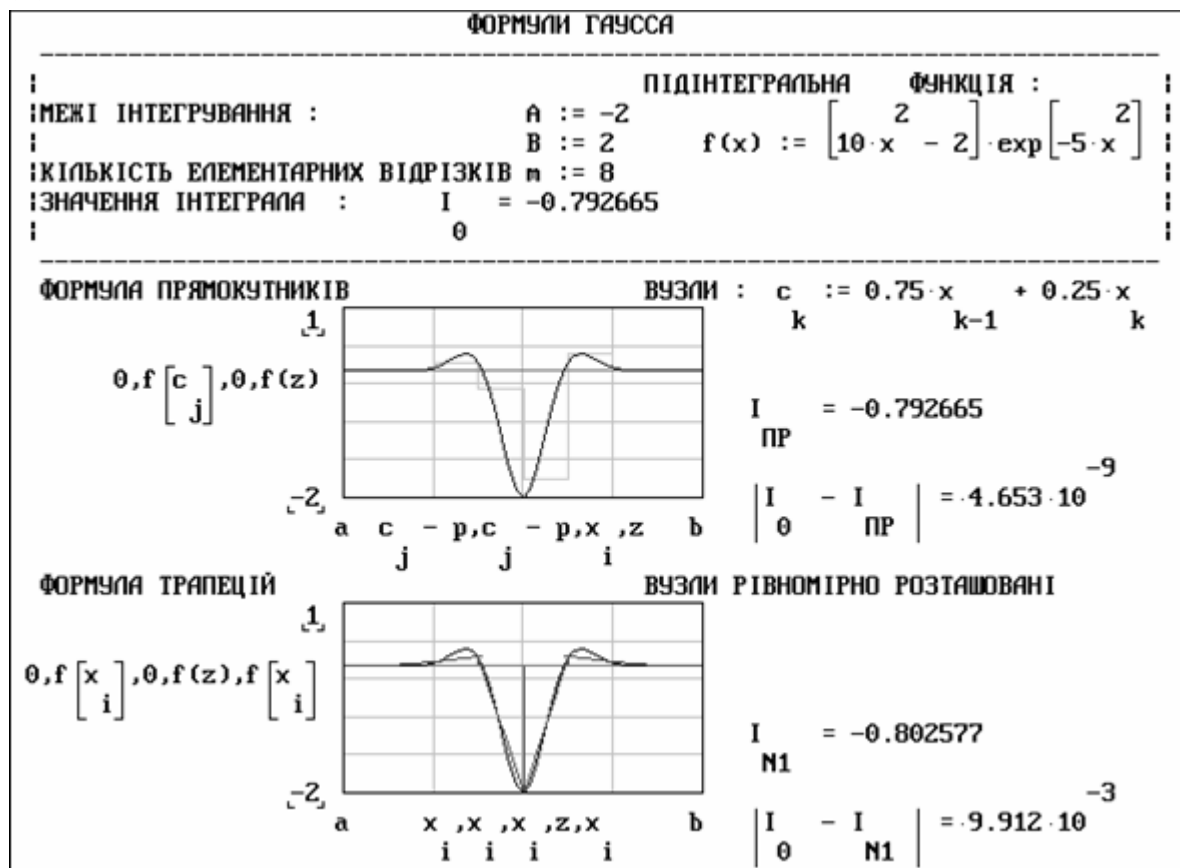


Рис. Д.7.1

ПОРІВНЯННЯ ФОРМУЛ ГАУССА ТА НЬЮТОНА-КОТЕСА РІЗНОГО ПОРЯДКУ ТОЧНОСТІ			
		ПІДІНТЕГРАЛЬНА ФУНКЦІЯ :	
		f(x) := exp(x)	
МЕЖІ ІНТЕГРУВАННЯ :	a := 0.5		
	b := 2.5		
ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛА:	I = -10.5337726900033		
	0		
КВАДРАТУРНА ФОРМУЛА	m	НАБЛИЖЕНЕ ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛА	I - I <sub>0</sub>
m := 8			
ФОРМУЛА ТРАПЕЦІЙ		I <sub>N1</sub> = -10.588579	I <sub>0</sub> - I <sub>N1</sub>   = -0.055
ФОРМУЛА СЕРЕДНІХ ПРЯМОКУТНИКІВ		I <sub>G1</sub> = -10.506391	I <sub>0</sub> - I <sub>G1</sub>   = -0.027
m := 1			
ФОРМУЛА НЬЮТОНА-КОТЕСА-8		I <sub>N8</sub> = -10.5337726955256	I <sub>0</sub> - I <sub>N8</sub>   = -5.522 · 10 <sup>-9</sup>
ФОРМУЛА ГАУССА-8		I <sub>G8</sub> = -10.5337726900033	I <sub>0</sub> - I <sub>G8</sub>   = -1.066 · 10 <sup>-14</sup>

Рис. Д.7.2

Вхідні дані задачі:

- $f(x)$  - підінтегральна функція;
- $A, B$  - межі інтегрування;

Результати, що видаються на екран:

- $I_0$  - значення інтеграла;
- $I_{PP}$  - значення інтеграла, обчислене за формулою прямокутників;
- $I_{N1}$  - значення інтеграла, обчислене за формулою Ньютона-Котеса з використанням інтерполяційного многочлена 1-го степеня (формула трапецій);
- $I_{G1}$  - значення інтеграла, обчислене за формулою Гаусса, яка побудована за одним вузлом (формула середніх прямокутників);
- $I_{N8}$  - значення інтеграла, обчислене за формулою Ньютона-Котеса з використанням інтерполяційного многочлена 8-го степеня;

- $I_{G8}$  - значення інтеграла, обчислене за формулою Гаусса, яка побудована за 8 вузлами;
- $|I_0 - I|$  - похибки обчислення інтеграла кожним з методів.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $m$  - кількість елементарних відрізків (задається окремо для різних формул чисельного інтегрування).
- $c_k$  - вузли інтегрування, які задаються виразом  $c_k = z_1 x_{k-1} + z_2 x_k$ , де

$z_1, z_2$  - числові коефіцієнти, такі, що  $z_1 + z_2 = 1$ ;

$x_k$  - вузли рівномірної сітки.

Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (жовта лінія);
- значення функції у вузлових точках рівномірної сітки (зелені позначки);
- графік кусочної лінійної функції, що наближає  $f(x)$  за формулою трапецій (зелена лінія);
- графік функції, що наближає  $f(x)$  за формулою прямокутників (червона лінія);
- вісь абсцис (синя лінія).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 29
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 78
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 30 1 17
a1,16,58,15
ФОРМУЛИ ГАУССА
.EQN 0 61 1 10
NO:50□
.EQN 0 18 2 14
TOL:10^-14□
.TXT 1 -109 1 80
```

a1,79,78,78

```

-----
.ТХТ 1 0 1 4
a1,3,78,2
|
.ТХТ 0 42 1 19
a1,18,57,16
ПІДІНТЕГРАЛЬНА
.ТХТ 0 18 1 12
a1,11,50,10
ФУНКЦІЯ :
.ТХТ 0 17 1 4
a1,3,78,2
|
.ТХТ 1 -77 1 23
a1,22,67,21
|МЕЖІ ІНТЕГРУВАННЯ :
.EQN 0 34 1 9
A:-2□
.EQN 0 12 2 32
f(x):(10*x^2-2)*exp(-5*x^2)□
.ТХТ 0 31 1 4
a1,3,78,2
|
.ТХТ 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 34 1 8
B:2□
.ТХТ 0 43 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 14 1 8
a:A□
.EQN 0 18 1 8
b:B□
.ТХТ 1 -109 1 37
a1,36,72,35
|КІЛЬКІСТЬ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ВІДРІЗКІВ:
.EQN 0 34 1 8
m:8□
.ТХТ 0 43 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 7 1 8
N:m□
.EQN 0 6 3 12
h:(b-a)/N□
.EQN 0 38 1 12
i:0;N□
.EQN 0 25 3 13
hg:(b-a)/N0□
.EQN 0 19 1 19
z:a,a+hg;b□
.EQN 0 27 3 20
I.0:(a&b`f(x)&x)□
.ТХТ 1 -199 1 25
a1,24,74,23
|ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛУ :
.EQN 0 28 2 19
I.0=?□
.ТХТ 0 49 1 4
a1,3,78,2

```



```

|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 77 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 51 2 15
x[i:a+h*i]
.TXT 1 -128 1 80
a1,79,78,78
-----
-
.EQN 0 109 1 12
k:1;N
.TXT 1 -108 1 24
a1,23,34,22
ФОРМУЛА ПРЯМОКУТНИКІВ
.TXT 0 41 1 10
a1,9,40,8
ВУЗЛИ :
.EQN 0 9 2 27
c[k:0.75*x[(k-1)+0.25*x[k]
.EQN 0 40 1 12
i:0;N
.EQN 0 17 1 16
j:0;N+1
.EQN 0 20 2 14
p:c[1-x[0
.EQN 0 20 2 13
c[0:a+p
.EQN 0 23 2 15
c[(N+1):b+p
.EQN 1 -165 9 42
&&,f(c[j],0,f(z){5,4,7,25,ls11}@b&a&c[j-p,c[j-p,x[i,z]
.EQN 2 84 4 22
I.ПР:h*k$f(c[k]
.EQN 1 -41 2 20
I.ПР=?
.EQN 2 0 3 29
|(I.0-I.ПР)={18979}?
.TXT 4 -48 1 19
a1,18,34,17
ФОРМУЛА ТРАПЕЦІЙ
.TXT 0 41 1 31
a1,30,40,29
ВУЗЛИ РІВНОМІРНО РОЗТАШОВАНІ
.EQN 1 -42 9 48
&&,f(x[i],0,f(z),f(x[i){5,4,7,25,e1111}@b&a&x[i,x[i,x[i,z,x[i]
.EQN 0 91 1 16
i:1;N-1
.EQN 0 21 4 38
I.N1:h*((f(a)+f(b))/2+i$f(x[i])
.EQN 4 -63 2 20
I.N1=?
.EQN 2 0 3 29
|(I.0-I.N1)={18979}?
.TXT 4 23 1 8
a1,7,8,6
- 2 -
.TXT 1 -67 1 70
a1,69,71,68
ПОРІВНЯННЯ ФОРМУЛ ГАУССА ТА НЬЮТОНА-КОТЕСА РІЗНОГО ПОРЯДКУ ТОЧНОСТІ
.TXT 1 -5 1 80

```

a1,79,78,78

---

```

-
.TXT 1 0 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 42 1 19
a1,18,57,16
ПІДІНТЕГРАЛЬНА
.TXT 0 18 1 12
a1,11,50,10
ФУНКЦІЯ :
.TXT 0 17 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 46 1 16
f(x):exp(x)□
.TXT 0 31 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 3 1 23
a1,22,67,21
МЕЖІ ІНТЕГРУВАННЯ :
.EQN 0 25 1 8
a:0□
.TXT 0 49 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 28 1 8
b:4□
.TXT 0 49 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 77 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 13 3 12
h:(b-a)/N□
.EQN 0 19 3 20
I.0:(a&b`f(x)&x)□
.EQN 0 80 1 8
I:0□
.TXT 1 -189 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 3 1 22
a1,21,74,20
ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛА:
.EQN 0 25 2 26
I.0={19005}?□
.TXT 0 49 1 4
a1,3,78,2

```

```

|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 80
a1,79,78,78

```

```

-----
-
.TXT 1 0 1 21
a1,20,78,19
  КВАДРАТУРНА      |
.TXT 0 21 1 4
a1,3,57,2
m
.TXT 0 3 1 27
a1,26,36,25
  | НАБЛИЖЕНЕ ЗНАЧЕННЯ
.TXT 0 26 1 4
a1,3,32,2
|
.EQN 0 5 2 11
|(I.0-I)□
.TXT 1 -55 1 21
a1,20,78,19
  ФОРМУЛА          |
.TXT 0 27 1 19
a1,18,36,17
|   ІНТЕГРАЛА
.TXT 0 23 1 4
a1,3,32,2
|
.TXT 1 -50 1 80
a1,79,78,78

```

```

-----|-----|-----
-
.EQN 1 19 1 9
m:32□
.EQN 0 73 1 8
N:m□
.EQN 0 16 3 12
h:(b-a)/N□
.EQN 0 20 1 12
i:0;N□
.EQN 0 21 2 15
x[i:a+h*i□
.EQN 0 24 1 16
i:1;N-1□
.EQN 0 21 4 38
I.N1:h*((f(a)+f(b))/2+i*f(x[i]))□
.TXT 1 -194 1 19
a1,18,34,17
ФОРМУЛА ТРАПЕЦІЙ
.EQN 0 27 2 20
I.N1={18998}?□
.EQN 0 26 2 23
|(I.0-I.N1)={18979}?□
.EQN 2 190 1 16
i:0;N-1□
.EQN 0 21 4 37
I.G1:h*(i*f(0.5*(x[i+x[(i+1)])))□
.TXT 1 -264 1 20

```

a1,19,34,18

ФОРМУЛА СЕРЕДНІХ

.EQN 0 27 2 20

I.G1={18998}?□

.EQN 0 26 2 24

| (I.0-I.G1)={18979}?□

.TXT 1 -52 1 16

a1,15,34,14

ПРЯМОКУТНИКІВ

.EQN 2 18 1 8

m:4□

.EQN 0 116 1 10

N:8\*m□

.EQN 0 188 1 19

i1:1,9;N-1□

.EQN 0 28 1 20

i2:2,10;N-1□

.EQN 0 21 1 20

i3:3,11;N-1□

.EQN 0 24 1 20

i4:4,12;N-1□

.EQN 0 22 1 20

i8:8,16;N-1□

.EQN 0 23 4 146

I.N8: (989\*(f(a)+f(b))+5888\*i1\$(f(x[i1])+f(x[(i1+6)]))-928\*i2\$(f(x[i2])+f(x[(i2+4)]))+10496\*i3\$(f(x[i3])+f(x[(i3+2)]))-4540\*i4\$(f(x[i4])))□

.EQN 0 162 4 48

I.N8:if(N>8,I.N8+1978\*i8\$f(x[i8]),I.N8)□

.EQN 0 59 3 24

I.N8:h\*8/28350\*(I.N8)□

.TXT 1 -662 1 12

a1,11,78,10

ФОРМУЛА

.EQN 0 27 2 27

I.N8={19005}?□

.EQN 0 26 3 30

| (I.0-I.N8)={18979}?□

.TXT 1 -53 1 19

a1,18,78,17

НЬЮТОНА-КОТЕСА-8

.EQN 2 703 1 8

M:m□

.EQN 0 18 3 13

hm:(b-a)/M□

.EQN 0 30 1 13

im:1;M□

.EQN 0 36 1 12

k:1;8□

.EQN 0 18 10 22

C[k:-0.960289856497536,-0.796666477413627,-0.525532409916329,-0.183434642495650,0.183434642495650,0.525532409916329,0.796666477413627,0.960289856497536]□

.EQN 0 25 4 44

c[(k,im):(C[k\*hm+hm\*im+a\*2+hm\*(im-1)]/2)□

.EQN 0 77 10 21

A[

k:0.101228536290376,0.222381034453374,0.313706645877887,0.362683783378362,0.362683783378362,0.313706645877887,0.222381034453374,0.101228536290376]□

.EQN 0 21 4 36

I.G8:hm/2\*im\$k\$(f(c[(k,im)]\*A[k])□

.TXT 1 -928 1 10

a1,9,77,8

ФОРМУЛА

```
.TXT 0 9 1 11
a1,10,78,9
ГАУССА-8
.EQN 0 18 2 27
I.G8={19005}?□
.EQN 0 26 3 30
|(I.0-I.G8)={18979}?□
.TXT 3 -53 1 80
a1,79,78,78
```

```
.EQN 4 259 2 10
\2=?□
```

## Д.8. МЕТОД БІСЕКЦІЇ СМ8

Вигляд комп'ютерної сторінки подано на рис. Д.8.1.

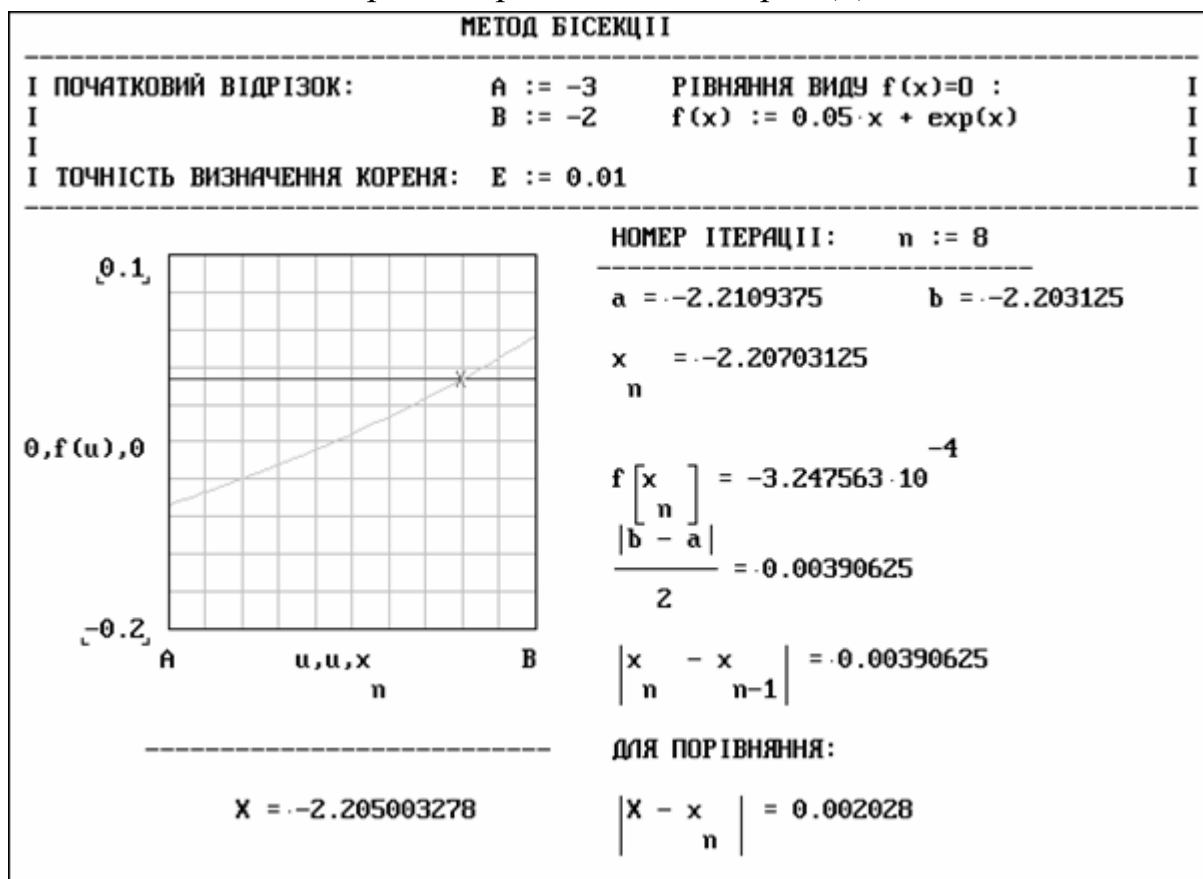


Рис. 8.1.

Вхідні дані задачі:

- $f(x) = 0$  - рівняння, корінь якого відшукується;
- $A, B$  - кінці початкового відрізка, на якому локалізовано корінь;
- $E$  - точність визначення кореня.

Результати, що видаються на екран:

- $a, b$  - кінці відрізка, на якому локалізовано корінь перед виконанням  $n$ -ої ітерації;
- $x_n$  - значення  $n$ -го наближення до кореня;
- $f(x_n)$  - значення функції у точці  $x_n$ ;
- $|b-a|/2$  - половина довжини відрізка локалізації кореня;
- $|x_n - x_{n-1}|$  - модуль різниці двох останніх наближень до кореня;
- $X$  - корінь рівняння, обчислений вбудованими засобами MathCAD;
- $|X - x_n|$  - абсолютна похибка  $n$ -го наближення.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $n$  - номер ітерації.

Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (червона лінія);
- наближене значення кореня  $x_n$  (синя позначка);
- вісь абсцис (зелена лінія).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 0
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 1
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 80
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 29 1 17
a1,16,80,15
МЕТОД ВІСЕКЦІЇ
.EQN 0 60 2 14
TOL:10^-15□
.EQN 0 22 1 9
M:50□
.EQN 0 46 3 26
s(t1,t2):t1+(t2-t1)/2□
.EQN 0 36 1 39
sign(u):if(u>0,1,if(u<0,-1,0))□
.TXT 1 -193 1 81
a1,80,80,79
-----
--
.TXT 1 0 1 25
a1,24,75,23
І ПОЧАТКОВИЙ ВІДРІЗОК:
.EQN 0 31 1 9
```

```

A:-3□
.TXT 0 12 1 25
a1,24,30,23
РІВНЯННЯ ВИДУ  $f(x)=0$  :
.TXT 0 34 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
I
.EQN 0 31 1 9
B:-2□
.EQN 0 12 1 25
f(x):0.05*x+exp(x)□
.TXT 0 34 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 77 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -77 1 32
a1,31,76,30
I ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕНЯ:
.EQN 0 31 1 11
E:0.01□
.TXT 0 46 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -77 1 81
a1,80,78,79
-----
--
.TXT 1 39 1 18
a1,17,35,16
НОМЕР ІТЕРАЦІЇ:
.EQN 0 19 1 8
n:2□
.EQN 0 31 2 18
z[1:sign(f(A))□
.EQN 0 27 2 18
z[2:sign(f(B))□
.EQN 0 26 3 22
u:A,A+(B-A)/50;B□
.EQN 0 37 2 11
p[1,1]:A□
.EQN 0 20 2 11
p[1,2]:B□
.EQN 0 20 1 12
i:1;M□
.EQN 0 20 1 12
j:1;2□
.EQN 0 20 2 60
p[(i+1,j):if(sign(f(s(p[(i,1),p[(i,2)]))){56}□z[j,p[(i,j),s(p[(i,1),p[
(i,2)]))□
.EQN 0 80 2 21
x.n:s(p[(n,1),p[(n,2)]□
.EQN 0 30 2 11
a:p[(n,1)□
.EQN 0 20 2 11
b:p[(n,2)□
.EQN 0 30 5 33
X:s(p[(M,1),p[(M,2)]/(p[(n,2)-p[(n,1)]*(p[(n,2)-p[(n,1)]□
.EQN 0 50 2 26
x[(n-1):s(p[(n-1,1),p[(n-1,2)]□

```

```

.EQN 0 34 5 15
x[0:nou□
.EQN 1 -503 15 36
&&0, f(u), 0{10,10,13,25,11x}@B&A&u, u, x.n□
.TXT 0 38 1 32
a1,31,42,30
-----
.EQN 1 1 1 12
a={19000}?□
.EQN 0 21 1 10
b={19000}?□
.EQN 2 -21 2 15
x.n={19001}?□
.EQN 3 0 2 22
f(x.n)=?□
.EQN 2 465 2 10
x[0=?□
.EQN 1 -465 3 18
| (b-a)/2={19001}?□
.EQN 2 465 5 25
x[(-1)=□
.EQN 2 -465 2 23
| (x.n-x[(n-1)])={19001}?□
.TXT 3 -31 1 30
a1,29,41,28
-----
.TXT 0 31 1 18
a1,17,41,16
ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ:
.EQN 2 -25 1 20
X={19001}?□
.EQN 0 25 2 24
| (X-x.n)=?□

```

## Д.9. МЕТОД ХОРД

### СМ9

Перша комп'ютерна сторінка забезпечує розв'язування рівняння методом хорд (рис. Д.9.1).

Друга комп'ютерна сторінка допомагає визначити порядок збіжності методу хорд. Для цього використовується апроксимація похибок послідовних наближень до кореня за методом найменших квадратів, звідки дістається значення порядку збіжності  $p$  (рис. Д.9.2).



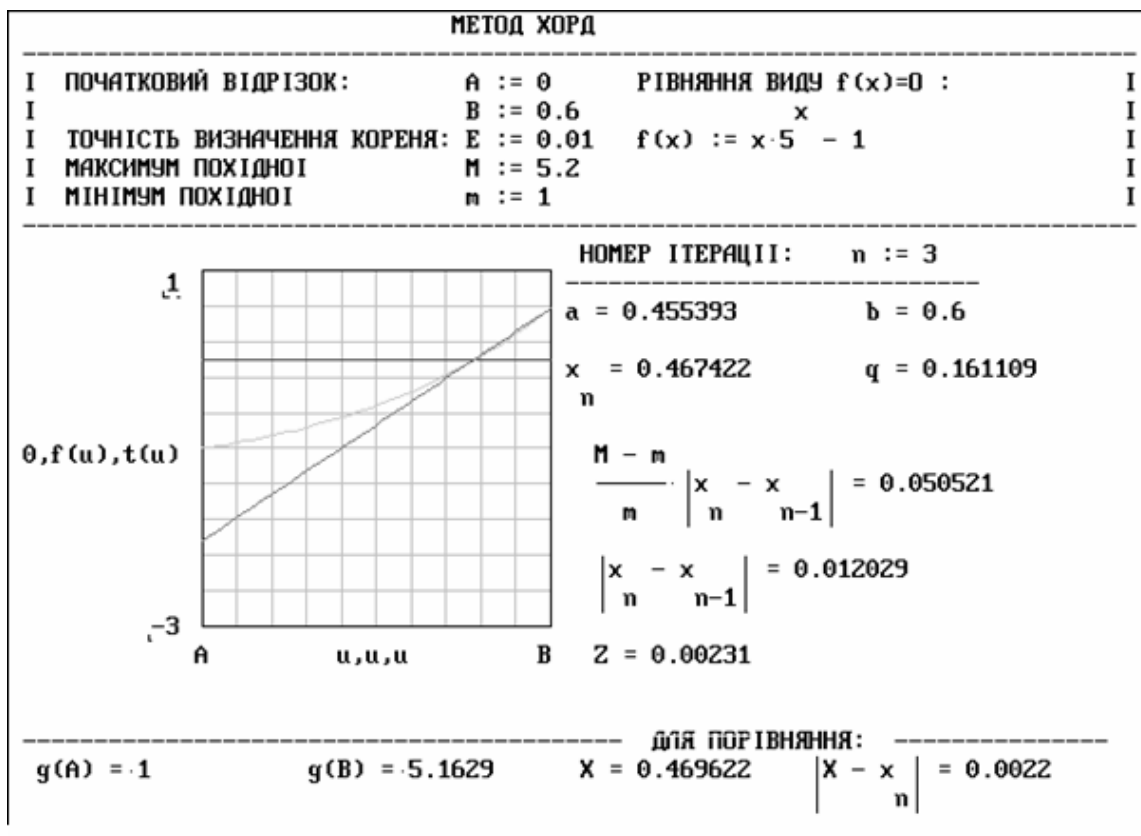


Рис. Д.9.1.

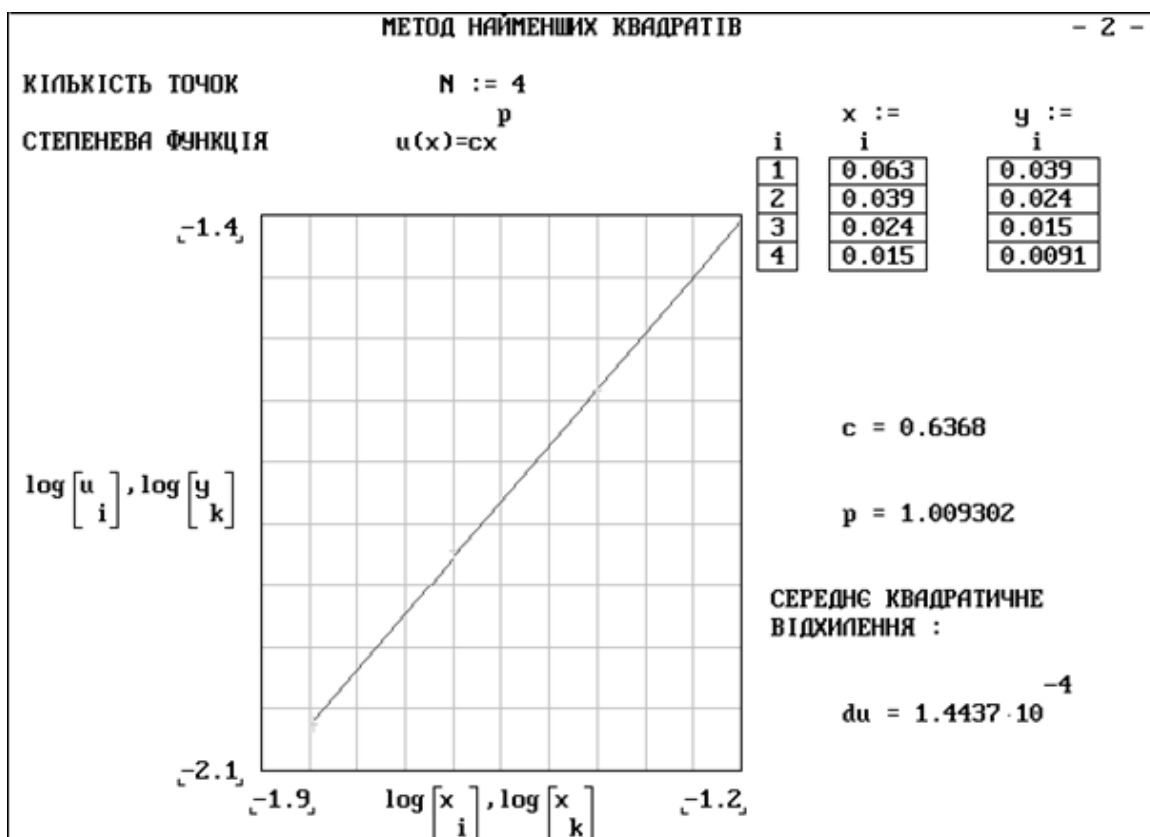


Рис. Д.9.2.

Вхідні дані задачі:

- $f(x) = 0$  - рівняння, корінь якого відшукується;
- $A, B$  - межі початкового відрізка, на якому локалізовано корінь;
- $E$  - точність визначення кореня;

Результати, що видаються на екран:

- $a, b$  - кінці відрізка, на якому локалізовано корінь перед виконанням  $n$ -ої ітерації;
- $x_n$  - значення  $n$ -го наближення до кореня;
- $q = \left| \frac{x_n - x_{n-1}}{x_{n-1} - x_{n-2}} \right|$  ;
- $\frac{M - m}{m} |x_n - x_{n-1}|$  - теоретична оцінка похибки  $n$ -го наближення;
- $|x_n - x_{n-1}|$  - модуль різниці двох останніх наближень до кореня;
- $Z = \frac{(x_n - x_{n-1})^2}{|x_{n-2} - 2x_{n-1} + x_n|}$  - динамічний параметр, який можна застосувати для оцінки похибки  $n$ -го наближення;
- $g(A), g(B)$  - значення похідної на кінцях відрізка  $[A;B]$  ( $g(x) = f'(x)$ );
- $X$  - корінь рівняння, обчислений вбудованими засобами MathCAD;
- $|X - x_n|$  - абсолютна похибка  $n$ -го наближення.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $n$  - номер ітерації,
- $M$  - максимум першої похідної функції  $f(x)$  у межах відрізка;
- $m$  - мінімум першої похідної функції  $f(x)$  у межах відрізка.

Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (червона лінія);
- графік прямої  $t(x) = f(a) + \frac{f(b) - f(a)}{b - a} (x - a)$  (синя лінія);
- вісь абсцис (зелена лінія).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

.MCD 25000 0

```

.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 1
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 80
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 30 1 13
a1,12,80,11
МЕТОД ХОРД
.EQN 0 59 2 13
TOL:10-8□
.EQN 0 22 1 11
N0:100□
.EQN 0 26 1 13
origin:1□
.EQN 0 102 1 39
sign(u):if(u>0,1,if(u<0,-1,0))□
.TXT 1 -239 1 81
a1,80,80,79
-----
--
.TXT 1 0 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 3 1 23
a1,22,75,21
ПОЧАТКОВИЙ ВІДРІЗОК:
.EQN 0 28 1 8
A:0□
.TXT 0 12 1 25
a1,24,30,23
РІВНЯННЯ ВИДУ f(x)=0 :
.TXT 0 34 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
I
.EQN 0 31 1 8
B:2□
.EQN 0 12 1 25
f(x):x-0.5*exp(-x)□
.TXT 0 34 1 4
a1,3,78,2
I
.EQN 0 13 3 17
g(x):x"f(x)□
.TXT 1 -90 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 3 1 30
a1,29,76,28
ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕНЯ:
.EQN 0 28 1 11
E:0.09□
.TXT 0 46 1 4
a1,3,78,2
I
.EQN 0 80 3 27

```

$s(a,b) : (f(b) * a - f(a) * b) / (f(b) - f(a))$  □

.TXT 1 -157 1 4

a1,3,78,2

I

.TXT 0 3 1 20

a1,19,76,18

МАКСИМУМ ПОХІДНОЇ

.EQN 0 28 1 10

M:5.2 □

.TXT 0 46 1 4

a1,3,78,2

I

.TXT 1 -77 1 4

a1,3,78,2

I

.TXT 0 3 1 19

a1,18,76,17

МІНІМУМ ПОХІДНОЇ

.EQN 0 28 1 8

m:1 □

.TXT 0 46 1 4

a1,3,78,2

I

.TXT 1 -77 1 81

a1,80,78,79

-----

--

.TXT 1 39 1 18

a1,17,35,16

НОМЕР ІТЕРАЦІЇ:

.EQN 0 19 1 9

n:10 □

.EQN 0 31 2 18

z[1:sign(f(A))] □

.EQN 0 27 2 18

z[2:sign(f(B))] □

.EQN 0 26 3 22

u:A,A+(B-A)/50;B □

.EQN 0 37 2 11

p[(1,1):A □

.EQN 0 20 2 11

p[(1,2):B □

.EQN 0 20 1 13

i:1;N0 □

.EQN 0 20 1 12

j:1;2 □

.EQN 0 20 2 60

p[(i+1,j):if(sign(f(s(p[(i,1),p[(i,2)]))) {56} □ z[j,p[(i,j)],s(p[(i,1),p[(i,2)])) □

.EQN 0 80 2 20

x[i:s(p[(i,1),p[(i,2)] □

.EQN 0 30 2 11

a:p[(n,1) □

.EQN 0 20 2 11

b:p[(n,2) □

.EQN 0 18 2 9

t:x[n □

.EQN 0 18 1 19

X:root(f(t),t) □

.EQN 0 40 5 20

q:(x[n-x[(n-1)])/(|(x[(n-1)]-x[(n-2)])) □

.EQN 0 54 6 30

Z:q/(1-q)\*|(x[n-x[(n-1)] □

.EQN 0 40 3 36

$t(u) : f(a) + (f(b) - f(a)) / (b - a) * (u - a)$   
 .EQN 1 -559 14 39  
 &&0, f(u), t(u) {10, 10, 13, 25, 111}@B&A&u, u, u  
 .TXT 0 38 1 32  
 a1, 31, 42, 30

---

.EQN 1 0 1 9  
 a=?  
 .EQN 0 21 1 16  
 b=?  
 .EQN 2 -21 2 19  
 $x[n = \{19000\}]$ ?  
 .EQN 0 21 1 14  
 $q = ?$   
 .EQN 3 -19 3 38  
 $(M - m) / m * | (x[n - x[(n - 1)]) = ?$   
 .EQN 4 0 3 32  
 $| (x[n - x[(n - 1)]) = ?$   
 .EQN 3 0 2 22  
 $Z = ?$   
 .TXT 2 -40 1 13  
 a1, 12, 80, 11

---

.TXT 0 13 1 18  
 a1, 17, 41, 16  
 ДЛІЯ ПОРІВНЯННЯ:  
 .TXT 0 17 1 49  
 a1, 48, 80, 47

---

.EQN 1 -29 1 14  
 $g(A) = \{18996\}$ ?  
 .EQN 1 21 1 18  
 $X = \{19000\}$ ?  
 .EQN 0 33 3 27  
 $| (X - x[n] = \{18997\})$ ?  
 .EQN 1 -54 1 17  
 $g(B) = \{18996\}$ ?  
 .TXT 2 -1 1 80  
 a1, 79, 80, 78

---

.TXT 1 25 1 28  
 a1, 27, 62, 26  
 МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ  
 .TXT 0 47 1 9  
 a1, 8, 6, 7  
 - 2 -  
 .EQN 0 23 1 10  
 $Ng : 40$   
 .EQN 0 25 1 13  
 ORIGIN:0  
 .TXT 2 -120 1 18  
 a1, 17, 78, 16  
 КІЛЬКІСТЬ ТОЧОК  
 .EQN 0 29 1 8  
 $N : 4$   
 .EQN 0 69 1 12  
 $i : 1; N$   
 .EQN 0 11 1 13  
 $j : 1; Ng$   
 .TXT 1 -76 1 4  
 a1, 3, 45, 2  
 p  
 .EQN 0 23 6 9

```

x[i:0.063,0.039,0.024,0.015]
.EQN 0 11 6 10
y[i:0.039,0.024,0.015,0.0091]
.EQN 0 28 4 28
z[j:x[1+(x[N-x[1]/(Ng-1)*(j-1)]]
.EQN 0 44 1 8
a:1
.EQN 0 12 1 8
b:2
.EQN 0 12 1 8
c:2
.EQN 0 8 1 12
i:1;N
.EQN 0 15 1 12
k:1;N
.TXT 0 16 1 10
a1,9,78,8
sorting
.EQN 0 14 1 13
j2:2;N
.EQN 0 18 2 10
z[1:x[1
.EQN 0 14 2 34
z[j2:if(x[j2]<z[(j2-1),x[j2,z[(j2-1)]]
.EQN 0 39 2 9
A:z[N
.EQN 0 15 2 10
z[1:x[1
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(x[j2]>z[(j2-1),x[j2,z[(j2-1)]]
.EQN 0 40 2 9
B:z[N
.EQN 0 23 1 13
j2:2;N
.EQN 0 18 2 10
z[1:y[1
.EQN 0 14 2 34
z[j2:if(y[j2]<z[(j2-1),y[j2,z[(j2-1)]]
.EQN 0 39 2 15
y.A:z[N*0.8
.EQN 0 15 2 10
z[1:y[1
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(y[j2]>z[(j2-1),y[j2,z[(j2-1)]]
.EQN 0 40 2 15
y.B:z[N*1.2
.EQN 0 27 3 20
y.A=?
.TXT 1 -544 1 39
a1,38,77,37
СТЕПЕНЕВА ФУНКЦИЯ u(x)=cx
.EQN 0 51 5 5
i=
.EQN 2 88 4 27
M.2x:1/N*k$(log(x[k]))^2
.EQN 0 29 4 23
M.x:1/N*k$log(x[k])
.EQN 0 24 4 23
M.y:1/N*k$log(y[k])
.EQN 0 26 4 32
M.xy:1/N*k$log(x[k]*log(y[k])
.EQN 0 34 1 7
given
.EQN 0 9 2 23

```

```

M.2x*a+M.x*bŷM.xy
.EQN 0 25 2 17
M.x*a+bŷM.y
.EQN 0 18 1 16
R:find(a,b)
.EQN 0 18 5 25
a:R[0
.EQN 0 11 2 9
b:R[1
.EQN 0 11 3 14
u[i:10^b*x[i^a
.EQN 0 25 4 23
du:k$(y[k-u[k]^2
.EQN 0 31 4 11
du:\(du/N)
.EQN 0 19 2 10
c:10^b
.EQN 0 15 1 8
p:a
.EQN 1 -434 22 52
&&log(u[i],log(y[k]{9,10,20,34,lp})@&&log(x[i],log(x[k])
.EQN 7 57 1 14
c=?
.EQN 3 0 1 16
p=?
.EQN 1 1061 2 16
y.B=?
.TXT 2 -1066 1 22
a1,21,26,20
СЕРЕДНС КВАДРАТИЧНЕ
.TXT 1 0 1 15
a1,14,26,13
ВІДХИЛЕННЯ :
.EQN 2 5 2 20
du=?
.EQN 17 -1 1 17
du=?

```

## Д.10. МЕТОД ПРОСТОЇ ІТЕРАЦІЇ СМ10

Перша комп'ютерна сторінка забезпечує розв'язування рівняння методом простої ітерації (рис. Д.10.1).

Друга комп'ютерна сторінка допомагає визначити порядок збіжності методу простої ітерації. Для цього використовується апроксимація похибок послідовних наближень до кореня за методом найменших квадратів, звідки дістається значення порядку збіжності  $p$  (рис. Д.10.2).

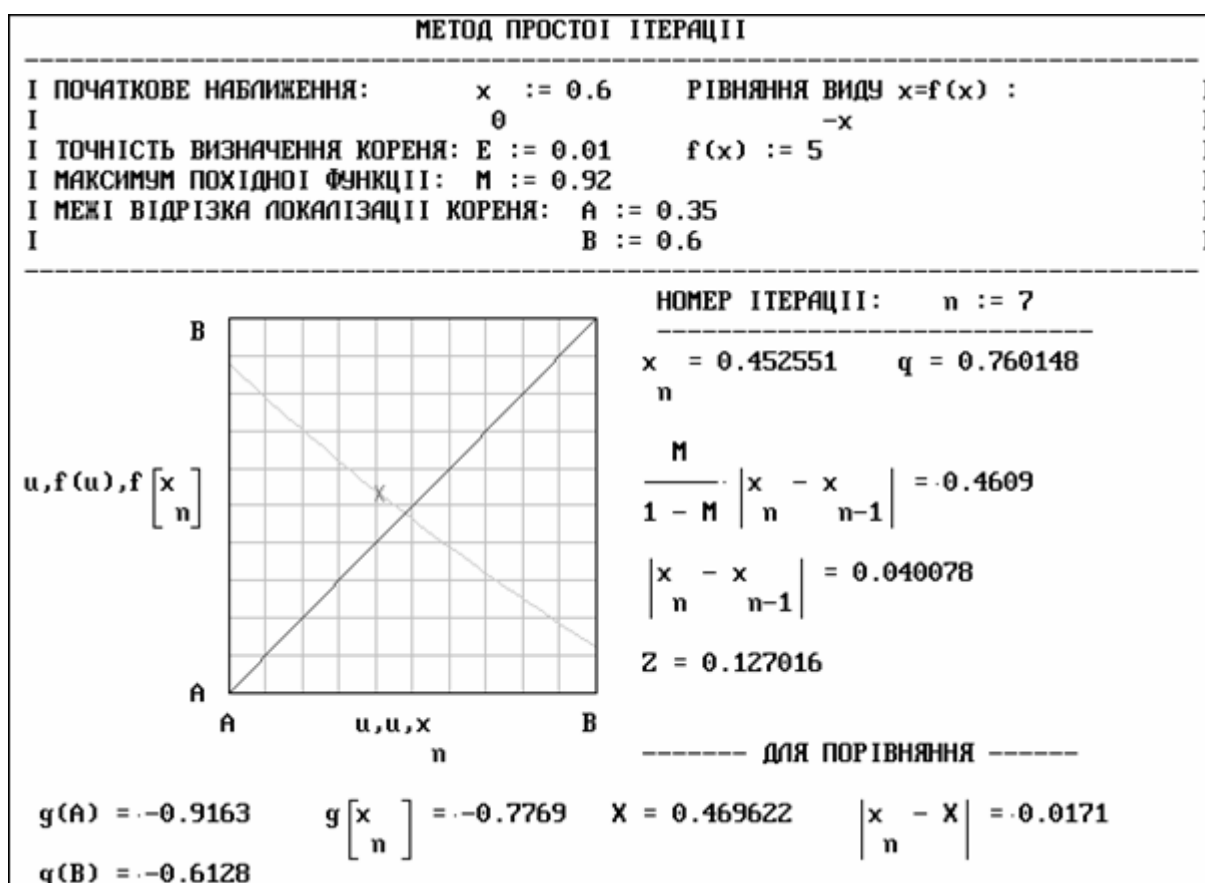


Рис. Д.10.1.

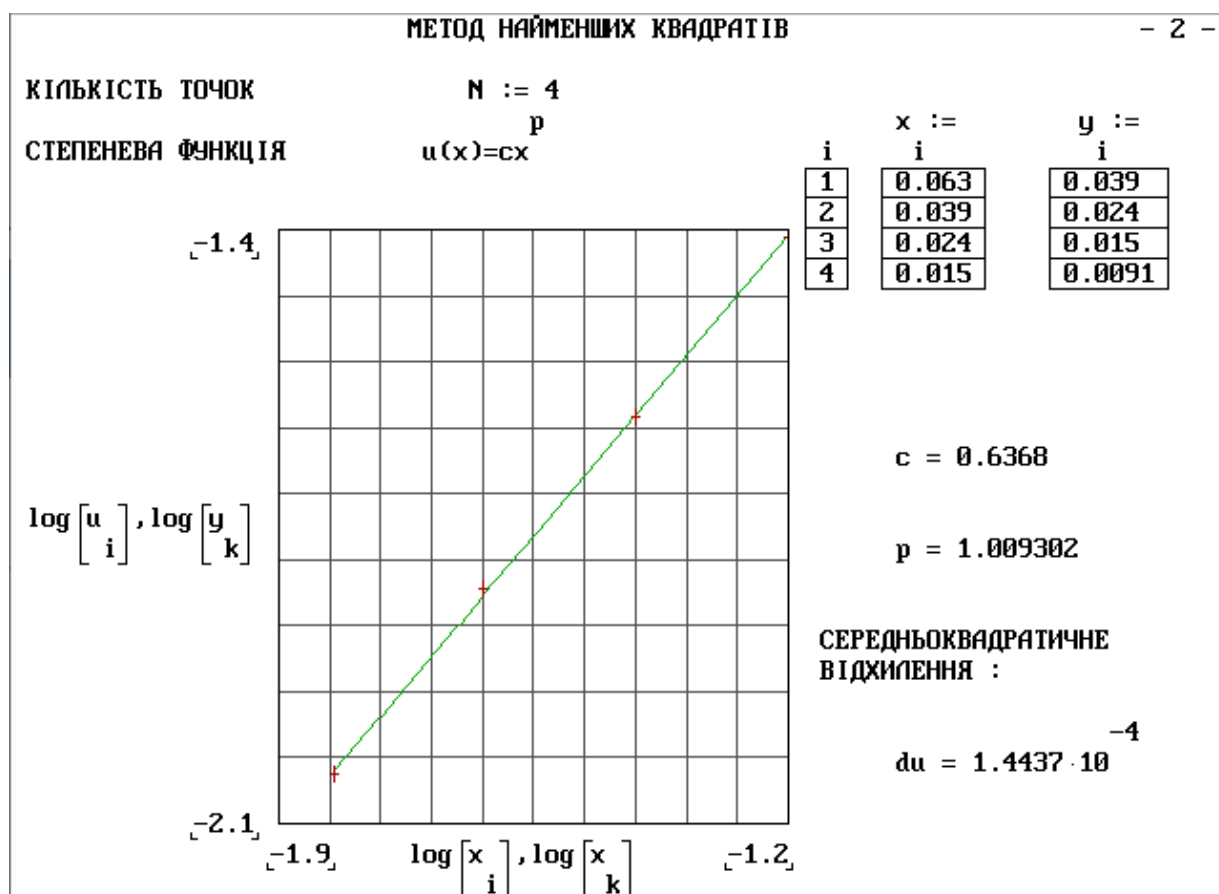


Рис. Д.10.2.



Вхідні дані задачі:

- $x = f(x)$  - рівняння, корінь якого відшукується;
- $x_0$  - початкове наближення до кореня;
- $E$  - точність визначення кореня;

Результати, що видаються на екран:

- $x_n$  - значення  $n$ -го наближення до кореня;
- $q = \left| \frac{x_n - x_{n-1}}{x_{n-1} - x_{n-2}} \right|$ ;
- $\frac{M}{1-M} |x_n - x_{n-1}|$  - теоретична оцінка похибки  $n$ -го наближення;
- $|x_n - x_{n-1}|$  - модуль різниці двох останніх наближень до кореня;
- $Z = \frac{(x_n - x_{n-1})^2}{|x_{n-2} - 2x_{n-1} + x_n|}$  - динамічний параметр, який можна застосувати для оцінки похибки  $n$ -го наближення;
- $g(A)$ ,  $g(B)$  - значення похідної функції  $f(x)$  на кінцях відрізка локалізації кореня ( $g(x) = f'(x)$ );
- $g(x_n)$  - значення похідної функції  $f(x)$  у точці  $x_n$ ;
- $X$  - корінь рівняння, обчислений вбудованими засобами MathCAD;
- $|X - x_n|$  - абсолютна похибка  $n$ -го наближення.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $A$ ,  $B$  - межі відрізка, на якому локалізовано корінь;
- $M = \max_{x \in [A;B]} (|f'(x)|)$  - максимум похідної функції на відрізку  $[A;B]$ ;
- $n$  - номер ітерації.

Графічна інформація:

- графік функції  $y = f(x)$  (червона лінія);
- наближене значення кореня  $x_n$  (синя позначка);
- пряма  $y = x$  (зелена лінія).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 0
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
```

```
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 80
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 26 1 25
a1,24,80,23
МЕТОД ПРОСТОЇ ІТЕРАЦІЇ
.EQN 0 63 2 14
TOL:10^-11□
.EQN 0 22 1 10
ng:50□
.EQN 0 26 1 13
origin:1□
.TXT 1 -137 1 81
a1,80,80,79
```

-----

--

```
.TXT 1 0 1 26
a1,25,75,24
І ПОЧАТКОВЕ НАБЛИЖЕННЯ:
.EQN 0 30 2 11
x[0:0.6□
.TXT 0 14 1 25
a1,24,30,23
РІВНЯННЯ ВИДУ  $x=f(x)$  :
.TXT 0 34 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
І
.EQN 0 44 2 13
f(x):5^-x□
.TXT 0 34 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 32
a1,31,76,30
І ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕНЯ:
.EQN 0 30 1 11
E:0.01□
.TXT 0 48 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 31
a1,30,80,29
І МАКСИМУМ ПОХІДНОЇ ФУНКЦІЇ:
.EQN 0 30 1 11
M:0.92□
.TXT 0 48 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 18
a1,17,30,16
І МЕЖІ ВІДРІЗКА
.TXT 0 16 1 22
a1,21,29,20
ЛОКАЛІЗАЦІЇ КОРЕНЯ:
.EQN 0 21 1 11
A:0.35□
.TXT 0 41 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 4
```

```

a1,3,78,2
I
.EQN 0 37 1 10
B:0.6
.TXT 0 41 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 81
a1,80,78,79

```

```

-----
.TXT 1 42 1 18
a1,17,35,16
HOMEPI TEPAII:
.EQN 0 19 1 8
n:9
.EQN 0 28 1 12
i:1;n
.EQN 0 20 2 15
x[i:f(x[(i-1)])
.EQN 0 30 3 13
du:(B-A)/ng
.EQN 0 20 1 19
u:A,A+du;B
.EQN 0 30 3 17
g(x):x*f(x)
.EQN 0 31 5 20
q:|(x[n-x[(n-1)]]/(x[(n-1)]-x[(n-2)]))
.EQN 0 39 2 9
c:x[0
.EQN 0 29 1 23
X:root(f(c)-c,c)
.EQN 0 35 2 11
x.n:x[n
.EQN 0 26 6 25
Z:(x[n-x[(n-1)]]^2/(x[(n-2)]-2*x[(n-1)]+x[n])
.EQN 0 40 1 10
Z:|Z
.EQN 1 -389 15 40
B&A&u,f(u),f(x[n]{10,10,13,25,11x}@B&A&u,u,x[n
.TXT 0 42 1 32
a1,31,42,30

```

```

-----
.EQN 1 -1 2 17
x[n=?
.EQN 0 17 1 16
q=?
.EQN 3 -17 3 29
(M)/(1-M)*|(x[n-x[(n-1)]]={18996}?
.EQN 4 0 2 26
|(x[n-x[(n-1)]]=?
.EQN 3 0 1 16
Z=?
.TXT 2 0 1 32
a1,31,39,30

```

```

----- ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ -----
.EQN 1 3 1 18
X={19000}?
.EQN 2 -43 1 18
g(A)={18996}?
.EQN 0 19 2 20
g(x.n)={18996}?
.EQN 0 24 2 21
|(x[n-X]={18996})?

```

```

.EQN 2 -43 1 18
g(B)={18996}?□
.TXT 2 -1 1 80
a1,79,80,78
-----
.TXT 1 25 1 28
a1,27,62,26
МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ
.TXT 0 47 1 9
a1,8,6,7
- 2 -
.EQN 0 23 1 10
Ng:40□
.TXT 2 -95 1 18
a1,17,78,16
КІЛЬКІСТЬ ТОЧОК
.EQN 0 29 1 8
N:4□
.EQN 0 69 1 12
i:1;N□
.EQN 0 11 1 13
j:1;Ng□
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,45,2
p
.EQN 0 23 6 9
x[i:0.063,0.039,0.024,0.015□
.EQN 0 11 6 10
y[i:0.039,0.024,0.015,0.0091□
.EQN 0 28 4 28
z[j:x[1+(x[N-x[1)/(Ng-1)*(j-1)]□
.EQN 0 44 1 8
a:1□
.EQN 0 12 1 8
b:2□
.EQN 0 12 1 8
c:2□
.EQN 0 8 1 12
i:1;N□
.EQN 0 15 1 12
k:1;N□
.TXT 0 16 1 10
a1,9,78,8
sorting
.EQN 0 14 1 13
j2:2;N□
.EQN 0 18 2 10
z[1:x[1□
.EQN 0 14 2 34
z[j2:if(x[j2]<z[(j2-1),x[j2,z[(j2-1)]□
.EQN 0 39 2 9
A:z[N□
.EQN 0 15 2 10
z[1:x[1□
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(x[j2]>z[(j2-1),x[j2,z[(j2-1)]□
.EQN 0 40 2 9
B:z[N□
.EQN 0 23 1 13
j2:2;N□
.EQN 0 18 2 10
z[1:y[1□
.EQN 0 14 2 34

```

```

z[j2:if(y[j2]<z[(j2-1),y[j2],z[(j2-1)])]
.EQN 0 39 2 15
y.A:z[N*0.8]
.EQN 0 15 2 10
z[1:y[1]
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(y[j2]>z[(j2-1),y[j2],z[(j2-1)])]
.EQN 0 40 2 15
y.B:z[N*1.2]
.EQN 0 27 3 20
y.A=?
.TXT 1 -544 1 39
a1,38,77,37
СТЕПЕНЕНЕВА ФУНКЦІЯ          u(x)=cx
.EQN 0 51 5 5
i=
.EQN 2 88 4 27
M.2x:1/N*k$(log(x[k]))^2
.EQN 0 29 4 23
M.x:1/N*k$log(x[k])
.EQN 0 24 4 23
M.y:1/N*k$log(y[k])
.EQN 0 26 4 32
M.xy:1/N*k$log(x[k]*log(y[k])
.EQN 0 34 1 7
given
.EQN 0 9 2 23
M.2x*a+M.x*bўM.xy
.EQN 0 25 2 17
M.x*a+bўM.y
.EQN 0 18 1 16
R:find(a,b)
.EQN 0 18 2 9
a:R[0]
.EQN 0 11 2 9
b:R[1]
.EQN 0 11 3 14
u[i:10^b*x[i]^a
.EQN 0 25 4 23
du:k$(y[k-u[k]]^2
.EQN 0 31 4 11
du:\(du/N)
.EQN 0 19 2 10
c:10^b
.EQN 0 15 1 8
p:a
.EQN 1 -434 22 52
&&log(u[i],log(y[k]{9,10,20,34,lp})&&log(x[i],log(x[k])
.EQN 7 57 1 14
c=?
.EQN 3 0 1 16
p=?
.EQN 1 1061 2 16
y.B=?
.TXT 2 -1066 1 22
a1,21,26,20
СЕРЕДНЬОКВАДРАТИЧНЕ
.TXT 1 0 1 15
a1,14,26,13
ВІДХИЛЕННЯ :
.EQN 2 5 2 20
du=?
.EQN 17 -1 2 20
du=?

```

## Д.11. МЕТОД ДОТИЧНИХ СМ11

Перша комп'ютерна сторінка забезпечує розв'язування рівняння методом дотичних (рис. Д.11.1).

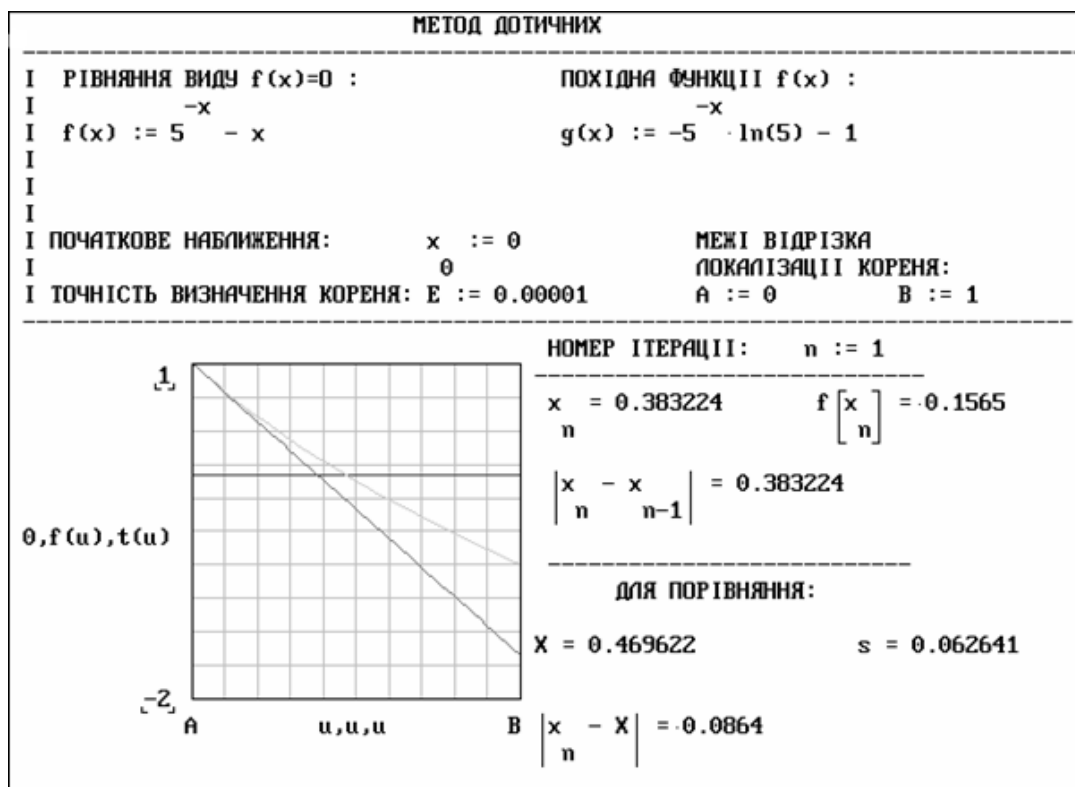


Рис. Д.11.1.

Друга комп'ютерна сторінка допомагає визначити порядок збіжності методу. Для цього використовується апроксимація похибок послідовних наближень до кореня за методом найменших квадратів (рис. Д.11.2), звідки дістається значення порядку збіжності  $p$ .

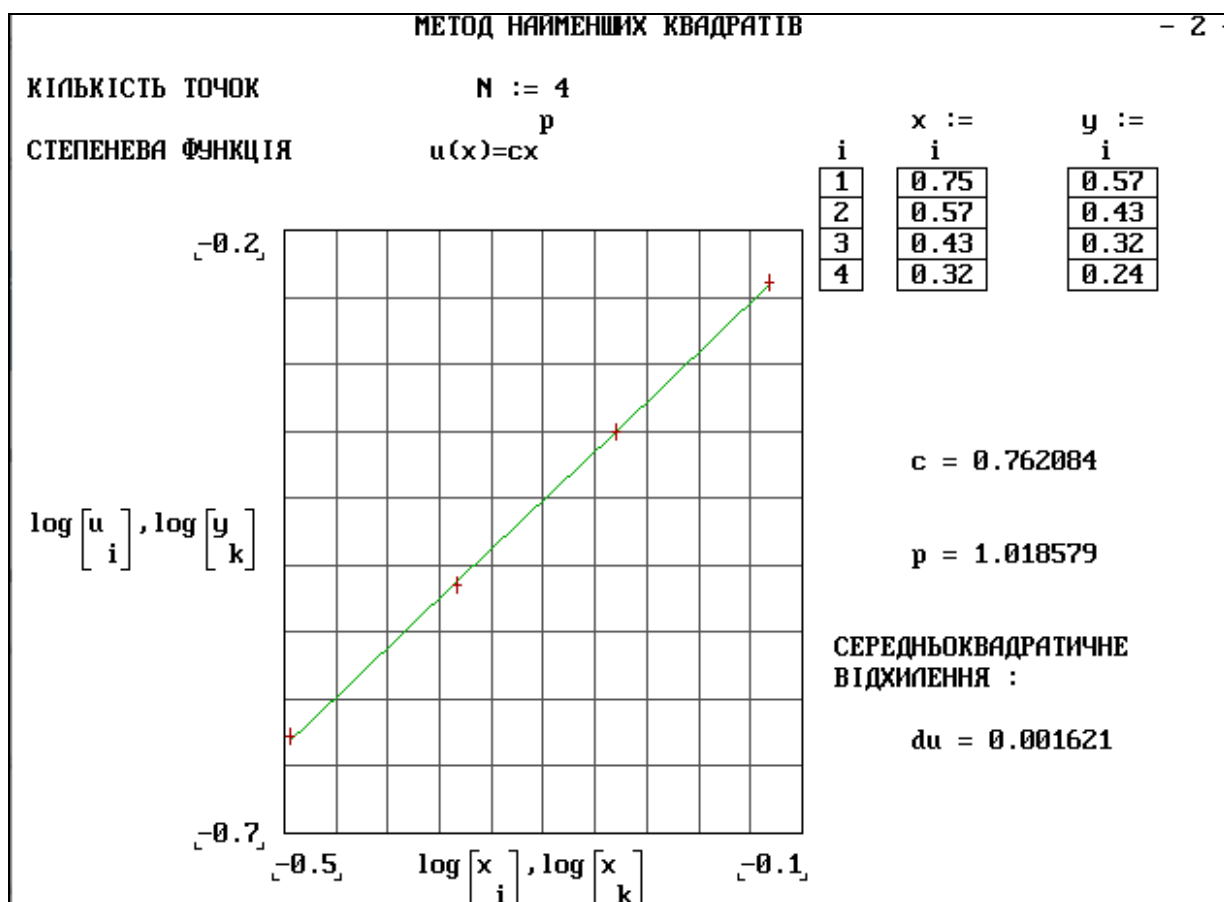


Рис. Д.11.2.

Вхідні дані задачі:

- $f(x) = 0$  - рівняння, корінь якого відшукується;
- $g(x)$  - похідна функції  $f(x)$  :  $g(x) = f'(x)$ ;
- $x_0$  - початкове наближення до кореня;
- $E$  - точність визначення кореня.

Результати, що видаються на екран:

- $x_n$  - значення  $n$ -го наближення до кореня;
- $f(x_n)$  - значення функції у точці  $x_n$ ;
- $s = \left| \frac{f(x_n)f''(x_n)}{(f'(x_n))^2} \right|$  - параметр, необхідний для контролю за умовою збіжності ( $s < 1$ );
- $|x_n - x_{n-1}|$  - модуль різниці двох останніх наближень до кореня;
- $X$  - корінь рівняння, обчислений вбудованими засобами MathCAD;
- $|X - x_n|$  - абсолютна похибка  $n$ -го наближення.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $A, B$  - межі відрізка, на якому локалізовано корінь;
- $n$  - номер ітерації.

### Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (червона лінія);
- графік січної  $t(x) = f(x_{n-1}) + f'(x_{n-1})(x - x_{n-1})$  (синя лінія);
- вісь абсцис (зелена лінія).

### **Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 0
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=30 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 80
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 29 1 17
a1,16,80,15
МЕТОД ДОТИЧНИХ
.EQN 0 60 2 14
TOL:10-13□
.EQN 0 22 1 10
ng:50□
.EQN 0 26 1 13
origin:1□
.TXT 1 -137 1 82
a1,81,80,80
-----
---
.TXT 1 0 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 3 1 25
a1,24,30,23
РІВНЯННЯ ВИДУ f(x)=0 :
.TXT 0 37 1 25
a1,24,40,23
ПОХІДНА ФУНКЦІИ f(x) :
.TXT 0 38 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.EQN 0 3 2 17
f(x):5-x-x□
.EQN 0 37 2 24
g(x):-5-x*ln(5)-1□
.TXT 0 38 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
```



```

a1,3,78,2
I
.TXT 0 78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 26
a1,25,75,24
I ПОЧАТКОВЕ НАБЛИЖЕННЯ:
.EQN 0 30 2 9
x[0:0□
.TXT 0 20 1 16
a1,15,30,14
МЕЖІ ВІДРІЗКА
.TXT 0 28 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 50 1 22
a1,21,29,20
ЛОКАЛІЗАЦІЯ КОРЕНЯ:
.TXT 0 28 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 32
a1,31,76,30
I ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕНЯ:
.EQN 0 30 2 13
E:5*10^-5□
.EQN 0 20 1 8
A:0□
.EQN 0 15 1 8
B:1□
.TXT 0 13 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 2 -78 1 81
a1,80,80,79
-----
--
.TXT 1 39 1 18
a1,17,35,16
НОМЕР ІТЕРАЦІЇ:
.EQN 0 19 1 8
n:4□

```

```
.EQN 0 31 1 12
i:1;n□
.EQN 0 20 5 22
x[i:x[(i-1)-f(x[(i-1))]/g(x[(i-1)))]□
.EQN 0 30 3 13
du:(B-A)/ng□
.EQN 0 20 1 19
u:A,A+du;B□
.EQN 0 30 3 18
f2(x):x"g(x)□
.EQN 0 20 2 13
TOL:10^-8□
.EQN 0 17 6 21
s:|(f(x[n])*f2(x[n])/g(x[n]^2)|□
.EQN 0 33 2 9
c:x[0□
.EQN 0 11 2 14
TOL:10^-13□
.EQN 0 18 1 19
X:root(f(c),c)□
.EQN 0 31 2 44
t(u):f(x[(n-1)]+(u-x[(n-1)])*g(x[(n-1)]))□
.EQN 1 -319 14 39
&&0,f(u),t(u){10,10,13,25,111}@B&A&u,u,u□
.TXT 0 38 1 32
a1,31,42,30
```

---

```
.EQN 1 1 2 17
x[n=?□
.EQN 0 20 3 24
f(x[n]={18996})?□
.EQN 3 -20 3 31
|(x[n-x[(n-1)])=?□
.TXT 3 0 1 30
a1,29,41,28
```

---

```
.EQN 0 51 5 17
q:|(x[n-X])/|(x[(n-1)-X]|□
.TXT 1 -46 1 18
a1,17,41,16
ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ:
.EQN 2 -6 1 16
X=?□
.EQN 0 22 2 22
s=?□
.EQN 2 -22 3 27
|(x[n-X]={18996})?□
.TXT 4 -38 1 80
a1,79,80,78
```

---

```
.TXT 1 25 1 28
a1,27,62,26
МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ
.TXT 0 47 1 9
a1,8,6,7
- 2 -
.EQN 0 23 1 10
Ng:40□
.TXT 2 -95 1 18
a1,17,78,16
КІЛЬКІСТЬ ТОЧОК
.EQN 0 29 1 8
N:4□
```

```

.EQN 0 69 1 12
i:1;N□
.EQN 0 11 1 13
j:1;Ng□
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,45,2
p
.EQN 0 23 6 8
x[i:0.75,0.57,0.43,0.32□
.EQN 0 11 6 8
y[i:0.57,0.43,0.32,0.24□
.EQN 0 28 4 28
z[j:x[1+(x[N-x[1]/(Ng-1)*(j-1)□
.EQN 0 44 1 8
a:1□
.EQN 0 12 1 8
b:2□
.EQN 0 12 1 8
c:2□
.EQN 0 8 1 12
i:1;N□
.EQN 0 15 1 12
k:1;N□
.TXT 0 16 1 10
a1,9,78,8
sorting
.EQN 0 14 1 13
j2:2;N□
.EQN 0 18 2 10
z[1:x[1□
.EQN 0 14 2 34
z[j2:if(x[j2<z[(j2-1),x[j2,z[(j2-1)□
.EQN 0 39 2 9
A:z[N□
.EQN 0 15 2 10
z[1:x[1□
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(x[j2>z[(j2-1),x[j2,z[(j2-1)□
.EQN 0 40 2 9
B:z[N□
.EQN 0 23 1 13
j2:2;N□
.EQN 0 18 2 10
z[1:y[1□
.EQN 0 14 2 34
z[j2:if(y[j2<z[(j2-1),y[j2,z[(j2-1)□
.EQN 0 39 2 15
y.A:z[N*0.8□
.EQN 0 15 2 10
z[1:y[1□
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(y[j2>z[(j2-1),y[j2,z[(j2-1)□
.EQN 0 40 2 15
y.B:z[N*1.2□
.EQN 0 27 3 20
y.A=?□
.TXT 1 -544 1 39
a1,38,77,37
СТЕПЕНЕНЕВА ФУНКЦІЯ          u(x)=cx
.EQN 0 51 5 5
i=□
.EQN 2 88 4 27
M.2x:1/N*k$(log(x[k])^2□
.EQN 0 29 4 23

```

```

M.x:1/N*k*log(x[k])
.EQN 0 24 4 23
M.y:1/N*k*log(y[k])
.EQN 0 26 4 32
M.xy:1/N*k*log(x[k]*log(y[k]))
.EQN 0 34 1 7
given
.EQN 0 9 2 23
M.2x*a+M.x*b+M.xy
.EQN 0 25 2 17
M.x*a+b*M.y
.EQN 0 18 1 16
R:find(a,b)
.EQN 0 18 2 9
a:R[0]
.EQN 0 11 2 9
b:R[1]
.EQN 0 11 3 14
u[i:10^b*x[i]^a]
.EQN 0 25 4 23
du:k*(y[k]-u[k]^2)
.EQN 0 31 4 11
du:\(du/N)
.EQN 0 19 2 10
c:10^b
.EQN 0 15 1 8
p:a
.EQN 1 -434 22 52
&&log(u[i],log(y[k]{9,10,20,34,lp})&&log(x[i],log(x[k]))
.EQN 7 57 1 16
c=?
.EQN 3 0 1 16
p=?
.EQN 1 1061 2 16
y.B=?
.TXT 2 -1066 1 22
a1,21,26,20
СЕРЕДНЬОКВАДРАТИЧНЕ
.TXT 1 0 1 15
a1,14,26,13
ВІДХИЛЕННЯ :
.EQN 2 5 1 17
du=?
.EQN 90 -1 1 17
du=?

```

## Д.12. МЕТОД СІЧНИХ СМ12

Перша комп'ютерна сторінка забезпечує розв'язування рівняння методом січних (рис. Д.12.1).

Друга комп'ютерна сторінка допомагає визначити порядок збіжності методу січних. Для цього використовується апроксимація похибок послідовних наближень до кореня за методом найменших квадратів (рис. Д.12.2), звідки дістається значення порядку збіжності  $p$ .

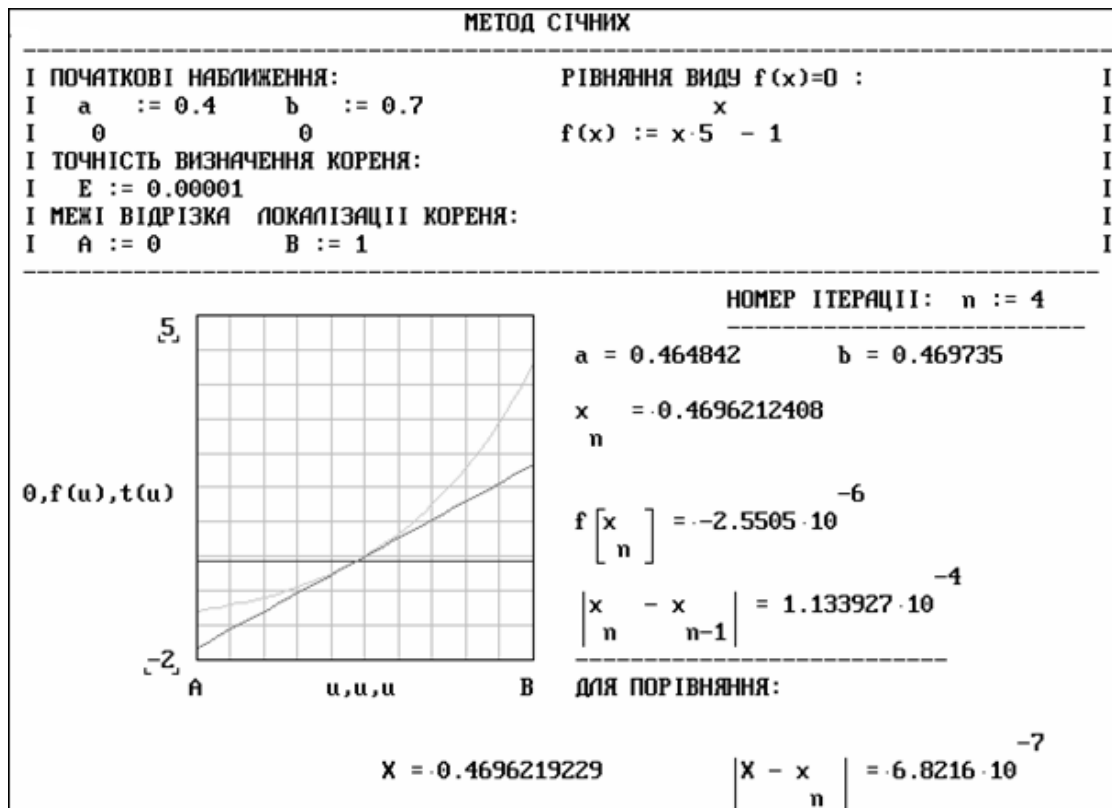


Рис. Д.12.1.

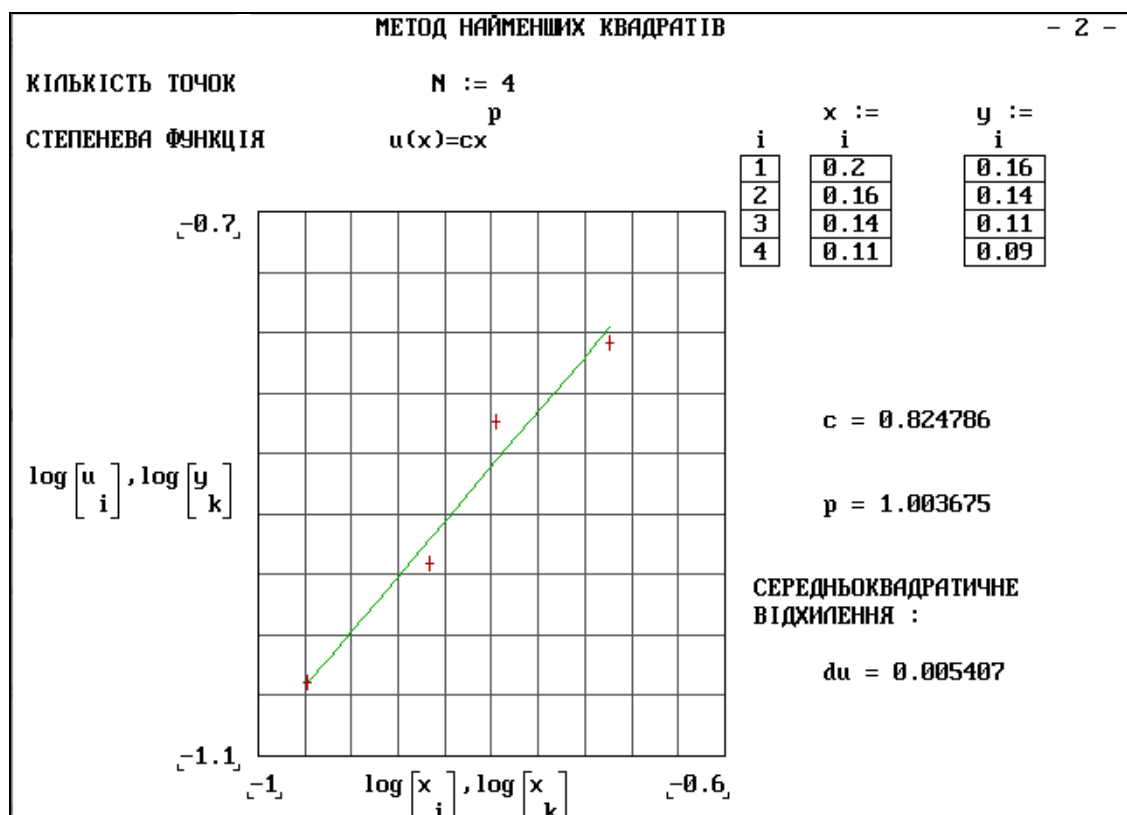


Рис. Д.12.2.

Вхідні дані задачі:

- $f(x) = 0$  - рівняння, корінь якого відшукується;
- $a_0$ ,  $b_0$  - початкові наближення до кореня, які використовуються для побудови січної на першій ітерації;
- $E$  - точність визначення кореня;

Результати, що видаються на екран:

- $a$ ,  $b$  - попередні наближення до кореня, які використовуються для побудови січної на поточній ітерації;
- $x_n$  - значення  $n$ -го наближення до кореня;
- $f(x_n)$  - значення функції у точці  $x_n$ ;
- $|x_n - x_{n-1}|$  - модуль різниці двох останніх наближень до кореня;
- $X$  - корінь рівняння, обчислений вбудованими засобами MathCAD;
- $|X - x_n|$  - абсолютна похибка  $n$ -го наближення.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $A$ ,  $B$  - межі відрізка, на якому локалізовано корінь;
- $n$  - номер ітерації.

Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (червона лінія);
- графік січної  $t(x) = f(a) + \frac{f(b) - f(a)}{b - a}(x - a)$  (синя лінія);
- вісь абсцис (зелена лінія).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 0
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 1
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 80
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 32 1 15
a1,14,80,13
МЕТОД СІЧНИХ
.EQN 0 57 2 14
TOL:10^-14□
.EQN 0 22 1 10
```

```

ng:50□
.EQN 0 18 1 13
ORIGIN:0□
.TXT 1 -129 1 82
a1,81,80,80

```

---

```

---
.TXT 1 0 1 26
a1,25,75,24
І ПОЧАТКОВІ НАБЛИЖЕННЯ:
.TXT 0 39 1 25
a1,24,30,23
РІВНЯННЯ ВИДУ  $f(x)=0$  :
.TXT 0 39 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
І
.EQN 0 4 2 12
a.0:2.1□
.EQN 0 15 2 10
b.0:2□
.EQN 0 20 2 18
f(x):(x-1)^4□
.TXT 0 39 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 0 78 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 32
a1,31,76,30
І ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕНЯ:
.TXT 0 78 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
І
.EQN 0 4 1 14
E:0.00001□
.TXT 0 74 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 18
a1,17,30,16
І МЕЖІ ВІДРІЗКА
.TXT 0 17 1 22
a1,21,29,20
ЛОКАЛІЗАЦІЯ КОРЕНЯ:
.TXT 0 61 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
І
.EQN 0 4 1 10
A:0.5□
.EQN 0 15 1 8
B:2□

```

```
.TXT 0 59 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 81
a1,80,78,79
```

-----

--

```
.TXT 1 51 1 18
a1,17,35,16
HOMEП ITEПAИИИ:
.EQN 0 17 1 9
n:15□
.EQN 0 21 2 11
c[1:a.0□
.EQN 0 14 2 11
c[2:b.0□
.EQN 0 12 1 12
i:1;n□
.EQN 0 16 5 40
c[(i+2):c[(i+1)-f(c[(i+1))*c[(i+1)-c[(i)]]/(f(c[(i+1))-f(c[(i)])))]□
.EQN 0 48 2 13
x.n:c[(n+2)]□
.EQN 0 20 2 9
a:c[(n)]□
.EQN 0 20 2 11
b:c[(n+1)]□
.EQN 0 15 2 11
x[(n-1):b□
.TXT 0 24 1 10
a1,9,80,8
graphic
.EQN 0 11 3 13
du:(B-A)/ng□
.EQN 0 20 1 19
u:A,A+du;B□
.EQN 0 30 3 36
t(x):f(a)+(f(b)-f(a))/(b-a)*(x-a)□
.TXT 0 70 1 9
a1,8,80,7
answer
.EQN 0 21 2 10
c:x.n□
.EQN 0 29 1 19
X:root(f(c),c)□
.EQN 1 -439 14 39
&&0,f(u),t(u){10,10,13,25,111}@B&A&u,u,u□
.TXT 0 51 1 29
a1,28,42,27
```

-----

```
.EQN 1 -11 1 16
a=?□
.EQN 0 19 1 16
b=?□
.EQN 2 -19 2 22
x.n={19002}?□
.EQN 3 0 3 24
f(x.n)={18996}?□
.EQN 3 0 2 27
|(x.n-x[(n-1)])=?□
.TXT 3 0 1 30
a1,29,41,28
```

-----

```
.TXT 1 0 1 18
a1,17,41,16
```



ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ:

```
.EQN 2 11 2 22
|(X-x.n)={18996}?□
.EQN 1 -25 1 20
X={19002}?□
.ТХТ 5 -26 1 80
a1,79,80,78
```

---

```
.ТХТ 1 25 1 28
a1,27,62,26
МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТИВ
.ТХТ 0 47 1 9
a1,8,6,7
- 2 -
.EQN 0 23 1 10
Ng:40□
.ТХТ 2 -95 1 18
a1,17,78,16
КІЛЬКІСТЬ ТОЧОК
.EQN 0 29 1 8
N:4□
.EQN 0 69 1 12
i:1;N□
.EQN 0 11 1 13
j:1;Ng□
.ТХТ 1 -76 1 4
a1,3,45,2
p
.EQN 0 23 6 8
x[i:0.2,0.16,0.14,0.11]□
.EQN 0 11 6 8
y[i:0.16,0.14,0.11,0.09]□
.EQN 0 28 4 28
z[j:x[1+(x[N-x[1]/(Ng-1)*(j-1)]□
.EQN 0 44 1 8
a:1□
.EQN 0 12 1 8
b:2□
.EQN 0 12 1 8
c:2□
.EQN 0 8 1 12
i:1;N□
.EQN 0 15 1 12
k:1;N□
.ТХТ 0 16 1 10
a1,9,78,8
sorting
.EQN 0 14 1 13
j2:2;N□
.EQN 0 18 2 10
z[1:x[1]□
.EQN 0 14 2 34
z[j2:if(x[j2]<z[(j2-1),x[j2,z[(j2-1)]□
.EQN 0 39 2 9
A:z[N]□
.EQN 0 15 2 10
z[1:x[1]□
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(x[j2]>z[(j2-1),x[j2,z[(j2-1)]□
.EQN 0 40 2 9
B:z[N]□
.EQN 0 23 1 13
j2:2;N□
```

```

.EQN 0 18 2 10
z[1:y[1]
.EQN 0 14 2 34
z[j2:if(y[j2]<z[(j2-1),y[j2,z[(j2-1)])
.EQN 0 39 2 15
y.A:z[N*0.8]
.EQN 0 15 2 10
z[1:y[1]
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(y[j2]>z[(j2-1),y[j2,z[(j2-1)])
.EQN 0 40 2 15
y.B:z[N*1.2]
.EQN 0 27 3 20
y.A=?
.TXT 1 -544 1 39
a1,38,77,37
СТЕПЕНЕВА ФУНКЦІЯ          u(x)=cx
.EQN 0 51 5 5
i=
.EQN 2 88 4 27
M.2x:1/N*k$(log(x[k]))^2
.EQN 0 29 4 23
M.x:1/N*k$log(x[k])
.EQN 0 24 4 23
M.y:1/N*k$log(y[k])
.EQN 0 26 4 32
M.xy:1/N*k$log(x[k])*log(y[k])
.EQN 0 34 1 7
given
.EQN 0 9 2 23
M.2x*a+M.x*bŷM.xy
.EQN 0 25 2 17
M.x*a+bŷM.y
.EQN 0 18 1 16
R:find(a,b)
.EQN 0 18 2 9
a:R[0]
.EQN 0 11 2 9
b:R[1]
.EQN 0 11 3 14
u[i:10^b*x[i]^a
.EQN 0 25 4 23
du:k$(y[k-u[k]]^2
.EQN 0 31 4 11
du:\(du/N)
.EQN 0 19 2 10
c:10^b
.EQN 0 15 1 8
p:a
.EQN 1 -434 22 52
&&log(u[i],log(y[k]{9,10,20,34,lp})@&&log(x[i],log(x[k])
.EQN 7 57 1 16
c=?
.EQN 3 0 1 16
p=?
.TXT 3 -5 1 22
a1,21,26,20
СЕРЕДНЬОКВАДРАТИЧНЕ
.TXT 1 0 1 15
a1,14,26,13
ВІДХИЛЕННЯ :
.EQN 2 5 1 17
du=?

```

### Д.13. МЕТОД ПРЯМОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ (МЕТОД ПАРАБОЛ) СМ13

Перша комп'ютерна сторінка забезпечує розв'язування рівняння методом прямої інтерполяції (рис. Д.13.1).

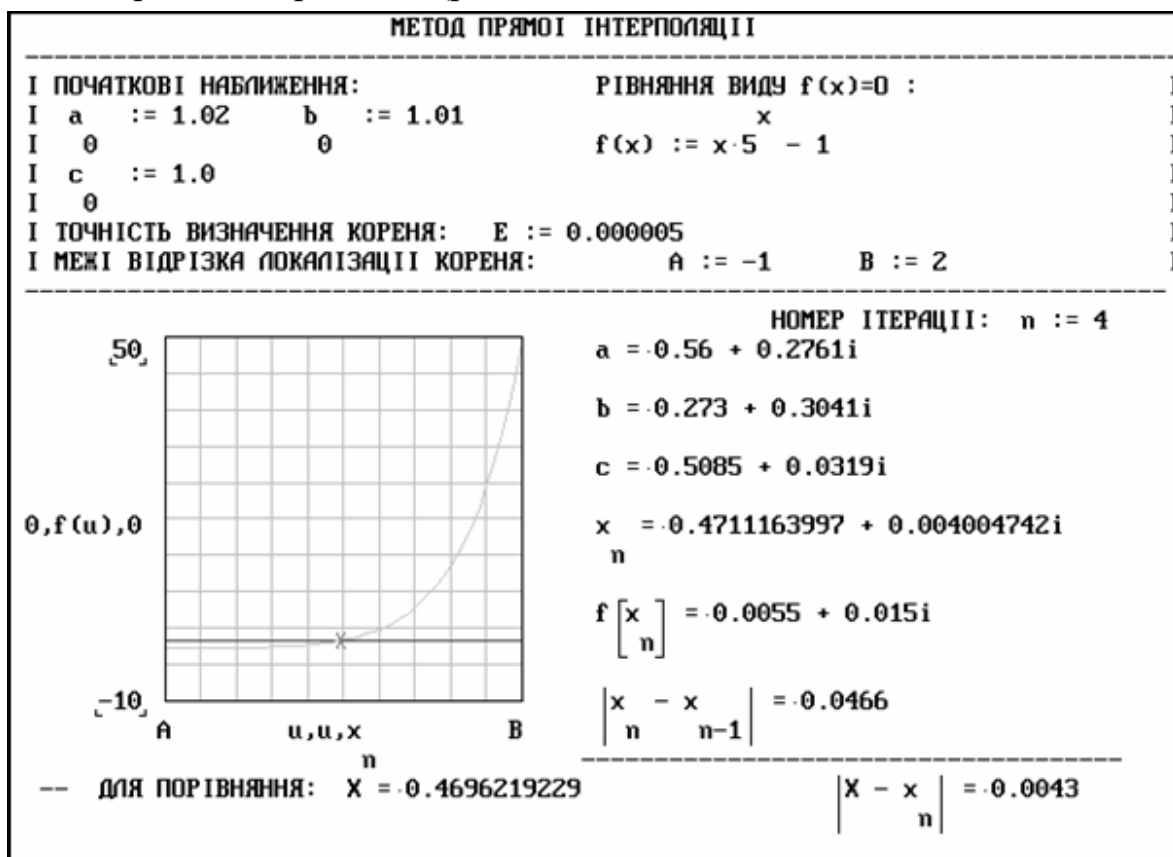


Рис. Д.13.1.

Друга комп'ютерна сторінка допомагає визначити порядок збіжності методу прямої інтерполяції. Для цього використовується апроксимація похибок послідовних наближень до кореня за методом найменших квадратів (рис. Д.13.2), звідки дістається значення порядку збіжності  $p$ .

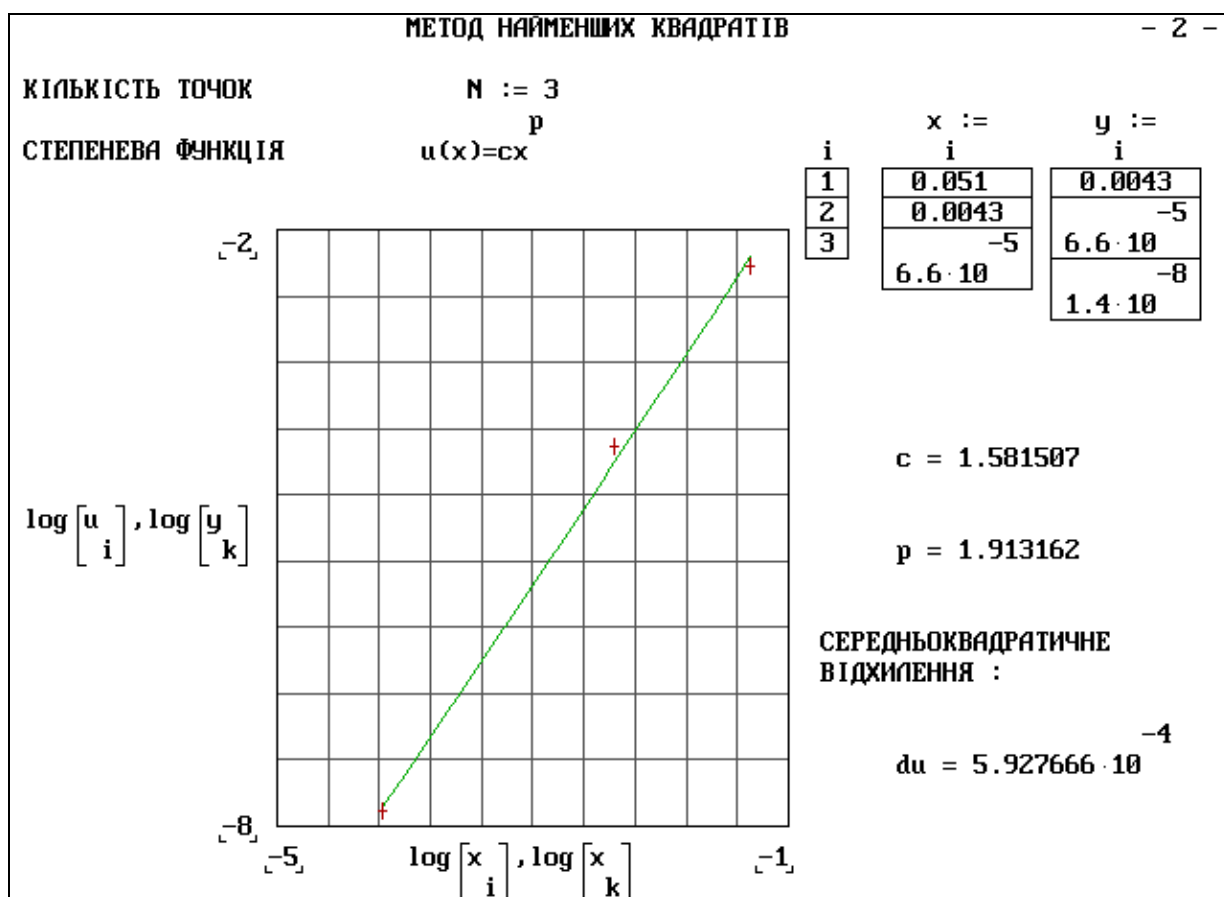


Рис. Д.13.2.

Вхідні дані задачі:

- $f(x) = 0$  - рівняння, корінь якого відшукується;
- $a_0, b_0, c_0$  - початкові наближення до кореня, які використовуються для побудови параболи на першій ітерації;
- $E$  - точність визначення кореня;

Результати, що видаються на екран:

- $a, b, c$  - попередні наближення до кореня, які використовуються для побудови параболи на поточній ітерації;
- $x_n$  - значення кореня, обчислене за методом січних після  $n$  ітерацій;
- $f(x_n)$  - значення функції у точці  $x_n$ ;
- $|x_n - x_{n-1}|$  - модуль різниці двох останніх наближень до кореня;
- $X$  - корінь рівняння, обчислений вбудованими засобами MathCAD;
- $|X - x_n|$  - абсолютна похибка  $n$ -го наближення.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $A, B$  - межі відрізка, на якому локалізовано корінь;
- $n$  - номер ітерації.

### Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (червона лінія);
- наближене значення кореня  $x_n$  (синя позначка);
- вісь абсцис (зелена лінія).

### Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD

```
.MCD 25000 0
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 80
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 25 1 28
a1,27,80,26
МЕТОД ПРЯМОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ
.EQN 0 64 2 14
TOL:10^-13□
.EQN 0 22 1 10
ng:50□
.EQN 0 26 1 13
origin:0□
.EQN 0 26 1 13
i:1;20□
.EQN 0 18 2 9
x[i:0□
.TXT 1 -181 1 82
a1,81,80,80
-----
---
.TXT 1 0 1 26
a1,25,75,24
І ПОЧАТКОВІ НАБЛИЖЕННЯ:
.TXT 0 39 1 25
a1,24,30,23
РІВНЯННЯ ВИДУ  $f(x)=0$  :
.TXT 0 39 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.EQN 0 3 2 13
a.0:1.02□
.EQN 0 16 2 13
b.0:1.01□
.EQN 0 20 2 18
f(x):x*5^x-1□
```

```

.TXT 0 39 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.EQN 0 3 2 12
c.0:1.0□
.TXT 0 75 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 32
a1,31,76,30
I ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕНЯ:
.EQN 0 32 1 15
E:0.000005□
.TXT 0 46 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 38
a1,37,80,36
I МЕЖІ ВІДРІЗКА ЛОКАЛІЗАЦІЇ КОРЕНЯ:
.EQN 0 44 1 9
A:-1□
.EQN 0 13 1 8
B:2□
.TXT 0 21 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 81
a1,80,78,79
-----
--
.TXT 1 51 1 18
a1,17,35,16
НОМЕР ІТЕРАЦІЇ:
.EQN 0 17 1 8
n:4□
.EQN 0 21 2 11
x[0:a.0□
.EQN 0 14 2 11
x[1:b.0□
.EQN 0 15 2 11
x[2:c.0□
.EQN 0 15 1 12
n:n+2□
.EQN 0 16 1 16
i:2;n-1□
.EQN 0 20 2 18
vc(x,i):f(x[i])□
.EQN 0 28 5 28
df(x,i):(f(x[i])-f(x[(i-1)]))/(x[i]-x[(i-1)])□

```

```

.EQN 0 34 4 35
d2f(x,i):(df(x,i)-df(x,i-1))/(x[i-x[(i-2)])]
.EQN 0 48 2 43
vb(x,i):(x[i-x[(i-1)])]*d2f(x,i)+df(x,i))
.EQN 0 50 1 21
va(x,i):d2f(x,i)
.EQN 0 28 1 37
min(t1,t2):if(|t1|<|t2|,t1,t2)
.EQN 0 48 1 25
D(a,b,c):b*b-4*a*c
.EQN 0 49 1 18
vb(x,2)=?
.EQN 0 25 4 97
x[(i+1):x[i+min((-vb(x,i)-\D(va(x,i),vb(x,i),vc(x,i)))/(2*va(x,i)),(-
vb(x,i)+\D(va(x,i),vb(x,i),vc(x,i)))/(2*va(x,i)))]
.EQN 0 100 21 23
x=?
.EQN 0 18 2 22
x[n=?
.EQN 0 18 2 11
a:x[(n-3)]
.EQN 0 15 2 11
b:x[(n-2)]
.EQN 0 13 2 11
c:x[(n-1)]
.TXT 0 16 1 9
a1,8,80,7
grapic
.EQN 0 20 3 13
du:(B-A)/ng
.EQN 0 20 1 19
u:A,A+du;B
.TXT 0 29 1 9
a1,8,80,7
answer
.EQN 0 21 2 19
z:c.0+0.001i
.EQN 0 29 4 20
X:root(f(z),z)
.EQN 1 -778 15 36
&&0,f(u),0{10,10,13,25,11xxx}@B&A&u,u,x[n
.EQN 0 39 1 22
a={18996}?
.EQN 2 0 1 23
b={18996}?
.EQN 2 0 1 24
c={18996}?
.EQN 2 0 2 36
x[n={19002}?
.EQN 3 0 2 27
f(x[n]={18996}?
.EQN 3 0 2 24
|(x[n-x[(n-1)])={18996}?
.TXT 2 -1 1 40
a1,39,42,38
-----
.TXT 1 -37 1 5
a1,4,41,3
--
.TXT 0 4 1 18
a1,17,41,16
ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ:
.EQN 0 17 1 20
X={19002}?

```

```

.EQN 0 33 2 21
|(X-x[n]={18996})?□
.TXT 7 -55 1 80
a1,79,80,78
-----
-
.TXT 1 25 1 28
a1,27,62,26
МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ
.TXT 0 47 1 9
a1,8,6,7
- 2 -
.EQN 0 23 1 10
Ng:40□
.TXT 2 -95 1 18
a1,17,78,16
КІЛЬКІСТЬ ТОЧОК
.EQN 0 29 1 8
N:3□
.EQN 0 69 1 12
i:1;N□
.EQN 0 11 1 13
j:1;Ng□
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,45,2
p
.EQN 0 23 6 12
x[i:0.051,0.0043,6.6*10^-5□
.EQN 0 11 7 12
y[i:0.0043,6.6*10^-5,1.4*10^-8□
.EQN 0 28 4 28
z[j:x[1+(x[N-x[1)/(Ng-1)*(j-1)]□
.EQN 0 44 1 8
a:1□
.EQN 0 12 1 8
b:2□
.EQN 0 12 1 8
c:2□
.EQN 0 8 1 12
i:1;N□
.EQN 0 15 1 12
k:1;N□
.TXT 0 16 1 10
a1,9,78,8
sorting
.EQN 0 14 1 13
j2:2;N□
.EQN 0 18 2 10
z[1:x[1□
.EQN 0 14 2 34
z[j2:if(x[j2]<z[(j2-1)],x[j2],z[(j2-1)])□
.EQN 0 39 2 9
A:z[N□
.EQN 0 15 2 10
z[1:x[1□
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(x[j2]>z[(j2-1)],x[j2],z[(j2-1)])□
.EQN 0 40 2 9
B:z[N□
.EQN 0 23 1 13
j2:2;N□
.EQN 0 18 2 10
z[1:y[1□
.EQN 0 14 2 34

```



```

z[j2:if(y[j2]<z[(j2-1),y[j2],z[(j2-1)])]
.EQN 0 39 2 15
y.A:z[N*0.8]
.EQN 0 15 2 10
z[1:y[1]
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(y[j2]>z[(j2-1),y[j2],z[(j2-1)])]
.EQN 0 40 2 15
y.B:z[N*1.2]
.EQN 0 27 3 18
y.A=?
.TXT 1 -544 1 39
a1,38,77,37
СТЕПЕНЕНОВА ФУНКЦІЯ          u(x)=cx
.EQN 0 51 4 5
i=
.EQN 2 88 4 27
M.2x:1/N*k$(log(x[k]))^2
.EQN 0 29 4 23
M.x:1/N*k$log(x[k])
.EQN 0 24 4 23
M.y:1/N*k$log(y[k])
.EQN 0 26 4 32
M.xy:1/N*k$log(x[k]*log(y[k])
.EQN 0 34 1 7
given
.EQN 0 9 2 23
M.2x*a+M.x*bŷM.xy
.EQN 0 25 2 17
M.x*a+bŷM.y
.EQN 0 18 1 16
R:find(a,b)
.EQN 0 18 2 9
a:R[0]
.EQN 0 11 2 9
b:R[1]
.EQN 0 11 3 14
u[i:10^b*x[i]^a
.EQN 0 25 4 23
du:k$(y[k-u[k]]^2
.EQN 0 31 4 11
du:\(du/N)
.EQN 0 19 2 10
c:10^b
.EQN 0 15 1 8
p:a
.EQN 1 -434 22 52
&&log(u[i],log(y[k]{9,10,20,34,lp})&&log(x[i],log(x[k])
.EQN 7 57 1 16
c=?
.EQN 3 0 1 16
p=?
.TXT 3 -5 1 22
a1,21,26,20
СЕРЕДНЬОКВАДРАТИЧНЕ
.TXT 1 0 1 15
a1,14,26,13
ВІДХИЛЕННЯ :
.EQN 2 5 2 22
du=?

```

## Д.14. МЕТОД ОБЕРНЕНОЇ КВАДРАТИЧНОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ СМ14

Перша комп'ютерна сторінка забезпечує розв'язування рівняння методом оберненої квадратичної інтерполяції (рис. Д.14.1).

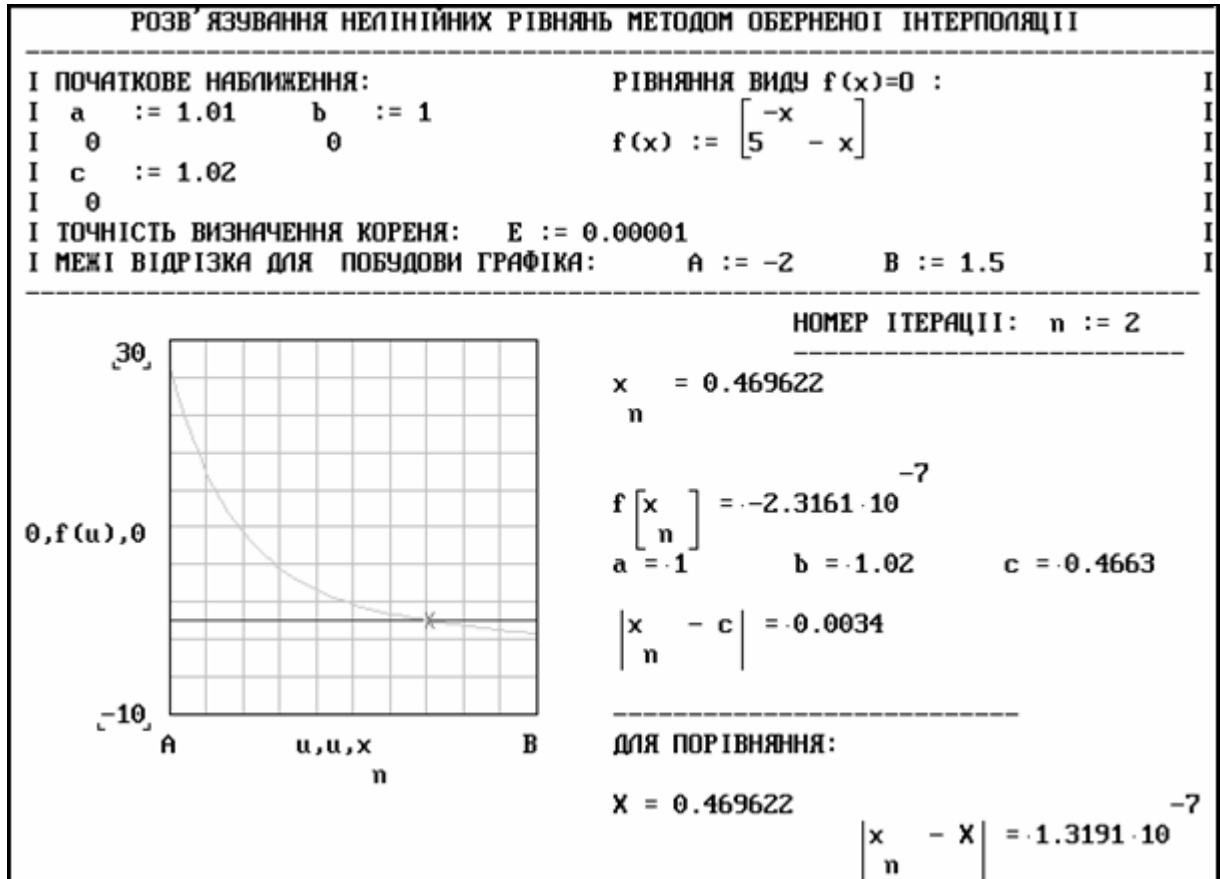


Рис. Д.14.1.

Друга комп'ютерна сторінка допомагає визначити порядок збіжності методу оберненої квадратичної інтерполяції. Для цього використовується апроксимація похибок послідовних наближень до кореня за методом найменших квадратів (рис. Д.14.2), звідки дістається значення порядку збіжності  $p$ .

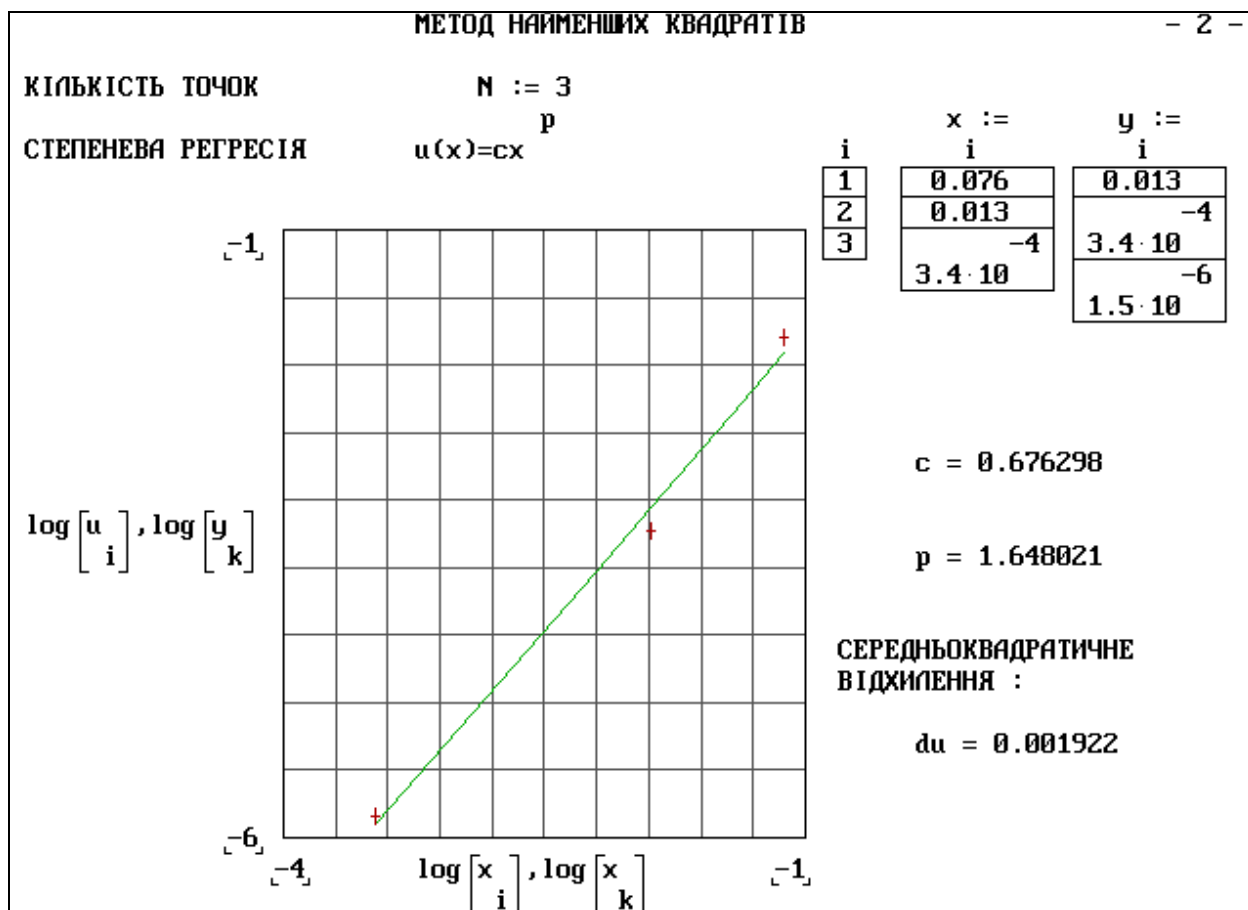


Рис. Д.14.2.

Вхідні дані задачі:

- $f(x) = 0$  - рівняння, корінь якого відшукується;
- $a_0, b_0, c_0$  - початкові наближення до кореня, які використовуються для побудови параболи на першій ітерації;
- $E$  - точність визначення кореня;

Результати, що видаються на екран:

- $a, b, c$  - попередні наближення до кореня, які використовуються для побудови параболи на поточній ітерації;
- $x_n$  - значення кореня, обчислене за методом оберненої квадратичної інтерполяції після  $n$  ітерацій;
- $f(x_n)$  - значення функції у точці  $x_n$ ;
- $|x_n - x_{n-1}|$  - модуль різниці двох останніх наближень до кореня;
- $X$  - корінь рівняння, обчислений вбудованими засобами MathCAD;

- $|X - x_n|$  - абсолютна похибка  $n$ -го наближення.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $A, B$  - межі відрізка, на якому локалізовано корінь;
- $n$  - номер ітерації.

Графічна інформація:

- графік функції  $f(x)$  (червона лінія);
- наближене значення кореня  $x_n$  (синя позначка);
- вісь абсцис (зелена лінія).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 0
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 80
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 18 1 44
a1,43,80,42
МЕТОД ОБЕРНЕНОЇ КВАДРАТИЧНОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ
.EQN 0 71 2 14
TOL:10^-13□
.EQN 0 22 1 10
ng:50□
.EQN 0 26 1 13
origin:1□
.EQN 0 26 1 13
i:1;20□
.EQN 0 18 2 9
c[i:0□
.TXT 1 -181 1 82
a1,81,80,80
-----
---
.TXT 1 0 1 26
a1,25,75,24
І ПОЧАТКОВІ НАБЛИЖЕННЯ:
.TXT 0 39 1 25
a1,24,30,23
РІВНЯННЯ ВИДУ  $f(x)=0$  :
.TXT 0 39 1 4
a1,3,78,2
І
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
```

```

I
.EQN 0 3 2 13
a.0:1.02□
.EQN 0 16 2 13
b.0:1.01□
.EQN 0 20 2 18
f(x):x*5^x-1□
.TXT 0 39 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.EQN 0 3 2 10
c.0:1□
.TXT 0 75 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 0 78 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 32
a1,31,76,30
I ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕНЯ:
.EQN 0 32 1 14
E:0.00001□
.TXT 0 46 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 38
a1,37,80,36
I МЕЖІ ВІДРІЗКА ЛОКАЛІЗАЦІЇ КОРЕНЯ:
.EQN 0 44 1 9
A:-2□
.EQN 0 13 1 10
B:1.5□
.TXT 0 21 1 4
a1,3,78,2
I
.TXT 1 -78 1 81
a1,80,78,79
-----
--
.TXT 1 51 1 18
a1,17,35,16
НОМЕР ІТЕРАЦІЇ:
.EQN 0 17 1 8
n:5□
.EQN 0 21 2 11
c[0:a.0□
.EQN 0 14 2 11
c[1:b.0□
.EQN 0 15 2 11
c[2:c.0□
.EQN 0 31 1 16

```

```

i:2;n+1□
.EQN 0 30 5 125
c[(i+1):(c[i]*f(c[(i-2))*f(c[(i-1))]/((f(c[i]-f(c[(i-2]))*(f(c[i]-f(c[(i-1])))+c[(i-1)*f(c[(i-2))*f(c[i])]/((f(c[(i-1))-f(c[(i-2]))*(f(c[(i-1))-f(c[i])))+c[(i-2)*f(c[i]*f(c[(i-1))]/((f(c[(i-2))-f(c[i])*(f(c[(i-2))-f(c[(i-1]))))□
.EQN 0 150 2 13
x.n:c[(n+2)□
.EQN 0 20 2 11
a:c[(n-1)□
.EQN 0 20 2 9
b:c[(n)□
.EQN 0 18 2 11
c:c[(n+1)□
.EQN 0 19 2 13
x[(n-1):c□
.TXT 0 33 1 9
a1,8,80,7
grapic
.EQN 0 20 3 13
du:(B-A)/ng□
.EQN 0 20 1 19
u:A,A+du;B□
.TXT 0 29 1 9
a1,8,80,7
answer
.EQN 0 21 2 10
z:x.n□
.EQN 0 29 1 19
X:root(f(z),z)□
.EQN 1 -558 15 36
&&0,f(u),0{10,10,13,25,11xxx}@B&A&u,u,x.n□
.EQN 0 39 1 16
a={18998}?□
.EQN 2 0 1 16
b={18998}?□
.EQN 2 0 1 16
c={18998}?□
.EQN 2 0 2 22
x.n={19002}?□
.EQN 3 0 3 24
f(x.n)={18996}?□
.EQN 3 0 3 30
|(x.n-x[(n-1))={18996}?□
.TXT 2 0 1 39
a1,38,41,37
-----
.TXT 1 -39 1 22
a1,21,80,20
--- ДЛІЯ ПОРІВНЯННЯ:
.EQN 0 21 1 20
X={19002}?□
.EQN 0 27 3 27
|(x.n-X)={18996}?□
.TXT 4 -48 1 80
a1,79,80,78
-----
-
.TXT 1 25 1 28
a1,27,62,26
МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ
.TXT 0 47 1 9
a1,8,6,7
- 2 -

```

```

.EQN 0 23 1 10
Ng:40
.TXT 2 -95 1 18
a1,17,78,16
КІЛЬКІСТЬ ТОЧОК
.EQN 0 29 1 8
N:3
.EQN 0 69 1 12
i:1;N
.EQN 0 11 1 13
j:1;Ng
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,45,2
p
.EQN 0 23 6 12
x[i:0.076,0.013,3.4*10^-4
.EQN 0 11 7 12
y[i:0.013,3.4*10^-4,1.5*10^-6
.EQN 0 28 4 28
z[j:x[1+(x[N-x[1]/(Ng-1)*(j-1)
.EQN 0 44 1 8
a:1
.EQN 0 12 1 8
b:2
.EQN 0 12 1 8
c:2
.EQN 0 8 1 12
i:1;N
.EQN 0 15 1 12
k:1;N
.TXT 0 16 1 10
a1,9,78,8
sorting
.EQN 0 14 1 13
j2:2;N
.EQN 0 18 2 10
z[1:x[1
.EQN 0 14 2 34
z[j2:if(x[j2<z[(j2-1),x[j2,z[(j2-1)
.EQN 0 39 2 9
A:z[N
.EQN 0 15 2 10
z[1:x[1
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(x[j2>z[(j2-1),x[j2,z[(j2-1)
.EQN 0 40 2 9
B:z[N
.EQN 0 23 1 13
j2:2;N
.EQN 0 18 2 10
z[1:y[1
.EQN 0 14 2 34
z[j2:if(y[j2<z[(j2-1),y[j2,z[(j2-1)
.EQN 0 39 2 15
y.A:z[N*0.8
.EQN 0 15 2 10
z[1:y[1
.EQN 0 13 2 34
z[j2:if(y[j2>z[(j2-1),y[j2,z[(j2-1)
.EQN 0 40 2 15
y.B:z[N*1.2
.EQN 0 27 3 20
y.A=?
.TXT 1 -544 1 38

```

```

a1,37,77,36
СТЕПЕНЕВА РЕГРЕСІЯ      u(x)=cx
.EQN 0 51 4 5
i=□
.EQN 2 88 4 27
M.2x:1/N*k$(log(x[k]))^2□
.EQN 0 29 4 23
M.x:1/N*k$log(x[k])□
.EQN 0 24 4 23
M.y:1/N*k$log(y[k])□
.EQN 0 26 4 32
M.xy:1/N*k$log(x[k]*log(y[k])□
.EQN 0 34 1 7
given□
.EQN 0 9 2 23
M.2x*a+M.x*bŷM.xy□
.EQN 0 25 2 17
M.x*a+bŷM.y□
.EQN 0 18 1 16
R:find(a,b)□
.EQN 0 18 2 9
a:R[0□
.EQN 0 11 2 9
b:R[1□
.EQN 0 11 3 14
u[i:10^b*x[i]^a□
.EQN 0 25 4 23
du:k$(y[k-u[k]^2□
.EQN 0 31 4 11
du:\(du/N)□
.EQN 0 19 2 10
c:10^b□
.EQN 0 15 1 8
p:a□
.EQN 1 -434 22 52
&&log(u[i],log(y[k]{9,10,20,34,lp})&&log(x[i],log(x[k])□
.EQN 7 57 1 16
c=?□
.EQN 3 0 1 16
p=?□
.ТХТ 3 -5 1 22
a1,21,26,20
СЕРЕДНЬОКВАДРАТИЧНЕ
.ТХТ 1 0 1 15
a1,14,26,13
ВІДХИЛЕННЯ :
.EQN 2 5 1 17
du=?□

```

## Д.15. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ ЕЙЛЕРА СМ15

Комп'ютерна сторінка забезпечує розв'язування диференціальних рівнянь методом Ейлера (рис. Д.15.1).



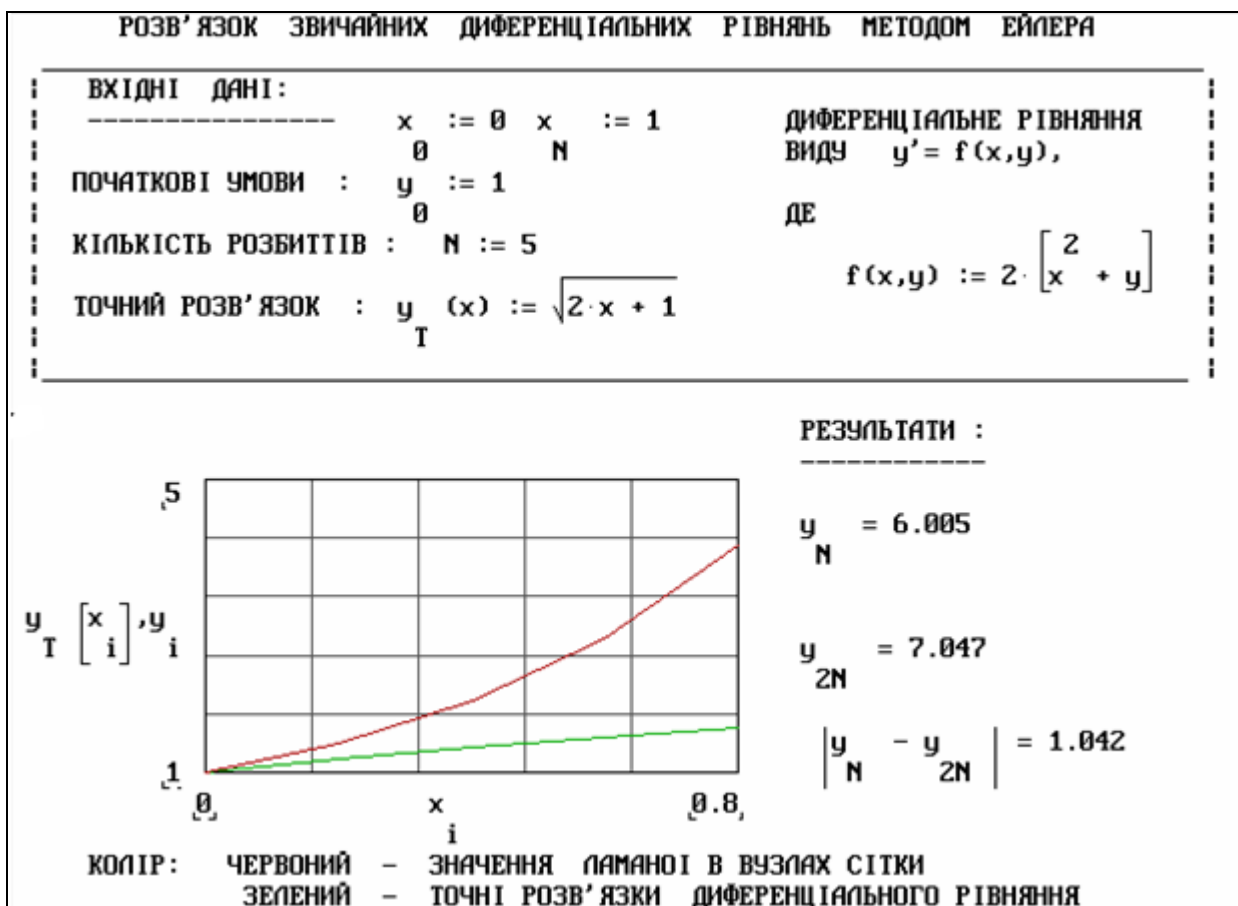


Рис. Д.15.1.

Вхідні дані задачі:

- $f(x, y)$  - диференціальне рівняння, яке потрібно розв'язати;
- $x_0, y_0, x_N$  - початкові умови для розв'язання рівняння;
- $y_T(x)$  - точний розв'язок диференційного рівняння.

Результати, що видаються на екран:

- $y_N$  - значення функції у точці  $N$ ;
- $y_{2N}$  - значення функції у точці  $N+1$ ;
- $|y_N - y_{2N}|$  - модуль різниці двох останніх наближень до кореня.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $N$  - кількість точок розбиття інтервалу  $[x_0, x_N]$ .

Графічна інформація:

- значення ламаної в вузлах сітки (червона лінія);
- точні розв'язки диференціального рівняння (зелена лінія).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 0
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=3 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 78
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 2 1 71
a1,70,68,69
    РОЗВ'ЯЗОК ЗВИЧАЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ ЕЙЛЕРА
.TXT 1 -1 1 78
a1,77,77,76

-----
.TXT 1 -1 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 3 1 17
a1,16,76,15
    ВХІДНІ ДАНІ:
.TXT 0 73 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 4 1 19
a1,18,74,17
-----
.EQN 0 20 2 9
x[0:0□
.EQN 0 9 2 10
x.N:1□
.TXT 0 16 1 26
a1,25,29,24
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ
.TXT 0 27 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 49 1 21
a1,20,29,19
ВИДУ  $y' = f(x, y)$ ,
.TXT 0 27 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,78,2
```

```

|
.TXT 0 3 1 21
a1,20,75,19
ПОЧАТКОВІ УМОВИ :
.EQN 0 21 2 9
y[0:1□
.TXT 0 52 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 49 1 5
a1,4,29,3
ДЕ
.TXT 0 27 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 3 2 25
a2,24,73,24
КІЛЬКІСТЬ РОЗБИТТІВ :□

.EQN 0 24 1 8
N:5□
.EQN 0 26 2 22
f(x,y):2*(x^2+y)□
.TXT 0 23 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 24 3 20
y.T(x):\ (2*x+1)□
.TXT 0 52 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 3 1 22
a1,21,74,20
ТОЧНИЙ РОЗВ'ЯЗОК :
.TXT 0 73 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -76 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 76 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 4 4 15
h:(x.N-x[0])/N□
.EQN 0 20 1 12
i:1;N□
.TXT 1 -100 1 80
a1,79,78,78
|
|
.TXT 0 76 1 4

```

```

a1,3,78,2
|
.EQN 0 24 2 16
x[i:x[(i-1)+h]
.TXT 2 -50 1 16
a1,15,21,14
РЕЗУЛЬТАТИ :
.TXT 1 0 1 15
a1,14,28,13
-----
.EQN 0 46 2 29
y[i:y[(i-1)+h*f(x[(i-1),y[(i-1))
.EQN 0 30 2 18
dY[(i):y[i-y[(i-1)
.EQN 0 19 1 16
i:0;N-1
.EQN 0 19 2 11
y.N:y[N
.EQN 1 -164 12 48
&&y.T(x[i],y[i{5,5,10,35,11}@&&x[i
.EQN 1 50 2 15
y.N=?
.EQN 1 47 1 10
n:2*N
.EQN 1 -17 4 15
H:(x.N-x[0)/n
.EQN 0 17 1 12
i:1;n
.EQN 1 0 2 16
x[i:x[(i-1)+H
.EQN 0 18 2 29
y[i:y[(i-1)+H*f(x[(i-1),y[(i-1))
.EQN 0 49 2 12
y.2N:y[n
.EQN 1 -114 2 16
y.2N=?
.EQN 3 1 2 24
|(y.N-y.2N)=?
.TXT 4 -48 1 54
a1,53,75,52
КОЛІР: ЧЕРВОНИЙ - ЗНАЧЕННЯ ЛАМАНОЇ В ВУЗЛАХ СІТКИ
.TXT 1 11 1 62
a1,61,66,59
ЗЕЛЕНИЙ - ТОЧНІ РОЗВ'ЯЗКИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ

```

## Д.16. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА СМ16

Комп'ютерна сторінка забезпечує розв'язування диференціальних рівнянь методом Рунге-Кутта (рис. Д.16.1).

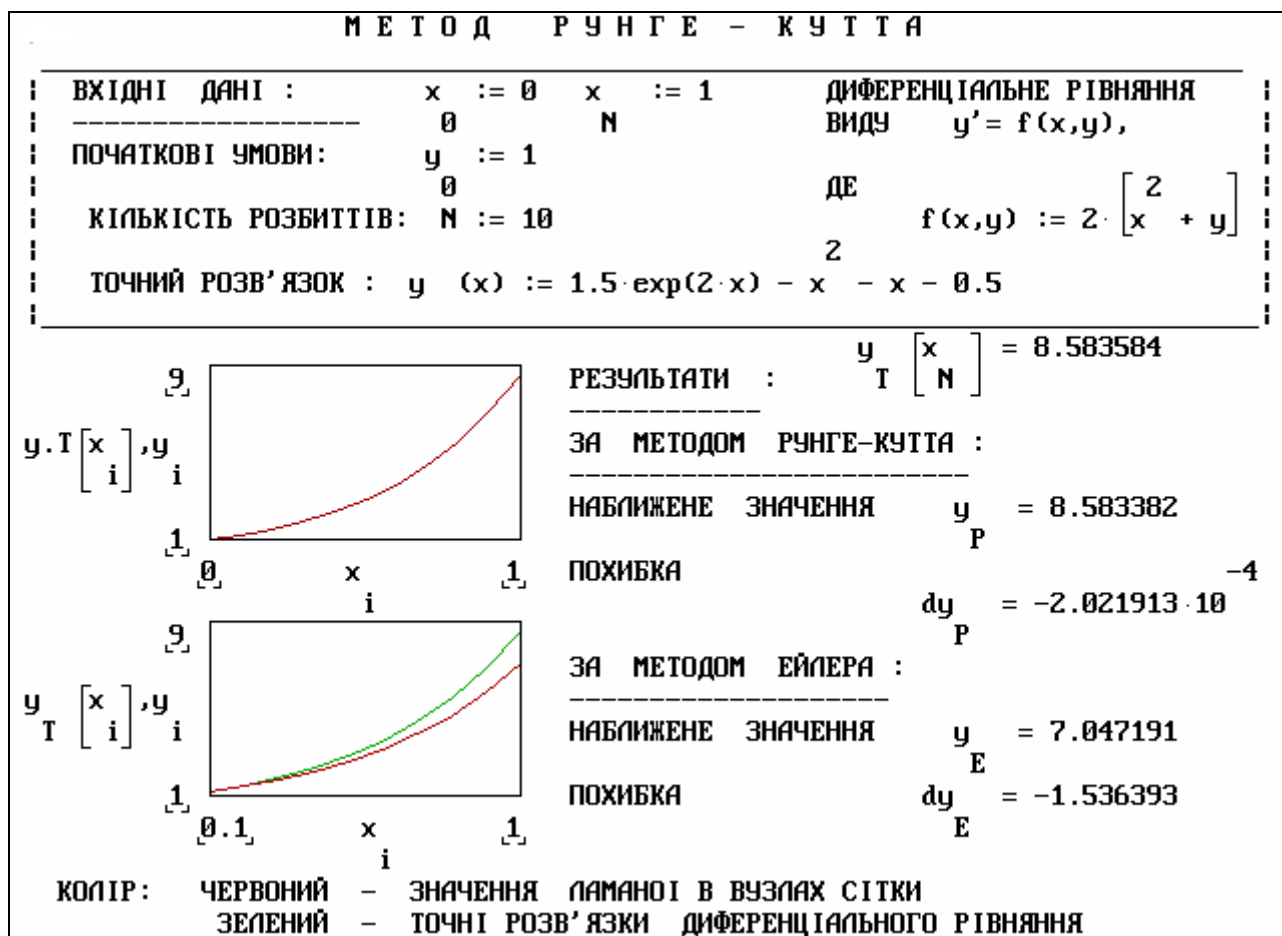


Рис. Д.16.1.

Вхідні дані задачі:

- $f(x, y)$  - диференціальне рівняння, яке потрібно розв'язати;
- $x_0, y_0, x_N$  - початкові умови для розв'язання рівняння;
- $y_T(x)$  - точний розв'язок диференційного рівняння.

Результати, що видаються на екран:

- $y_T(x_N)$  - значення функції у точці  $x_N$ ;
- $y_P$  - наближені результати розв'язку за методом Рунге-Кутта;
- $dy_P$  - абсолютна похибка при розв'язуванні диференціального рівняння за методом Рунге-Кутта;
- $y_E$  - наближені результати розв'язку за методом Ейлера;
- $dy_E$  - абсолютна похибка при розв'язуванні диференціального рівняння за методом Ейлера.

Дані, значення яких встановлює користувач:

- $N$  – кількість точок розбиття інтервалу  $[x_0, x_N]$ .

Графічна інформація:

- значення ламаної в вузлах сітки (червона лінія);
- точні розв'язки диференціального рівняння (зелена лінія).

**Програмний код у внутрішньому поданні MathCAD**

```
.MCD 25000 0
.CMD SURFACEFORMAT rot=10 tilt=35 vScale=20 size=15,30
.CMD SKETCHFORMAT mag=1.000000,1.000000 center=0.500000,0.500000 size=15,30
box=y
.CMD PLOTFORMAT logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1
.CMD FORMAT rd=d ct=10 im=i et=3 zt=15 pr=6 mass length time charge
.CMD SET ORIGIN 0
.CMD SET TOL 0.001000
.CMD MARGIN 0
.CMD LINELENGTH 78
.CMD SET PRNCOLWIDTH 8
.CMD SET PRNPRECISION 4
.TXT 0 5 1 63
a1,62,73,2

.TXT 0 15 1 39
a1,38,62,37
М Е Т О Д      Р У Н Г Е  -  К У Т Т А
.TXT 1 -20 1 79
a1,78,78,77

-----
.TXT 1 0 1 25
a1,24,78,19
| ВХІДНІ ДАНІ :
.EQN 0 25 2 9
x[0:0□
.EQN 0 10 2 10
x.N:1□
.TXT 0 15 1 29
a1,28,28,24
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ
.TXT 0 27 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 25
a1,24,78,23
| -----
.TXT 0 50 1 22
a1,21,28,20
ВИДУ      y'= f(x,y),
.TXT 0 27 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 3 1 21
a1,20,78,17
ПОЧАТКОВІ УМОВИ:
.EQN 0 22 2 9
y[0:1□
```

```

.TXT 0 52 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 50 1 6
a1,5,28,3
ДЕ
.EQN 0 6 2 22
f(x,y):2*(x^2+y)□
.TXT 0 21 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 4 1 23
a1,22,78,21
КІЛЬКІСТЬ РОЗВИТТІВ:
.EQN 0 22 1 9
N:10□
.TXT 0 51 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 1 -77 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 24 3 39
y.T(x):1.5*exp(2*x)-x^2-x-0.5□
.TXT 0 53 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 5 4 15
h:(x.N-x[0])/N□
.EQN 0 20 1 16
i:0;N-1□
.EQN 0 17 2 16
x[(i+1):x[i+h]□
.EQN 0 18 1 21
k1(x,y):h*f(x,y)□
.EQN 0 23 3 35
k2(x,y):h*f(x+h/2,y+k1(x,y)/2)□
.EQN 0 37 3 35
k3(x,y):h*f(x+h/2,y+k2(x,y)/2)□
.TXT 1 -197 1 4
a1,3,78,2
|
.TXT 0 4 1 20
a1,19,74,19
ТОЧНИЙ РОЗВ'ЯЗОК :
.TXT 0 73 1 4
a1,3,78,2
|
.EQN 0 162 1 35
k4(x,y):h*f(x+h,y+k3(x,y))□
.EQN 0 37 1 16
i:0;N-1□
.EQN 0 17 3 68
y[(i+1):y[i+1]/6*(k1(x[i],y[i])+2*k2(x[i],y[i])+2*k3(x[i],y[i])+k4(x[i],y[i]))□
.TXT 1 -293 1 81
a1,80,78,79
|
|
.EQN 0 103 4 58
dy[i:(k1(x[i],y[i])+2*k2(x[i],y[i])+2*k3(x[i],y[i])+k4(x[i],y[i]))/6□
.EQN 0 261 2 11

```

```

у.Р:y[(N)□
.EQN 1 -312 2 23
у.Т(x.N)=?□
.EQN 0 45 1 12
i:0;N□
.EQN 0 66 2 23
dy.Р:y[N-y.Т(x.N)□
.EQN 1 -163 8 33
&&y.Т(x[i],y[{1,1,6,20,1}]@&&x[i]□
.ТХТ 0 34 1 16
a1,15,36,14
РЕЗУЛЬТАТИ :
.EQN 0 173 5 12
у.Т(x[i]=□
.ТХТ 1 -173 1 15
a1,14,35,13
-----
.ТХТ 1 0 1 28
a1,27,35,27
ЗА МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА :
.ТХТ 1 0 1 28
a1,27,35,26
-----
.ТХТ 1 0 1 25
a1,24,35,20
НАБЛИЖЕНЕ ЗНАЧЕННЯ
.EQN 0 24 2 18
у.Р=?□
.EQN 1 24 1 12
i:1;N□
.EQN 0 16 2 29
у[i:y[(i-1)+h*f(x[(i-1),y[(i-1)])□
.EQN 0 38 2 11
у.Е:y[N□
.EQN 0 17 2 18
dy[i:y[i-y[(i-1)]□
.ТХТ 1 -119 1 14
a1,13,35,8
ПОХИБКА
.EQN 0 22 3 25
dy.Р=?□
.EQN 0 120 2 22
dy.Е:y[N-y.Т(x[N])□
.EQN 2 -176 8 33
&&y.Т(x[i],y[{1,1,6,20,1}]@&&x[i]□
.ТХТ 1 34 1 23
a1,22,39,22
ЗА МЕТОДОМ ЕЙЛЕРА :
.ТХТ 1 0 1 23
a1,22,35,21
-----
.ТХТ 1 0 1 25
a1,24,35,20
НАБЛИЖЕНЕ ЗНАЧЕННЯ
.EQN 0 24 2 18
у.Е=?□
.ТХТ 2 -24 1 14
a1,13,35,8
ПОХИБКА
.EQN 0 22 2 20
dy.Е=?□
.ТХТ 3 -54 1 57
a1,56,78,55
КОЛІР: ЧЕРВОНИЙ - ЗНАЧЕННЯ ЛАМАНОЇ В ВУЗЛАХ СІТКИ
.ТХТ 1 7 1 60
a1,59,69,58
ЗЕЛЕНИЙ - ТОЧНІ РОЗВ'ЯЗКИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ

```



## Додаток Е

### Налаштування окремих елементів LMS Moodle для реалізації комп'ютерно орієнтованого управління самостійною роботою з навчання методів обчислень

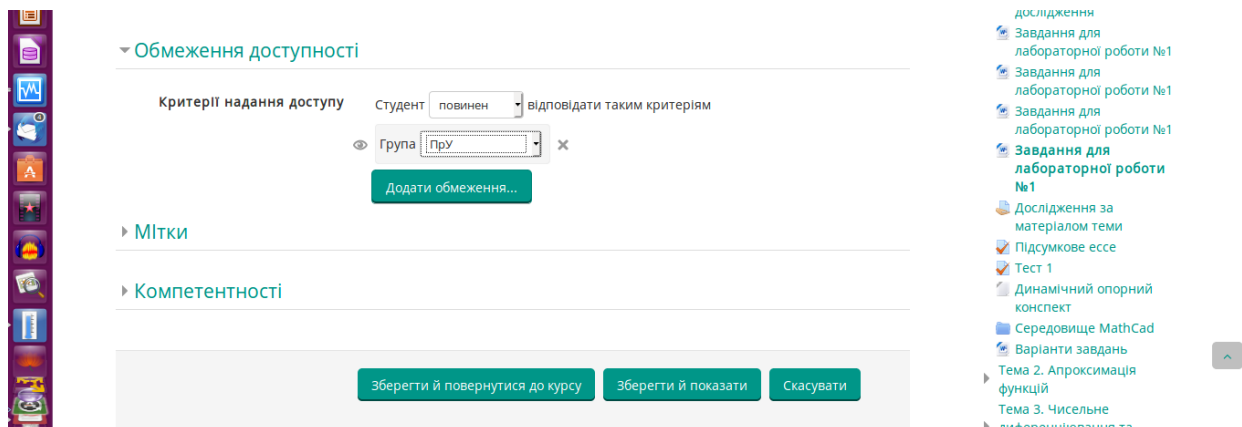


Рис. Е.1. Налаштування доступу до ресурсів за групами.

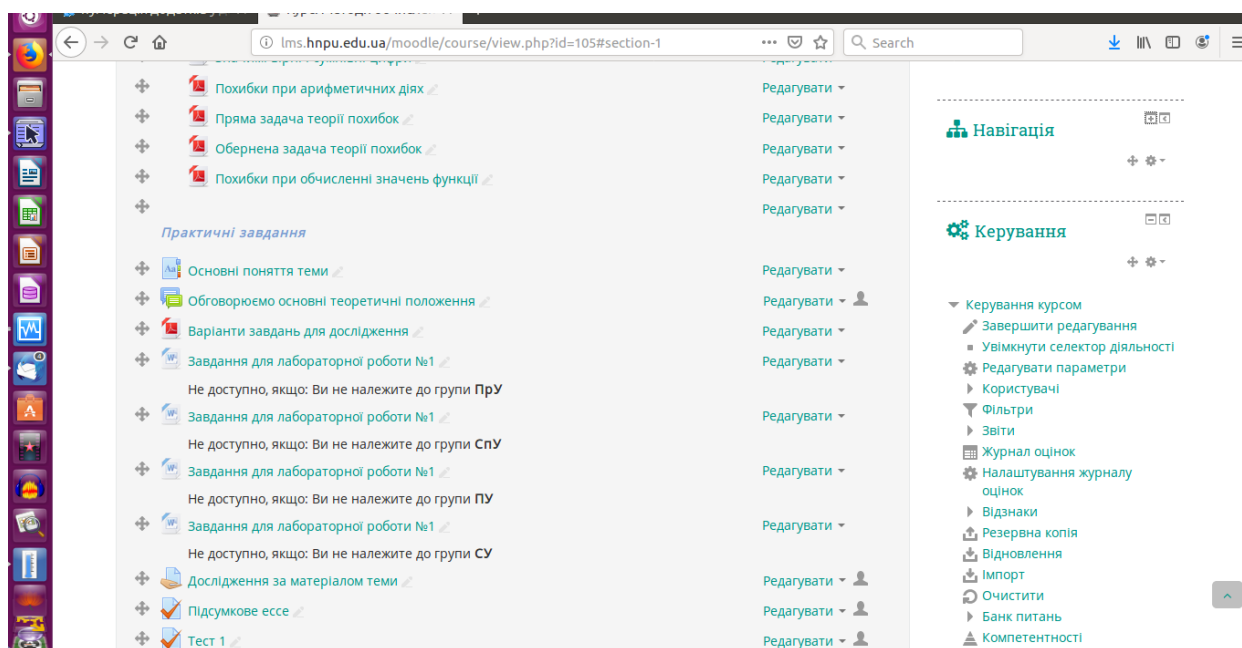


Рис. Е.2. Приклад ресурсу (Завдання для лабораторної роботи №1), який варіативно подається в залежності від обраного для студента виду управління самостійною роботою.

### Додаток Ж

Перелік установ, у яких упроваджено результати дослідження:

- Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди (№ 01/10-411 від 25.04.2019 р.);
- Криворізького національного університету (№ 09/1-241/3 від 11.05.2019 р.);
- Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького (№ 01-28/806 від 10.04.2019 р.);
- Херсонського державного університету (№ 15-30/585 від 17.04.2019).