

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

ТАБЛЕР ТЕТЯНА ІВАНІВНА

УДК 373.5.091.33:51:004(043.5)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ  
НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ**

011 Освітні, педагогічні науки

01 Освіта/Педагогіка

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ Т.І. Таблер

Науковий керівник: Бунчук Оксана Володимирівна, к.п.н., доцент

Запоріжжя – 2026

## АНОТАЦІЯ

*Таблер Т.І.* Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 011 Освітні, педагогічні науки. – Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, Міністерство освіти і науки України, Запоріжжя, 2026.

**Зміст анотації.** Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню, розробці та впровадженню методики використання комп'ютерних засобів навчання математики з метою розвитку математичної компетентності учнів гімназії.

Сучасний етап розвитку освіти вимагає якісних змін, зокрема і в галузі математичної освіти, її модернізації та узгодження з потребами суспільства. Основною метою реформування шкільної математичної освіти є забезпечення широких можливостей для розвитку, навчання та виховання творчої особистості, здатної до активного й самостійного життя в сучасному соціумі. Розв'язання зазначених завдань потребує впровадження інноваційних технологій навчання, зокрема комп'ютерних технологій і відповідних засобів навчання.

**Об'єкт дослідження:** процес навчання математики учнів гімназії.

**Предмет дослідження:** зміст, методи та рівні інтерактивності використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії.

**Мета дослідження:** теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити ефективність методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії.

В процесі дослідження нами було уточнено зміст основних понять дослідження та обґрунтовано психолого-педагогічні і дидактичні засади використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії; з'ясовано стан розробленості проблеми використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії в педагогічній теорії, освітній практиці та нормативному забезпеченні; розроблено методику використання комп'ютерних

засобів у навчанні математики учнів гімназії в основу якої покладено принципи, зміст, засоби, рівні інтерактивності та особливості інтеграції в структуру уроку; виокремлено показники та обґрунтовано діагностичний інструментарій оцінювання рівня пізнавальної активності учнів 7-9 класів гімназії; експериментально перевірено ефективність розробленої методики та узагальнено результати її впровадження в освітній процес гімназії; створено посібник-практикум із використання інтерактивних плакатів у навчанні математики учнів гімназії (у межах освітнього компонента «Методика навчання математики»), спрямованого на підвищення мотивації та розвитку математичної компетентності.

**Наукова новизна і теоретичне значення одержаних результатів** полягають у тому, що:

*вперше* теоретично обґрунтовано, розроблено та експериментально перевірено методику використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів 7-9 класів гімназії, яка передбачає системне використання інтерактивного цифрового контенту, добір комп'ютерних засобів відповідно до типу й етапу уроку математики, їх диференціацію за рівнями інтерактивності, а також реалізацію через авторський алгоритм комп'ютерного уроку та створений дидактичний засіб «Конструктор інтерактивних плакатів»;

*визначено та схарактеризовано* принципи методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназій;

*удосконалено* навчально-методичне забезпечення процесу навчання математики учнів 7-9 класів гімназії в контексті розроблення та використання сучасних дидактичних засобів із розділу «Математика» на основі педагогічного програмного засобу «Конструктор інтерактивних плакатів»;

*подальшого* розвитку набули принципи навчання, що лежать в основі використання комп'ютерних засобів на уроках математики (науковості, системності, наочності, доступності, свідомості й активності учнів у навчанні, практичної спрямованості, індивідуалізації навчання та колективної організації навчальної діяльності), а також концептуальні засади викладання математики в

зкладах базової середньої освіти відповідно до вимог Концепції «Нова українська школа».

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що розроблено та впроваджено методiku використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназій. Запропоновано алгоритм розроблення комп'ютерно орієнтованого уроку математики, а також створено посібник-практикум із використання інтерактивних плакатів у навчанні математики учнів гімназії (у межах освітнього компонента «Методика навчання математики»). Зазначені матеріали можуть бути використані вчителями для розроблення програмно-педагогічних засобів з інших розділів алгебри та геометрії. Комплексне застосування різнорівневих інтерактивних комп'ютерних засобів і диференціації методик подання навчального матеріалу відповідно до вимог шкільної програми з математики забезпечують послідовний розвитку мотивації учнів до вивчення математики та формування їхньої математичної компетентності.

Програмно-педагогічний засіб «Конструктор інтерактивних плакатів» та посібник-практикум до нього можуть використовуватися студентами Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького під час опанування освітнього компонента «Методика навчання математики», а також у процесі проходження педагогічної практики в закладах загальної середньої освіти. Їх використання забезпечує належний рівень викладання та сприяє підготовці майбутніх учителів до ефективного застосування комп'ютерних технологій у професійній діяльності. Розроблена методика може бути інтегрована в освітній процес закладів вищої освіти для підготовки майбутніх учителів математики, що сприятиме поглибленню змісту лекційних курсів і практичних занять із методики навчання математики, а також укладанню програм і навчально-методичного забезпечення вибіркового компонента «Комп'ютерні засоби вивчення математики в ЗЗСО». Крім того, її доцільно використовувати в системі підвищення кваліфікації, а також у процесі підготовки та перепідготовки педагогічних кадрів.

**Впровадження результатів дослідження** здійснювалося у закладах загальної середньої освіти Херсонської області: в Генічеському ліцеї Генічеської міської ради (довідка № 97 від 17.09.2021 р.), Новоолексіївському закладі загальної середньої освіти № 1 Генічеської міської ради (довідка №100 від 17.09.2021 р.), Риківському закладі загальної середньої освіти Генічеської міської ради (довідка № 95 від 17.09.2021 р.) та Запорізької області: в Комунальному закладі «Навчально-виховний комплекс «Якимівська гімназія» Якимівської селищної ради Якимівського району Запорізької області» (довідка № 306 від 17.09.2021 р.), Ліцеї №10 Мелітопольської міської ради Запорізької області (довідка від 20.09.2021 р.), Мелітопольській гімназії № 23 Мелітопольської міської ради Запорізької області (довідка від 02.01.2026 р.), Запорізького академічного ліцею № 107 Запорізької міської ради (довідка № 01-30/341 від 16.03.2026 р.), Комунального закладу «Запорізька спеціалізована школа-інтернат II-III ступенів «Козацький ліцей»» Запорізької обласної ради (від 02.03.2026р.), а також на базі Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького в Освітньому центрі м.Тячів (довідка № 01-15/2526 від 31.12.2025 р.).

**Ключові слова:** комп'ютерні засоби навчання, методика навчання математики, учні гімназії, інформаційно-комунікаційні технології, математична компетентність, інтерактивні плакати, дидактичний потенціал, візуалізація навчання, цифрові освітні ресурси, інтерактивність, динамічна математика, професійний розвиток педагога, інноваційні методи навчання, моделювання, мультимедійні технології.

## SUMMARY

Tabler T.I. Methodology for the use of computer-based tools in teaching mathematics to secondary school students. – Qualification scientific work as the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy, Speciality 011 Educational and pedagogical sciences. – Bohdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Zaporizhzhia, 2026.

**Contents of summary.** The dissertation is devoted to the theoretical substantiation, development, and implementation of a methodology for using computer-based tools in teaching mathematics aimed at developing the mathematical competence of secondary school students.

The modern phase of the development of education requires the qualitative changes, in particular in the field of mathematical education, its modernization and the coordination among the needs of the society. The main goal of reforming school mathematics education is to provide broad opportunities for the development, education, and training of a creative individual capable of active and independent life in modern society. Achieving these goals requires the implementation of innovative teaching technologies, in particular computer-based technologies and corresponding educational tools.

**The object of the research** is the process of training of Mathematics to secondary school students.

**The subject of the research** is contents, methods and the levels of interactivity of the use of computer-based tools in teaching Mathematics to secondary school students.

**The purpose of the research** is to theoretically substantiate, develop, and experimentally verify the effectiveness of methods for using computer-based tools in teaching Mathematics to secondary school students.

In the process of the research, the contents of the main concepts of the research have made more precise and the psychological-pedagogical and didactic principles of the use of the computer tools of training of Mathematics to secondary school students

have been grounded; the state of the development of the problem of the use of the computer tools of training of Mathematics to secondary school students in the pedagogical theory, in the main practice and normative ensuring has been clarified; the methods of the use of the computer tools of training of Mathematics to secondary school students have been developed which is based on the principles, the contents, the means, the levels of interactivity and the peculiarities of integration into the structure of the lesson; the indicators have been allocated and the diagnostic tool for evaluating of the level of cognitive activity to students of grades 7–9 of secondary school has been grounded; the effectiveness of the developed methods has been tested experimentally and the results of its implementation in the educational process of high school have been summarized; the manual-practicum of the use of the interactive posters in training of Mathematics of the students of high school has been created (within the educational component "Methods of training of Mathematics") aimed at the increase of the motivation and the development of mathematical competence.

**The scientific novelty and the theoretical meaning of the obtained results** are that:

*for the first time*, a methodology for using computer-based tools in teaching mathematics to students of grades 7–9 has been theoretically substantiated, developed, and experimentally verified, which foresees the systematic use of the interactive digital content, the selection of the computer tools according to the type and the stage of the lesson of mathematics, their differentiation by the levels of interactivity and also the realization through the authorial algorithm of the computer lesson and the didactic tool "Constructor of interactive posters" has been created;

the principles of the methods of the use of the computer tools of training of Mathematics to secondary school students have been *determined and characterized*;

the educational and methodical ensuring of the process of training of Mathematics to students of grades 7–9 of secondary school has been *improved* in the context of the development and the use of the modern didactic tools from the section "Mathematics" based on the pedagogical software tool "Constructor of interactive posters";

the principles of training have been *developed further* that underlie the use of computer tools at Mathematics lessons (scientificity, systematicity, clearness, accessibility, students' awareness and activity in training, practical orientation, individualization of training and collective organization of educational activities) and also the conceptual principles of teaching of Mathematics in the institutions basic secondary education in accordance with the requirements of the Concept "New Ukrainian School".

**The practical meaning of the obtained results** lies in the fact that the methods the use of the computer tools of training of Mathematics of the students to secondary school students have been developed and have implemented. The algorithm of the development of the computer-oriented Mathematics lesson has been proposed and also the manual-practicum of the use of the interactive posters in training of Mathematics of the students of high school has been created (within the educational component "Methods of training of Mathematics"). The mentioned materials can be used by the teachers for the development of software and pedagogical tools for other sections of algebra and geometry. The complex application of multi-level interactive computer tools and the differentiation of the methods of presentation of educational material in accordance with the requirements of the school curriculum of Mathematics ensure the consistent development of the motivation of the students to the study of Mathematics and the formation of their mathematical competence.

The software pedagogical tool "Constructor of interactive posters" and the manual-practicum can be used by the students of Bohdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University during the mastering of the educational component "Methods of training of Mathematics" and also during the process of the pedagogical practice in the institutions secondary education. Their use ensures the proper level of teaching and contributes to the preparation of the future teachers for the effective application of computer technologies in the professional activities. The developed methods can be integrated into the educational process of institutions of higher education for the preparation of the future teachers of Mathematics, which will contribute to the deepening of the contents of lecture courses and the practical classes of the methods of

training of mathematics and also making programs and educational and methodical support of the elective component "Computer tools of study of Mathematics in institution of General secondary education ". In addition, it is advisable to use it in the system of raising the level of the skill and also in the process of the preparation and refresher course of the pedagogical personnel.

**The implementation of the research results** was carried out in the institutions of secondary education of Kherson region as in Henichesk Lyceum of the Henichesk City Council (certificate No. 97 dated September 17, 2021.), Novooleksiivskiyi Institution of Secondary Education No. 1 of Henichesk City Council (certificate No. 100 dated September 17, 2021.), Rykivskiyi Institution of Secondary Education of Henichesk City Council (certificate No. 95 dated September 17, 2021.) and in Zaporizhzhia region as in Municipal Institution "Educational Complex "Yakymivska high school" of the Yakymivska Village Council of Yakymivskiyi District of Zaporizhzhia Region" (certificate No. 306 dated September 17, 2021.), Lyceum No. 10 of Melitopol Council of Zaporizhzhia Region (certificate dated September 20, 2021), Melitopol high school No. 23 of Melitopol City Council of Zaporizhzhia Region (certificate dated January 02, 2026), Zaporizhzhia Academic Lyceum No. 107 of Zaporizhzhia City Council (certificate No. 01-30/341 dated March 16, 2026), Municipal Institution "Zaporizhzhia Specialized Boarding School of II-III Degrees "Cossack Lyceum"" of Zaporizhzhia Regional Council (dated March 02, 2026) and also on the basis Bohdan Khmel'nitsky Melitopol State Pedagogical University in the Educational Center of Tiachiv (certificate No. 01-15/2526 dated December 31, 2025).

**Keywords:** computer-based tools, methods of training Mathematics, secondary school students, information and communication technologies, mathematical competence, interactive posters, didactic potential, visualization of training, digital educational resources, interactivity, dynamic Mathematics, professional development of teacher, innovative teaching methods, modeling, multimedia technologies.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

*Статті у наукових фахових виданнях України*

1. Таблер Т.І. Сучасні інтерактивні комп'ютерні онлайн-ресурси другого і третього рівнів інтерактивності: аналіз, класифікація, досвід використання та педагогічна ефективність. *Науковий вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького*, серія: педагогіка. 2025. С. 227-235 DOI: <https://doi.org/10.33842/22195203-2025-35-136-227-235>
2. Таблер Т.І. Огляд та класифікація онлайн-сервісів для підтримки процесів математичного моделювання. *Сучасні проблеми моделювання*. 2025. (28). С.149-164. DOI: <https://doi.org/10.33842/2313-125X-2025-30-149-164>
3. Таблер Т.І. Мотивація до вивчення математики і математична тривожність учнів. *Вісник науки та освіти (Серія «Філологія», Серія «Педагогіка», Серія «Соціологія», Серія «Культура і мистецтво», Серія «Історія та археологія»)*: журнал. 2022. № 2(2). С. 247-257 DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2\(2\)-247-257](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2(2)-247-257)
4. Таблер Т.І. Використання комп'ютерних засобів розвитку мотивації учнів до вивчення математики: критерії ефективності. *Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи: збірник наукових праць*. Умань. 2021 Вип. 2(6). С.126-134. DOI: [https://doi.org/10.31499/2706-6258.2\(6\).2021.248135](https://doi.org/10.31499/2706-6258.2(6).2021.248135)
5. Таблер Т.І. До питання розподілу комп'ютерних засобів навчання математики за рівнями інтерактивності. *Інноваційна педагогіка*. Видавничий дім «Гельветика». 2020. Вип. 22 Т.3. С.46-51. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/22-3.9>
6. Таблер Т.І. Використання на уроках математики електронних освітніх ресурсів, хмарних сервісів та сервісів веб 2.0 як сучасних комп'ютерних засобів навчання. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. Дрогобич: Видавничий дім «Гельветика». 2020. Вип. 29. Том 4. С.167-173. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863.4/29.209669>

*Статті у зарубіжних наукових періодичних виданнях англійською мовою*

7. Tabler Tetiana. Application of computer-based tools forma the matics teach in gatvarioustypesoflessons in gymnasiums. *Periodyk Naukowy Akademii Polonijnej*, Częstochowa. 2020. nr 5, PP. 117-125 URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/14748/>

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації*

8. Таблер Т.І. Подолання математичної тривожності в новій українській школі. *Сучасні проблеми геометричного моделювання*: матеріали 27 міжнародної науково-практичної конференції. Запоріжжя: МДПУ, 2025. С. 54. URL: <https://magazine.mdpu.org.ua/index.php/spm/issue/view/133/60>

9. Таблер Т.І. Проблема математичної тривожності учнів і сучасна практика шкільного навчання. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Переяслав, 2022. Вип. 79. С. 50-52. URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/14750/>

10. Таблер Т.І. Стан та проблеми організації математичної освіти в гімназіях. *Інноваційні наукові дослідження у галузі педагогіки та психології*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2021. С. 86-88. URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/14749/>

11. Таблер Т.І. Дослідження впливу використання комп'ютерних засобів на розвиток мотивації учнів до вивчення математики. *Педагогіка та психологія сьогодні: постулати минулого і сучасні теорії*: Збірник наукових робіт учасників міжнародної науково-практичної конференції. Одеса: ГО «Південна фундація педагогіки», 2021. С.149-153. URL: [https://elar.khmnmu.edu.ua/server/\\_api/core/bitstreams/c9ab9485-58fc-4566-86a8-7b57c7d2d6e3/content](https://elar.khmnmu.edu.ua/server/_api/core/bitstreams/c9ab9485-58fc-4566-86a8-7b57c7d2d6e3/content)

*Посібник-практикум*

12. Таблер Т.І. Посібник-практикум з використання інтерактивних плакатів у навчанні математики учнів гімназії (у межах курсу «Методика навчання математики»). Запоріжжя: МДПУ імені Богдана Хмельницького, 2026. 170 с. URL: <https://surl.li/mbwhrl>

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

- ЕОР – електронні освітні ресурси
- ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології
- ІКТН – інтерактивний комп’ютерний засіб навчання
- Інститут педагогіки НАПН України – Інститут педагогіки Національної академії педагогічних наук України
- ЗНО – зовнішнє незалежне тестування
- ЗЗСО – заклад загальної середньої освіти
- КЗН – комп’ютерний засіб навчання
- МДПУ імені Богдана Хмельницького – Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького
- МОН України – Міністерство освіти та науки України
- ППЗ – педагогічний програмний засіб
- CIVICS – порівняльна оцінка громадянської освіти випускників середньої та основної школи
- DG – пакет динамічної геометрії
- GRAN-1 – GRaphic ANalysis (програмний засіб)
- GRAN-2D – GRaphic Analysis 2-Dimension (програмний засіб)
- GRAN-3D – GRaphic Analysis 3-Dimension (програмний засіб)
- IEAP – дослідження порівняльної оцінки математичної підготовки учнів
- PISA – Programme for International Student Assessment (укр: Програма міжнародного оцінювання учнів)
- SITES – порівняльне дослідження інформаційних та комунікаційних технологій в освіті.
- TIMSS – Trends in International Mathematics and Science Study (укр: міжнародне дослідження якості математичної та природничо-наукової освіти)
- НУШ – Нова Українська Школа

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	15
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ</b> .....	26
1.1. Підходи до визначення поняття «комп'ютерні засоби навчання» та їх класифікації у сучасній педагогічній науці.....	26
1.2. Психолого-педагогічні основи використання комп'ютерних засобів навчання у математичній освіті.....	39
1.3. Аналіз сучасних методичних підходів і нормативно-правових документів щодо використання комп'ютерних засобів в освітньому процесі гімназії.....	49
1.4. Дидактичний потенціал інтерактивних комп'ютерних засобів .....	62
Висновки до розділу 1 .....	72
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ</b> .....	75
2.1. Роль дидактичних принципів у побудові методичної системи використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії.....	75
2.2. Огляд інтерактивного контенту комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії .....	82
2.4. Вибір комп'ютерних засобів різних рівнів інтерактивності з урахуванням типу та етапу уроку математики.....	117
2.5. Інтеграція комп'ютерних засобів різних рівнів інтерактивності у процес навчання математики учнів гімназії 7-9 класів (на прикладі авторських розробок).....	129
Висновки до розділу 2 .....	145

<b>РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОБОТА ЗІ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ .....</b>	<b>148</b>
3.1. Організаційно-методичні основи експериментальної роботи зі впровадження методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії .....	148
3.2. Результати експериментальної роботи зі впровадження методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії...	161
3.3. Аналіз ефективності впровадження методики та рекомендації щодо її покращення і подальшого вдосконалення освітнього процесу .....	174
Висновки до розділу 3 .....	182
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>186</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>193</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>215</b>
ДОДАТОК А.....	215
ДОДАТОК Б .....	218

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** У сучасній українській системі освіти впродовж останніх років відбулися суттєві трансформації, зумовлені необхідністю дотримання заходів щодо запобігання поширенню коронавірусної хвороби COVID-19, а також повномасштабною збройною агресією російської федерації проти України. Зазначені чинники вплинули як на організацію освітнього процесу, так і на всіх його учасників. Під час періоду локдауну традиційна система освіти виявилася тимчасово обмежено ефективною, що зумовило потребу в пошуку нових інструментів і механізмів організації освітнього процесу в умовах пандемії. У зв'язку з цим особливої актуальності в контексті навчання математики набувають нові підходи та методики використання комп'ютерних засобів як ефективного інструменту педагогічної взаємодії учасників освітнього процесу. Комп'ютерні засоби навчання поєднують переваги традиційного навчання з можливостями сучасної інтерактивної взаємодії, забезпечуючи цілісність освітнього процесу та його функціонування в умовах постійних змін. Зі зростанням рівня доступності інформаційно-комунікаційних технологій і розширенням сфер їх застосування значущість відповідних методик посилюється, особливо в умовах обмежень, пов'язаних із пандемією та воєнним станом.

У Національній доктрині розвитку освіти в Україні у XXI столітті [108] визначено, що пріоритетом розвитку освіти є впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, які забезпечують удосконалення освітнього процесу, підвищення його доступності та ефективності, а також підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві.

З огляду на стрімкий розвиток усіх сфер суспільного життя, зокрема освітньої галузі, математична освіта потребує якісних змін, модернізації та узгодження з сучасними суспільними потребами. Основною метою реформування шкільної математичної освіти в контексті концепції «Нова

українська школа» є забезпечення умов для всебічного розвитку, навчання та виховання творчої особистості, здатної до активного й самостійного життя в сучасному суспільстві. Реалізація цього завдання потребує впровадження інноваційних технологій навчання, зокрема комп'ютерних засобів.

Результати досліджень зарубіжних і вітчизняних науковців свідчать, що одним із ефективних шляхів підвищення рівня математичної освіти є використання комп'ютерних засобів навчання. Завдяки дидактично обґрунтованій комп'ютерній підтримці навчання математики в 7-9 класах створюються сприятливі умови для розширення можливостей застосування засобів навчання, а також підвищення смислової насиченості різних форм подання навчального математичного змісту. Аналіз використання прийомів і засобів формування математичної грамотності учнів із використанням комп'ютерних засобів у процесі навчання математики дає підстави констатувати наявність значного освітньо-педагогічного, теоретичного та методологічного потенціалу, а також високий рівень розвитку інформаційно-технологічних інновацій у сучасній українській шкільній математичній освіті.

Водночас аналіз педагогічної практики навчання математики з використанням сучасних комп'ютерних засобів і технологій, з урахуванням цілей, теоретико-методологічних засад, психолого-педагогічних проблем і можливостей їх застосування, а також дидактичних аспектів комп'ютеризації освітнього процесу та підходів до розроблення і використання відповідних засобів навчання, висвітлених у працях зарубіжних і вітчизняних учених М. Жалдака [47; 48; 49], В. Кременя [63], В. Мізюк [82; 83], Н. Морзе [85], Ю. Рамського [118], З. Слєпкань [132; 133; 134; 135], а також узагальнення результатів аналізу дисертаційних досліджень, наявних у науковому обігу, дало змогу виявити такі суперечності:

- на соціально-педагогічному рівні – між зростаючими вимогами суспільства до підвищення рівня математичної грамотності учнів в умовах сучасного інформаційно-комунікаційного середовища та недостатнім використанням потенціалу комп'ютерних засобів для розвитку мотивації до

вивчення математики й формування математичної компетентності учнів закладів загальної середньої освіти;

- на науково-педагогічному рівні – між інтенсивним розвитком комп'ютерних інтерактивних засобів навчання, що поєднують можливості комп'ютерної візуалізації навчального матеріалу, принципи інтерактивного навчання та колективні форми роботи учнів на уроках математики, і недостатньою розробленістю методичних засад їх використання в освітньому процесі;

- на науково-методичному рівні – між значними дидактичними можливостями комплексного використання комп'ютерних інтерактивних засобів у процесі навчання математики та недостатньою розробленістю методики їх застосування для розвитку математичних знань і мотивації учнів до вивчення математики.

З огляду на виявлені суперечності, а також спираючись на результати наукових досліджень і педагогічної практики, визначено наукову проблему та обрано тему дисертаційного дослідження **«Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії»**.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до науково-дослідних тем кафедр: освітології та педагогіки мистецтва «Підготовка майбутніх фахівців педагогічної освіти в умовах європейської освітньої інтеграції» (державний реєстраційний номер 0123U105311) (2023-2025), математики і фізики Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького «Інформаційно-комунікаційні технології в професійній підготовці вчителя математики і фізики» (2021-2023) (державний реєстраційний номер 0121U110666). Тему дисертації затверджено Вченою радою Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 3 від 29.09.2020 р.) та узгоджено в бюро Міжвідомчої ради з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 1 від 28.01.2020 р.).

**Об'єкт дослідження:** процес навчання математики учнів гімназії.

**Предмет дослідження:** зміст, методи та рівні інтерактивності використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії.

**Мета дослідження:** теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити ефективність методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії.

Відповідно до мети було визначено **завдання дослідження:**

1. Уточнити зміст основних понять дослідження та обґрунтувати психолого-педагогічні й дидактичні засади використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії.

2. З'ясувати стан розробленості проблеми використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії в педагогічній теорії, освітній практиці та нормативному забезпеченні.

3. Розробити методику використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії, визначивши її принципи, зміст, засоби, рівні інтерактивності та особливості інтеграції в структуру уроку.

4. Виокремити показники та обґрунтувати діагностичний інструментарій оцінювання ефективності методики використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії.

5. Експериментально перевірити ефективність розробленої методики та узагальнити результати її впровадження в освітній процес гімназії.

**Гіпотеза дослідження.**

- розробка методики, що поєднує можливості комп'ютерних засобів подання навчального матеріалу, принципів інтерактивного навчання та колективну форму роботи учнів на уроках математики, сприятиме підвищенню якості математичних знань учнів і зниженню математичної тривожності;

- застосування інтерактивних комп'ютерних засобів і диференціація методик подання відповідних розділів згідно з вимогами шкільної програми з математики забезпечать послідовний розвиток мотивації учнів до вивчення математики та формування їхньої математичної компетентності;

- упровадження комп'ютерних засобів із дотриманням основних вимог до програмно-педагогічних засобів і навчальної програми з математики сприятиме підвищенню рівня навчальних досягнень учнів, їхньої мотивації до вивчення математики, а також інтенсифікації освітнього процесу.

**Нормативно-правову основу дослідження складають:** Закони України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», «Про національну програму інформатизації» [111; 112; 109], Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13.01.2021 № 131-р «Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року» [103], Розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 № 960-р «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» [114], Указ Президента України «Про оголошення 2020/2021 навчального року Роком математичної освіти в Україні» 30.01.2020 № 31/2020 [110], Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25.06.2020 № 630-р. «Про затвердження плану заходів щодо проведення Року математичної освіти в Україні у 2020/2021 навчальному році» [102], Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 № 988-р «Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа» [113], Наказ Міністерства освіти і науки України від 07.08.2025 № 1119 «Про внесення змін до Типової освітньої програми для навчання дітей, які виїхали з України внаслідок повномасштабного вторгнення російської федерації і здобувають освіту одночасно в закладах освіти країни перебування та України» [99], Постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 № 898 «Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти» [100], Наказ Міністерства освіти і науки України від 29.04.2020 № 574 «Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій» [106].

**Методологічну та теоретичну основу дослідження становлять:**

– основні положення теорії пізнання; вчення про активну роль особистості в пізнанні та перетворенні світу; на загальнонауковому рівні

методології – положення культурно-історичної концепції психічного розвитку людини, теорії діяльності та розвитку особистості в процесі навчання і виховання, теорії спілкування; загальнонаукові підходи (системний, комплексний, діяльнісний, особистісно орієнтований, компетентнісний).

На конкретно-науковому рівні основу дослідження становлять:

– принципи теорії розвивального навчання (С. Максименко [73], В. Рєпкін, Н. Рєпкіна [120] С. Семенець [123; 124]; гуманізації та гуманітаризації освіти (С. Гончаренко [32, 35], І. Зязюн [52]; основ організації педагогічного процесу (К. Ушинський [169]);

– теорії і методики навчання математики (О. Скафа [129; 130], З. Слєпкань [133; 134; 135], Н. Тарасенкова [161; 162], В. Швець [178], О. Матяш, В. Коновал [80]; психолого-педагогічних основ навчання математики (З. Слєпкань [132; 133]);

– наукові засади використання прийомів і засобів формування математичної грамотності учнів із використання комп'ютерних технологій у навчанні математики (Ю. Горошко [38], М. Жалдак [47; 48; 49], Т. Крамаренко [61; 62], С. Раков [117], О. Скафа [129] та ін.).

Для реалізації поставлених завдань застосовано такі **методи дослідження:**

*теоретичні* – аналіз психолого-педагогічної та науково-методичної літератури з метою з'ясування сучасного стану досліджуваної проблеми та уточнення основних понять; вивчення законодавчих і нормативних документів, періодичних та електронних видань, матеріалів Міністерства освіти і науки України та Кабінету Міністрів України з метою визначення основних напрямів використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії та освітньо-технологічних можливостей сучасних засобів навчання; аналіз освітніх і навчальних програм, що дало змогу окреслити напрями дослідження, розробити методичну систему, дидактично обґрунтувати та систематизувати методику використання комп'ютерних засобів, а також створити алгоритм проведення уроку з їх використанням для учнів 7-9 класів;

*емпіричні* – спостереження за освітнім процесом гімназії; вивчення передового педагогічного досвіду застосування комп'ютерних засобів у навчанні математики; спостереження за освітнім процесом; самооцінювання, метод незалежних експертних оцінок, індивідуальні бесіди й анкетування вчителів та учнів з метою з'ясування практичного стану досліджуваної проблеми;

*педагогічний експеримент*, який дав змогу перевірити ефективність розробленої експериментальної методики;

*методи математично-статистичної обробки експериментальних даних* – для обробки та інтерпретації результатів дослідження.

**Експериментальна база дослідження.** Науково-дослідну роботу було здійснено в закладах загальної середньої освіти Херсонської області, зокрема: Генічеського ліцею Генічеської міської ради, Новоолексіївського закладу загальної середньої освіти № 1 Генічеської міської ради, Риківського закладу загальної середньої освіти Генічеської міської ради, а також закладів Запорізької області: Комунального закладу «Навчально-виховний комплекс «Якимівська гімназія» Якимівської селищної ради Якимівського району Запорізької області» та ліцею №10 Мелітопольської міської ради Запорізької області.

**Організація дослідження.** У педагогічному експерименті взяли участь 404 учні 7-9 класів, з них 180 – учні експериментальних класів і 224 – контрольних класів. Дисертаційне дослідження проводилося впродовж 2018-2026 років і охоплювало чотири етапи:

*На першому етапі (2018-2019 рр.)* здійснено аналіз психолого-педагогічної та науково-методичної літератури з проблеми використання комп'ютерних засобів в освітньому процесі гімназії; проведено діагностику стану досліджуваної проблеми в педагогічній практиці; проаналізовано наявні навчальні комп'ютерні програми та програмно-педагогічні засоби з математики; сформульовано мету, об'єкт, предмет, завдання та робочу гіпотезу дослідження.

*На другому етапі (2019-2020 рр.)* визначено концептуальні засади розроблення та методичні вимоги до комп'ютерних засобів, запропоновано алгоритм проведення комп'ютерно орієнтованого уроку математики; проведено

пошуковий експеримент, спрямований на виявлення сучасних комп'ютерних засобів, які використовують вчителі математики у професійній діяльності. У зв'язку із запровадженням карантинних обмежень і переходом до дистанційного навчання проведено дистанційне опитування учнів і вчителів математики закладів освіти Генічеського району Херсонської області та Мелітопольського й Якимівського районів Запорізької області. На цьому етапі також здійснено апробацію авторської методики використання сучасних комп'ютерних засобів, випробувано її окремі елементи та внесено відповідні корективи.

*На третьому етапі (2020-2021 рр.)* експериментально перевірено ефективність розробленої методики; апробовано та впроваджено запропоновану методику навчання математики учнів 7-9 класів гімназії; з'ясовано вплив розроблених комп'ютерних засобів на якість знань учнів і рівень їхніх навчальних досягнень; здійснено оброблення й аналіз отриманих результатів.

*На четвертому етапі (2022-2026 рр.)* адаптовано методику до умов воєнного стану та дистанційного формату навчання; узагальнено результати дослідження, сформульовано основні висновки; оформлено текст дисертації; отримано довідки про впровадження результатів дослідження (2025-2026 н.р.)

**Наукова новизна і теоретичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що:

*вперше* теоретично обґрунтовано, розроблено та експериментально перевірено методику використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів 7-9 класів гімназії, яка передбачає системне використання інтерактивного цифрового контенту, добір комп'ютерних засобів відповідно до типу й етапу уроку математики, їх диференціацію за рівнями інтерактивності, а також реалізацію через авторський алгоритм комп'ютерного уроку та створений дидактичний засіб «Конструктор інтерактивних плакатів»;

*визначено та схарактеризовано* принципи методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназій;

*удосконалено* навчально-методичне забезпечення процесу навчання математики учнів 7-9 класів гімназії в контексті розроблення та використання

сучасних дидактичних засобів із розділу «Математика» на основі педагогічного програмного засобу «Конструктор інтерактивних плакатів»;

*подальшого* розвитку набули принципи навчання, що лежать в основі використання комп'ютерних засобів на уроках математики (науковості, системності, наочності, доступності, свідомості й активності учнів у навчанні, практичної спрямованості, індивідуалізації навчання й колективної організації навчальної діяльності), а також інноваційні аспекти викладання математики в закладах базової середньої освіти відповідно до вимог Концепції «Нова українська школа».

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що розроблено й впроваджено методика використання комп'ютерних засобів у процесі навчання математики учнів гімназій. Запропоновано алгоритм розроблення комп'ютерно орієнтованого уроку математики, а також створено посібник-практикум із використання інтерактивних плакатів у навчанні математики учнів гімназії (у межах освітнього компонента «Методика навчання математики»). Зазначені матеріали можуть бути використані вчителями для розроблення програмно-педагогічних засобів з інших розділів алгебри та геометрії. Комплексне застосування різнорівневих інтерактивних комп'ютерних засобів і диференціація методик подання навчального матеріалу відповідно до вимог шкільної програми з математики забезпечують послідовний розвиток мотивації учнів до вивчення математики та формування їхньої математичної компетентності.

Програмно-педагогічний засіб «Конструктор інтерактивних плакатів» і посібник-практикум до нього можуть використовуватися студентами Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького під час опанування освітнього компонента «Методика навчання математики», а також у процесі проходження педагогічної практики в закладах загальної середньої освіти. Їх використання забезпечує належний рівень викладання та сприяє підготовці майбутніх учителів до ефективного застосування комп'ютерних технологій у професійній діяльності. Розроблена

методика може бути впроваджена в освітній процес закладів вищої освіти для підготовки майбутніх учителів математики, що сприятиме поглибленню змісту лекційних курсів і практичних занять із методики навчання математики, а також укладанню програм і навчально-методичного забезпечення вибіркової компоненти «Комп'ютерні засоби вивчення математики в ЗЗСО». Крім того, її доцільно використовувати в системі підвищення кваліфікації, а також у процесі підготовки та перепідготовки педагогічних кадрів.

**Впровадження результатів дослідження** здійснювалося в закладах загальної середньої освіти Херсонської області: в Генічеському ліцеї Генічеської міської ради (довідка № 97 від 17.09.2021 р.) Новоолексіївському закладі загальної середньої освіти № 1 Генічеської міської ради (довідка № 100 від 17.09.2021 р.), Риківському закладі загальної середньої освіти Генічеської міської ради (довідка № 95 від 17.09.2021 р.) та Запорізької області: в Комунальному закладі «Навчально-виховний комплекс «Якимівська гімназія» Якимівської селищної ради Якимівського району Запорізької області» (довідка № 306 від 17.09.2021 р.), Ліцеї № 10 Мелітопольської міської ради Запорізької області (довідка від 20.09.2021 р.), Мелітопольської гімназії № 23 Мелітопольської міської ради Запорізької області (довідка від 02.01.2026 р.), Запорізького академічного ліцею № 107 Запорізької міської ради (довідка № 01-30/341 від 16.03.2026 р.), Комунального закладу «Запорізька спеціалізована школа-інтернат II-III ступенів «Козацький ліцей»» Запорізької обласної ради (довідка від 02.03.2026 р.), а також на базі Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького в Освітньому центрі м.Тячів (довідка № 01-15/2526 від 31.12.2025 р.).

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення дисертаційного дослідження оприлюднено на науково-практичних конференціях, зокрема, *міжнародних*: Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні наукові дослідження у галузі педагогіки та психології» (Запоріжжя, 2021); Міжнародній науково-практичній конференції «Педагогіка та психологія сьогодні: постулати минулого і сучасні теорії» (Одеса, 2021); Міжнародній

науково-практичній конференції «Сучасні проблеми геометричного моделювання» (Запоріжжя, 2025).

Результати дослідження також апробовано на *всеукраїнському* рівні, зокрема під час Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку» (Переяслав, 2022).

Важливим результатом апробації експериментальної частини дослідження є *посібник-практикум*, рекомендований до друку рішенням Вченої ради Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 10 від 24.02.2026 р.).

Крім того, результати дослідження систематично обговорювалися на засіданнях кафедр освітології та педагогіки мистецтва, а також математики і фізики (2020-2026 рр.).

Вірогідність і надійність результатів дослідження забезпечуються відповідністю обраних методів дослідження його об'єкту, предмету, меті та завданням; поєднанням кількісного і якісного аналізу значного обсягу теоретичного й емпіричного матеріалу; чіткою організацією педагогічного експерименту; репрезентативністю вибірки; застосуванням методів математично-статистичної обробки експериментальних даних; а також упровадженням результатів дослідження в практику шкільної математичної освіти.

**Публікації.** Основні результати дисертаційного дослідження відображено у 12 публікаціях автора: 6 фахових наукових статтях (одноосібних), 1 статті іноземною мовою у зарубіжному науковому періодичному виданні, 4 тезах і матеріалах конференцій, а також у 1 посібнику-практикумі.

**Структура і обсяг дисертації.** Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного з них, загальних висновків, списку використаних джерел (207 найменувань) і 2 додатки. Загальний обсяг дисертації становить 229 сторінок. Основний текст дисертації викладено на 178 сторінках. Робота містить 17 таблиць і 37 рисунків.

# РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ

## 1.1. Підходи до визначення поняття «комп'ютерні засоби навчання» та їх класифікації у сучасній педагогічній науці

Аналіз науково-дослідницьких праць останніх років засвідчує стійкий інтерес українських вчених до порушеної проблеми. Теоретико-методичним засадам шкільного навчання та розробленню основ використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів закладів базової середньої освіти присвячено ґрунтовні дослідження Ю. Горошко [38], Б. Грудиніна [40], М. Воровки, С. Гришко, О. Непши [27], С. Ганжели [30], С. Ракова [117], М. Ковальчук [56].

Питання формування особистісних якостей учнів у процесі комп'ютерно орієнтованого навчання математики висвітлено в дисертаційному дослідженні Т. Крамаренко [62]. Систематизацію методики навчання математики із застосуванням ІКТ здійснено в роботі О. Марченко [78]. Методичні засади використання комп'ютерних технологій у навчанні математики й фізики розкрито в дисертаціях Д. Васильєвої [19], І. Слободянюк [136].

Важливими для нашого дослідження є також праці, присвячені розвитку математичних здібностей учнів засобами комп'ютерних технологій (Д. Васильєвої [20], М. Кадемія [53], Н. Маланюк [75], М. Пихтар [95], Д. Соменко [139]).

У контексті активізації навчальної діяльності учнів важливе місце посідає використання ігрових методів навчання, зокрема дидактичних та ділових ігор, які сприяють підвищенню мотивації та ефективності засвоєння навчального матеріалу. Так, дослідження Л. Тополі [165] розкривають можливості застосування дидактичних ігор під час вивчення алгебри та геометрії в 7-9-х класах, тоді як М. Воровка [26] обґрунтовує роль ділової гри як засобу

підготовки майбутніх учителів до професійної діяльності. Ефективність використання дидактичних ігор на уроках математики, зокрема із застосуванням ІКТ, також підтверджується сучасними дослідженнями В. Глазової та М. Бородаченко [31], які наголошують на доцільності поєднання ігрових технологій із цифровими засобами навчання, а значну роль у цьому процесі відіграє партнерство та співпраця між учасниками освітнього середовища [184].

Прийоми активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів у процесі вивчення геометрії з використанням комп'ютерних технологій досліджено в дисертації Т. Архіпової. Цінним у контексті нашого дослідження є висновок авторки про те, що «педагогічно цілеспрямоване застосування комп'ютерних засобів в освітньому процесі дає можливість формувати активну навчально-пізнавальну діяльність учнів, підвищувати якість їхніх знань, позитивно впливає на методичну систему навчання математики, надає можливість зробити роботу над складним матеріалом доступною і цікавою» [1, с. 17].

Сутність і зміст поняття «засоби навчання», а також їх класифікація неодноразово ставали предметом досліджень у педагогічній науці. Аналізу цього питання присвячено праці Н. Волкова [25], І. Зайченко [51], С. Максимюк [74], Н. Мойсеюк [84], С. Пальчевський [93], М. Фіцула [171]. Зазначені науковці пропонують різні підходи до класифікації засобів навчання, акцентуючи увагу на окремих аспектах їх використання, однак без урахування можливостей ІКТ. Натомість дослідники М. Бирка [13], В. Вембер [21], В. Чайка [174] включають до своїх класифікацій сучасні інноваційні комп'ютерно орієнтовані засоби та електронні освітні ресурси дидактичного призначення. У межах методики навчання математики специфіку використання різних засобів навчання досліджували також Р. Черкасов, А. Столяр [175].

Класифікацію засобів навчання математики безпосередньо розглянуто в працях А. Гуржій, Р. Гуревич, Л. Коношевський, О. Коношевський [43], М. Жалдак [49], В. Корольський, С. Семеріков, С. Шокалюк [60], Т. Крамаренко [61], Ю. Триус [167]. Класифікацію дидактичних засобів навчання фізики

висвітлено в дослідженнях П. Бельчева [8] і Т. Бельчевої [9], В. Демкової та Ю. Хомяковського [44].

Водночас у сучасних педагогічних дослідженнях відсутнє єдине трактування понять «засоби навчання» і «методи навчання», а також узгоджена класифікація цих категорій. На нашу думку, зазначені поняття є взаємопов'язаними, оскільки вибір засобів навчання зумовлюється метою, змістом, методами та формами організації освітнього процесу, тоді як ефективність навчання значною мірою залежить від матеріального забезпечення, тобто від засобів навчання. У цьому контексті заслуговують на увагу наукові положення М. Фіцули, який розглядає засоби навчання як матеріальні та допоміжні компоненти освітнього процесу, що виконують визначені дидактичні функції. Загально визнаним є запропоноване вченим визначення: «Засоби навчання – це різноманітні матеріали і знаряддя навчального процесу, завдяки яким більш успішно і за короткий час досягається визначена ціль навчання» [171, с. 133-134]. При цьому найефективнішим засобом навчання дослідник вважає «слово вчителя».

У працях відомого педагога А. Кузьмінського подано більш виважену характеристику досліджуваного поняття: «Засоби навчання – предмети матеріальної та духовної культури, які використовуються у процесі навчально-виховної роботи (книги, зошити, таблиці, лабораторне обладнання, письмове приладдя, натуральні об'єкти, муляжі, картини, технічні засоби навчання та ін.)» [64, с. 165]. Беручи за основу дослідження А. Кузьмінського [64, с. 166], Н. Мойсеюк до основних дидактичних засобів відносить підручники, навчальні посібники, дидактичні матеріали, технічні засоби навчання (ТЗН), обладнання, верстати, навчальні кабінети, лабораторії, ЕОМ, телебачення, а також реальні об'єкти, виробництво, споруди тощо [84, с. 327-328]. На нашу думку, заслуговує на увагу й твердження В. Демкової та Ю. Хомяковського про те, що дидактичні засоби представлені всіма елементами довкілля, які педагог свідомо використовує з метою організації цілеспрямованого освітнього процесу та забезпечення ефективної взаємодії зі школярами [44, с. 188].

Проаналізувавши наукові напрацювання з питань класифікації засобів навчання, констатуємо, що вчені дотримуються різних підходів, оскільки розглядають це поняття з урахуванням різних аспектів і наукових напрямів. Так, українські дослідники Н. Мойсеюк [84, с. 328] та С. Пальчевський [93, с. 279-282] послуговуються класифікацією засобів навчання, що ґрунтується на розробках польського педагога В. Оконя та передбачає їх поділ на прості та складні. До простих засобів учені відносять словесні (підручники, навчальні посібники) та візуальні (реальні предмети, моделі, картини), а до складних – механічні візуальні пристрої (діаскоп, мікроскоп, кодоскоп), аудіальні (програвач, магнітофон, радіо), аудіовізуальні засоби (звуковий фільм, телебачення, відео), а також засоби, що спрощують і автоматизують освітній процес (лінгвістичні кабінети, комп'ютери, інформаційні системи, телекомунікаційні мережі).

У свою чергу, дослідниця С. Максимюк переконана, що засоби навчання можуть бути предметними (натуральні об'єкти, наочні посібники, технічні засоби, прилади), практичними (демонстрація досліду, графічна побудова, письмо і письмові вправи, трудова діяльність у майстерні, лабораторії, на польовій ділянці), інтелектуальними (способи пізнавальної діяльності – логіка, уява, інтуїція) та емоційними (інтерес, задоволення, радість, прикрість – та способи їх прояву) [74, с. 187].

У дослідженнях педагога М. Фіцули не подано чіткої класифікації засобів навчання, однак учений виокремлює серед них головні (слово вчителя та підручник) і другорядні, які виконують різні функції в навчальному процесі. До останніх належать спеціальні технічні засоби навчання (ТЗН) – дидактична техніка, аудіовізуальні засоби, екранні посібники статичної проекції, посібники динамічної проекції, фонопосібники, відеозаписи, радіо- і телепередачі [171, с. 135].

У процесі аналізу встановлено, що дослідник І. Зайченко також уникає чіткої класифікації, зазначаючи, що об'єкти, які виконують функцію засобів навчання можуть бути умовно згруповані за різними ознаками: властивостями,

суб'єктами діяльності (засоби викладання та засоби навчання), впливом на якість знань і розвиток здібностей, а також ефективністю в освітньому процесі. Водночас науковець подає перелік засобів навчання, що найчастіше застосовуються в навчальній діяльності: об'єкти довкілля, подані в натуральному вигляді або спеціально підготовлені для навчальних завдань, діючі моделі, макети й муляжі, прилади та засоби для демонстраційних експериментів, графічні засоби, технічні засоби навчання, підручники й навчальні посібники, прилади для контролю знань і вмінь учнів; комп'ютери [51].

На протипагу вищезазначеним підходам, авторка підручника «Педагогіка» Н. Волкова подає класифікацію засобів навчання за різними ознаками та функціями, а саме: за особливостями використаного матеріалу (словесні, образотворчі); за видом сприйняття (зорові, слухові, наочно-слухові, аудіальні, візуальні й аудіовізуальні); за способом передачі матеріалу (за допомогою технічної апаратури або без неї – традиційним способом; у статистичній чи динамічній формі); за організаційними формами роботи з ними (фронтальна – на основі демонстраційних засобів, та індивідуальна – із використанням роздаткового образотворчого матеріалу) [25]. Отже, дослідниця поділяє засоби навчання на дві категорії: технічні та нетехнічні (друковані засоби, натуральні об'єкти, муляжі).

Цікавим у контексті нашого дослідження видається групування засобів навчання, запропонований М. Жалдаком [47], В. Корольським, Г. Крамаренком, С. Семеріковим, С. Шокалюком [60]. На підставі своїх досліджень учені розподіляють дидактичні засоби на три групи: засоби зорової (візуальної) наочності (діафільми, діапозитиви, моделі, муляжі, таблиці, картини, графіки, роздавальний матеріал); засоби слухової наочності (платівки, компакт-диски, аудіокасети); наочно-слухові (аудіовізуальні) засоби (діафільми зі звуковим супроводом, кінофільми і відеофільми, кінофрагменти тощо).

Спираючись на дослідження українських науковців М. Сметанського, В. Галузяка, В. Шахова [28], В. Чайка пропонує поділ засобів навчання на такі групи: технічні засоби навчання (екранні, звукові та екранно-звукові, чи

аудіовізуальні); натуральні предмети (живі або засушені рослини чи їх частини; живі, законсервовані тварини та їх опудала); репродукції (рельєф місцевості, моделі машин, приладів, муляжі, ілюстрації, картини); символічні навчальні посібники (географічні й історичні карти, глобуси, схеми, діаграми). Дослідниця наголошує на важливому значенні електронних і мультимедійних засобів (комп'ютери, електронні книги) у сучасних закладах загальної середньої освіти, проте не включає їх до запропонованої класифікації [174].

Слід звернути увагу на те, що в умовах інтенсивного розвитку інформаційних технологій та активного використання комп'ютерів в освітньому процесі вчені розширюють межі класифікацій, вводячи до них інноваційно-інформаційні засоби навчання. Так, М. Бирка [13] пропонує класифікацію засобів навчання, поклавши в її основу дидактичну функцією, і розподіляє їх на такі групи: інформаційні (підручники і навчальні посібники); дидактичні (таблиці, плакати, відеофільми, програмні засоби навчального призначення, демонстраційні приклади); технічні (аудіовізуальні засоби, комп'ютер, засоби телекомунікацій, відеокомп'ютерні системи, мультимедіа, віртуальна реальність).

У науковому обігу також простежується виокремлення ще двох груп дидактичних засобів – традиційних та інноваційних. На нашу думку, відмінність інноваційних засобів навчання нового покоління від попередніх технічних засобів зумовлена їх програмно-апаратною реалізацією. Дослідженню поняття «інноваційні навчальні засоби» присвячено праці В. Демкової та Ю. Хомяковського, які трактують їх як «додаткові навчальні засоби, що передбачають використання складних технічних пристроїв» [44, с.187-190]. Крім того, науковці подають перелік засобів навчання, які відносять до інноваційних: технічні (аудіальні; візуальні й аудіо-візуальні дидактичні засоби) й комп'ютерні засоби навчання, що, у свою чергу, поділяються на мультимедійні (електронні тексти, статичні та анімаційні зображення, аудіо- й відеоелементи) та мережеві комп'ютерні засоби навчання (засоби навчальної діяльності, що передбачають використання інформаційних ресурсів і комунікацій мережі Інтернет).

Відомі українські методисти-математики З. Слєпкань [132], А. Столяр, Р. Черкасов [175] наголошують на тому, що всі засоби навчання мають становити єдину систему, у центрі якої перебуває підручник з математики. Інші засоби – дидактичні матеріали, довідкова математична література, навчальне обладнання (зокрема наочні посібники, моделі, рисунки, схеми, таблиці, інструменти, прилади), екранні засоби навчання, калькулятори, персональні комп'ютери, відповідні педагогічні програмні засоби тощо – призначені для підвищення ефективності засвоєння шкільного курсу математики.

Чимало науковців, зокрема М. Жалдак [49], В. Корольський, С. Семеріков, Т. Крамаренко, С. Шокалюк [60] у дослідженні засобів навчання спираються на класифікацію Ю. Триуса [166]. Відповідно до цього підходу вчені виокремлюють традиційні (наочні та технічні засоби навчання, підручники і посібники, дидактичні матеріали) та комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики. Останні поділяються на засоби апаратного (комп'ютер, засоби телекомунікацій) і програмного забезпечення (операційні системи; текстові й графічні редактори; табличні процесори; експертні системи; педагогічні програмні засоби; проблемно-орієнтовані програми; електронні підручники.). Серед програмних засобів комп'ютерної математики вчені також виокремлюють системи для чисельних розрахунків, табличні процесори, матричні системи, системи статистичних обчислень, спеціалізовані програмні пакети, системи комп'ютерної алгебри та геометрії, а також універсальні математичні системи.

У свою чергу, А. Гуржій, Р. Гуревич, Л. Коношевський, О. Коношевський [43] поділяють сучасні засоби навчання на комп'ютерно-орієнтовані та інтерактивні. До першої групи вони відносять технічні засоби навчання, які поділяються на підгрупи (засоби передачі навчальної інформації, аудіовізуальні засоби контролю знань, тренажерні засоби навчання, допоміжні засоби навчання), а також комбіновані засоби (електронні видання, електронні підручники, віртуальний освітній простір). До другої групи належать інтерактивні засоби: інтерактивна дошка та обладнання, що доцільно використовувати разом із нею – проєктор, документ-камера, інтерактивні й

графічні планшети, інтерактивний стіл.

Слід також звернути увагу на те, що формування особистісних якостей учнів у процесі комп'ютерно-орієнтованого навчання математики досліджувала Т. Крамаренко [62]. У дисертаційній роботі авторкою комплексно реалізовано цілісний комп'ютерно-орієнтований підхід до вивчення шкільного курсу математики, спрямований на формування організаційних, пізнавальних і креативних якостей учнів. Зокрема, уточнено критерії та рівні сформованості цих якостей, обґрунтовано добір змісту навчального матеріалу (теоретичного матеріалу й задач, у тому числі для поглибленого вивчення), здійснено аналіз педагогічних програмних засобів, комп'ютерно-орієнтованих методів і форм навчання, а також розроблено методичні рекомендації щодо використання ППЗ GRAN1, GRAN2D, GRAN-3D, DG в освітньому процесі.

Також формування пізнавальної самостійної діяльності учнів базової школи у процесі навчання математики із використанням інформаційних технологій досліджував педагог С. Ганжела [30]. За результатами його дослідження обґрунтовано, що пізнавальна активність учнів під час вивчення геометрії досягає найвищого рівня у процесі виконання творчих самостійних робіт із використанням інформаційних технологій.

Питання комп'ютерно-орієнтованої методики узагальнення та систематизації знань і вмінь учнів у процесі навчання математики розглянуто в дисертаційній роботі М. Ковальчук [56]. Авторкою встановлено, що використання ІКТ у навчанні математики сприяє активізації розумової діяльності учнів на різних етапах освітнього процесу. За результатами дослідження М. Жалдака, В.Лапінського, М. Шута [49] розроблено рекомендації щодо застосування програмних засобів GRAN під час вивчення геометричних тіл, а також створено комп'ютерну програму Universal Test System для контролю навчальних досягнень учнів з основних змістових модулів розділу «Геометричні тіла». Інтерактивність як важливий компонент освітніх технологій і змістова характеристика використання комп'ютерних засобів (зокрема із

застосуванням елементів візуалізації – інтерактивної дошки, графічного планшета тощо) розглядає П. Бельчев [11].

Матеріали зазначених та інших досліджень сприяють ефективнішому використанню потенціалу шкільного курсу геометрії, оскільки геометричний матеріал за своїм змістом є особливо придатним для виявлення та формування вмінь оперувати просторовими образами. У ході дослідження встановлено, що оперування уявними образами абстрактних геометричних фігур є простішим, ніж робота з образами реальних об'єктів і їхніх конкретних елементів, адже їх композиційна складність, а також практичний і побутовий зміст суттєво ускладнюють цей процес. Таким чином, комп'ютерна підтримка навчально-пізнавальної діяльності учнів у процесі вивчення геометрії дає змогу підвищити ефективність використання навчального часу за рахунок зменшення обсягу рутинних обчислювальних операцій, а також забезпечити учнів ефективними наочними засобами розв'язування широкого кола геометричних задач.

У дослідженні проблеми розвитку образного мислення учнів під час вивчення стереометрії з використанням комп'ютера О. Вітюк виокремлює вимоги до моделювальних програмних засобів для комп'ютерної підтримки навчання геометрії та обґрунтовує доцільність розроблення програмних засобів GRAN-2D і GRAN-3D. Використання цих засобів, на думку автора, сприяє істотній активізації процесу розвитку образного мислення учнів. Їх основне призначення полягає у наданні допомоги учням у розв'язуванні широкого кола геометричних задач шляхом моделювання об'єктів, про які йдеться в умові задачі. У дисертаційній роботі О. Вітюка також обґрунтовано, що важливим чинником підвищення рівня знань із геометрії є залучення учнів до самостійного створення та розв'язування геометричних задач із використанням комп'ютера. Автор зазначає, що раціональне поєднання традиційних дидактичних методик із комп'ютерно-орієнтованими забезпечує вагомий педагогічний ефект і створює умови для ефективної організації навчально-пізнавальної діяльності учнів, а також розкриття їхнього творчого потенціалу [23, с.19].

Слід зазначити, що розвиток творчого мислення учнів старшої школи на уроках математики із використанням інформаційних технологій навчання досліджено у роботі О. Смалько. На основі аналізу наукових праць автор доходить висновку, що використання доцільно дібраних комп'ютерно-орієнтованих засобів у процесі вивчення математики сприяє вдосконаленню механізмів активізації мисленнєвих процесів учнів, розвитку математичної інтуїції та окремих математичних здібностей. Застосування комп'ютерної техніки на уроках також сприяє перерозподілу інтелектуальних зусиль учнів у напрямі розвитку творчих задатків і компонентів творчого мислення. Авторка дисертаційного дослідження називає програми навчально-інструментальної серії GRAN (М. Жалдак, Ю. Горошко, О. Вітюк) зручною та апробованою «лабораторією творчої думки», що є ефективним засобом реалізації моделі навчання через відкриття [137, с.8].

Розробники чинного Положення про електронні освітні ресурси (№ 749 від 29 травня 2019 р.) визначають ЕОР як «засоби навчання на цифрових носіях будь-якого типу або розміщені в інформаційно-телекомунікаційних системах, які відтворюються за допомогою електронних технічних засобів і застосовуються в освітньому процесі» [104].

Деякі аспекти використання інформаційно-комунікаційних технологій в освіті неодноразово ставали об'єктами як одноосібних праць О.Співаковський [140], П. Бельчев [8], М. Кадемія [54], В. Лапінський [65], Швачич [177] так і колективних наукових досліджень В. Глазова, М. Бородаченко [31], В. Осадчий, К. Осадча [92] та ін. На доцільності їх застосування на уроках математики наголошували М. Жалдак [48], В. Корольський [60], В. Лапінський, М. Шут [49], С. Раков [117] та Ю. Триус [167].

Слід зазначити, що проблемі застосування інформаційно-комунікаційних технологій на уроках математики приділяється значна увага науковців й за межами України. Так, А. Цунська і І. Савіцька [185] наводять приклади та переваги використання інтерактивних методів навчання та ІКТ у школах Латвії. К. Майрбергер і С. Хофхюс [195] проаналізували використання освітніх

ресурсів, що ґрунтуються на відкритості та доступності до навчального матеріалу. С. Санніков, С. Жданов, Ф. Чоботарьов і П. Рабинович [200] висвітлюють інтерактивний контент не лише через ЕОР, але й із використанням технологій розширеної реальності та 3D-візуалізації в середній освіті. Особливої уваги заслуговують напрацювання В. Бикова, В. Лапінського [12], Т. Пушкарьової [116], О. Федоренка О., М. Кот [170], В. Нелюбова, О. Дубіва та О. Куруци [90], що розкривають важливі, на нашу думку, питання щодо необхідності розробки та впровадження методик застосування певних ЕОР у навчальному процесі.

Водночас проблема цифровізації освіти та впровадження цифрових технологій у навчальний процес активно досліджується сучасними науковцями. Зокрема, Я. Грицай [39] обґрунтовує доцільність використання цифрових інструментів для формувального оцінювання навчальних досягнень учнів, А. Дробін [46] акцентує увагу на класифікації цифрових освітніх ресурсів для уточнення їх практичного застосування, а В. Мізюк [82] висвітлює значення цифрових компетентностей учителя у реалізації змішаного навчання. У науковій доповіді О.Пінчук, В. Кремень, В. Биков, О. Ляшенко, С. Литвинова та ін. [115] проаналізовано стан і перспективи цифровізації освіти України, що підтверджує необхідність її системного впровадження у навчальний процес. Це, у свою чергу, зумовлює актуальність ширшого використання комп'ютерних засобів навчання як важливого інструмента реалізації цифрових освітніх підходів.

Отже, в контексті розвитку сучасної середньої освіти актуальним є питання впровадження в освітній процес комп'ютерних засобів навчання, до яких належать комп'ютерні програми, електронні засоби навчання та електронні освітні ресурси.

Оскільки на уроках математики доцільним є використання комп'ютерних програм та електронних засобів навчання, водночас слід відзначити відсутність єдиних прикладів їх застосування за рівнями інтерактивності та відповідних класифікацій. Дослідники мають різні погляди на цю проблему, оскільки розглядають її з урахуванням різних аспектів і напрямів. Особливу увагу

привертає той факт, що у зв'язку з інтенсивним впровадженням комп'ютерних технологій в освітній процес учені розширюють класифікації та включають до них комп'ютерні засоби навчання.

Комп'ютерний засіб навчання визначається як програмний засіб або програмно-технічний комплекс, призначений для розв'язання певних педагогічних завдань, який має предметний зміст і орієнтований на взаємодію з учнем [146, с. 47]. До комп'ютерних засобів навчання відносять навчальні інструменти, які взаємодіють із комп'ютером. Визначення комп'ютерних засобів включає апаратне та програмне забезпечення, а одними з програмних складових є електронні засоби навчання. Освітні електронні засоби навчання – це програмні засоби, які призначені для розв'язання визначених педагогічних задач, мають предметний зміст і орієнтовані на взаємодію з учнем.

Автори навчального посібника В. Биков, В. Лапінський [12, с.2-6] поділяють думку В. Вембер [21], класифікуючи освітні електронні ресурси та ототожнюючи такі поняття, як електронні навчальні видання, електронні засоби навчального призначення, комп'ютерні навчальні системи, педагогічні програмні засоби та електронні навчально-методичні матеріали.

З аналізу наукових джерел щодо сутності комп'ютерних засобів навчання випливає, що існують універсальні засоби, які можна застосовувати як на уроках математики, так і на уроках інших предметів, а також спеціалізовані програми, призначені виключно для навчання математики. За результатами проведеного опитування серед учителів математики, встановлено, що універсальні засоби здебільшого використовуються для організації дослідницької роботи, тоді як спеціалізовані – під час виконання практичних завдань [158, с. 86-88].

Досліджуючи сучасний інформаційний простір щодо викладання математики [146], ми неодноразово підкреслювали, що єдиної класифікації комп'ютерних засобів навчання наразі не існує, оскільки для кожного рівня застосування висуваються специфічні вимоги до засобу, і вчителю зручно обирати його відповідно до типу уроку. У ході дослідження нами було проаналізовано близько 80 різноманітних комп'ютерних засобів, серед яких

програмні продукти, електронні освітні ресурси, хмарні технології, сервіси Web 2.0 та інші. Висновок, який ми зробили, полягає в тому, що через таку широку різноманітність вчителям досить складно швидко визначити, який засіб найбільш доцільний для конкретного уроку.

Ми цілковито підтримуємо думку дослідників, що для ефективного розвитку творчої розумової діяльності учнів базової школи слід розвивати механізми діалогічності, зокрема внутрішньої, які найкраще вдосконалюються через продуктивне використання комп'ютерно-орієнтованих навчальних систем. Грамотне застосування комп'ютерної техніки з педагогічно доцільним програмним забезпеченням на уроках алгебри та геометрії створює сприятливі умови для формування в учнів геометричної (математичної) інтуїції та творчих здібностей.

Підсумовуючи аналіз підходів до визначення комп'ютерних засобів навчання та існуючих класифікацій, констатуємо, що в педагогічній науці відсутнє єдине бачення поняття «комп'ютерні засоби навчання», що зумовлено швидким розвитком інформаційних технологій. Для сучасних педагогічних досліджень важливим є перехід від сприйняття комп'ютера як технічної новинки до розуміння його як компонента методичної системи. Застосування комп'ютерних засобів, зокрема спеціалізованих програм, дозволяє радикально змінити характер навчально-пізнавальної діяльності на уроках математики: від репродуктивного засвоєння знань до моделювання об'єктів, творчого пошуку та «учіння через відкриття». Це створює умови для реалізації особистісно орієнтованого навчання, активізації самостійної роботи учнів та підвищення рівня математичної компетентності, а також змінює роль учителя математики – від «передавача знань» до коуча, наставника та тренера комп'ютерного навчального середовища. Узагальнення наукових підходів (Ю. Горошко [38], Н. Тарасенкова [162], С. Семенець [123] та ін.) дозволяє визначити комп'ютерні засоби навчання як складну дидактичну систему, що поєднує предметний зміст математики, програмне забезпечення та інтерактивні алгоритми взаємодії.

Аналіз наукових поглядів дозволяє виокремити кілька рівнів класифікацій комп'ютерних засобів навчання:

За технологічною складністю: прості (словесні, візуальні) та складні (автоматизовані системи, телекомунікаційні мережі);

За структурною реалізацією: апаратне (комп'ютери, засоби зв'язку) та програмне забезпечення (освітні ресурси, системи комп'ютерної математики, експертні системи);

За дидактичним призначенням: інформаційні, діагностичні (контролюючі), тренажерні та моделюючі засобів.

За ступенем інноваційності: традиційні та інноваційні комп'ютерно-орієнтовані засоби.

Ми переконані, що комп'ютерні засоби навчання у сучасній гімназії виступають не лише джерелом інформації, а інтерактивним середовищем, яке дозволяє зробити освітній процес особистісно орієнтованим, звільнити його від рутини та зосередити зусилля учнів на розвитку математичної компетентності.

## **1.2. Психолого-педагогічні основи використання комп'ютерних засобів навчання у математичній освіті**

Концепція Нової Української школи спрямовує педагогів до пошуку нових шляхів забезпечення якості і конкурентоспроможності шкільної освіти. Основні положення щодо розвитку загальної середньої освіти в Україні викладені в Законі України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII [111], Законі України «Про повну загальну середню освіту» від 16.01.2020 № 463-IX [112], Концепції Нової української школи [91], Наказу № 1112 від 07.08.2024 року Про затвердження Порядку та умов здобуття загальної середньої освіти в комунальних закладах загальної середньої освіти в умовах воєнного стану в Україні [105], Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти від 23.11.2011 № 1392 зі змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів № 538 від 07.08.2013 і № 143 від 26.02.2020 р. [45].

Відповідно до мети та загальних цілей, визначених у Державному стандарті [45], окреслено завдання, які має реалізувати вчитель у контексті кожної освітньої галузі. Результати навчання повинні сприяти формуванню ключових компетентностей учнів. Однією з таких ключових компетентностей є математична компетентність. Ми погоджуємось з визначенням С. Ракова [117], згідно з яким «головною метою вчителя є формування в учнів уміння бачити і використовувати математику в реальному житті, розбиратись в отриманих результатах, мати високий рівень математичної грамотності».

Для перевірки рівня сформованості математичної компетентності, а згодом і для визначення напрямів трансформації української математичної освіти, вчені реалізують міжнародні моніторингові програми з оцінки якості знань, у межах яких порівнюється рівень української освіти з рівнем освіти в інших країнах світу. До таких програм належать: PISA, TIMSS, IEAP, CIVICS, SITES [17, с.180]. Як приклад можна навести результати дослідження PISA-2022 [197]. У 2022 році 42% українських 15-річних підлітків не досягли базового рівня математичної грамотності. У дослідженні взяли участь понад 3 800 учнів із 164 закладів освіти на підконтрольних Україні територіях. Школярі пройшли двогодинне тестування з математики, читання, природничо-наукових дисциплін та креативного мислення. Середній бал українських учнів з математики становив 441, що на 31 бал менше від середнього показника країн ОЕСР (472 бали), тобто українські учні відстають приблизно на півтора року від своїх закордонних однолітків. Отримані результати свідчать про гостру потребу модернізації шкільної математичної освіти в Україні.

Висновки та перспективи подальшої участі України в міжнародних порівняльних моніторингових дослідженнях якості математичної освіти [17, с.193] підкреслюють, що одним із надпотужних засобів удосконалення шкільної математики сьогодні стали освітні ресурси мережі Інтернет, які забезпечують широкі можливості для активної взаємодії учнів і вчителів. Крім того, ефективним шляхом розвитку математичної освіти є системне впровадження комп'ютерних засобів навчання.

У багатьох сучасних науково-педагогічних джерелах підкреслюється важливість розвитку пізнавальної активності учнів на уроках математики як складного інтегрального утворення, що включає мотиваційні, операційні та результативні компоненти [159, с. 240-247]. Значну роль у цьому процесі відіграє застосування комп'ютерних засобів навчання. На основі аналізу матеріалів PISA-2022 [197], а також новітніх зарубіжних і вітчизняних досліджень мотивації учнів до вивчення математики, можна виокремити ще одну важливу педагогічну проблему – проблему подолання учнями математичної тривожності. Як зазначають викладачі педагогічних дисциплін, в Україні таких досліджень проводиться мало, а явищу математичної тривожності загалом не приділяють належної уваги [176], що підтверджується й у працях С. Лукомської [71], яка звертає увагу на особливості прояву математичної тривожності сучасних школярів. У зарубіжній психолого-педагогічній науці за цим напрямом опубліковано значну кількість досліджень, що спонукає педагогічну спільноту звернути увагу на математичну тривожність. Водночас важливо здійснити системний аналіз об'єктивних факторів, які ускладнюють навчання математики, і виробити педагогічні рекомендації для їх подолання. Так, С. Еден, А. Хайне та А. Якобс у праці «Математична тривога та її розвиток у ході формального шкільного навчання – огляд» вказують, що наявність у дитини «математичної тривожності» не свідчить про її слабкість у математиці; це означає, що учень міг би демонструвати значно кращі результати, якби не відчував тривожності [188], що узгоджується з висновками С. Роснан, яка розглядає шляхи подолання математичної тривожності та підкреслює можливість її зменшення через відповідні педагогічні підходи [199].

Отже, у суто педагогічному аспекті йдеться насамперед про гуманізацію шкільної математичної освіти та активне використання результатів психологічних і педагогічних досліджень у поєднанні з сучасними комп'ютерними засобами навчання безпосередньо в процесі викладання математики. Зарубіжні дослідження свідчать, що у учнів із високим рівнем математичної тривожності знижується оперативна пам'ять, що, у свою чергу,

зменшує продуктивність виконання завдань на уроках математики.

У процесі вивчення проблеми математичної тривожності встановлено, що методи її зниження можна поділити на педагогічні та психологічні. Багато досліджень демонструють прямий зв'язок між рівнем підготовки з математики та проявами математичної тривожності. В авторських методиках Ю. Закарія та М. Баратуччі «Шкала математичної мотивації» [207, с. 314–324.] визначено ключові показники зниження математичної тривожності: самоефективність – впевненість у власній спроможності досягти успіху у вивченні математики; внутрішня мотивація – наявність внутрішньо визначеної мети навчання математиці; корисність математики – розуміння значення предмета для пізнання та саморозвитку; зовнішня мотивація – вплив зовнішньо визначених цілей на навчальну діяльність.

Широке застосування в науковому обігу отримала також методика Ю. Закарія «Шкала математичної тривожності», що базується на визначенні математичної тривоги як страху, напруження та невпевненості стосовно дій, пов'язаних із маніпулюванням математичними поняттями, які перешкоджають успішному засвоєнню матеріалу [206, с. 135–144]. Так, М. Ашкрафт, А. Мур відзначають, що основними факторами ризику підвищення математичної тривожності є: слабкий рівень володіння математикою, неадекватна мотивація та недостатня оперативна пам'ять [183].

Дослідження також свідчать, що негативний вплив математичної тривожності на навчальні результати опосередковується тимчасовим скороченням оперативної пам'яті [194]. У таких випадках учень виконує два паралельні завдання: основне – математичне, і друге – контроль власного емоційного стану (боротьба зі страхом і тривогою), причому емоційне навантаження виступає як додаткове ресурсомістке завдання. Важливою є роль способу перевірки знань у прояві математичної тривожності. Тести та завдання з обмеженням часу підсилюють тривогу, знижують результативність і мотивацію. Натомість система оцінювання, що передбачає обговорення ходу рішення, суттєво знижує рівень тривожності [190].

У закладах освіти, де допускається повторне тестування, під час якого учні можуть поліпшити свої результати, прояви математичної тривожності значно менші. Дистанційна перевірка знань без оголошення результатів також сприяє зменшенню тривожності, оскільки знижується страх негативного оцінювання однокласниками. Натомість найменш сприятливим способом перевірки знань є розв'язування задач біля дошки під наглядом однокласників [192]. Іншим суттєвим чинником є відсутність індивідуалізації навчання: однакова швидкість опанування матеріалу, загальні програми, єдиний спосіб подачі інформації для всіх учнів. Зростанню математичної тривожності також сприяють неадекватні методи навчання математики, наприклад опора на механічне запам'ятовування замість усвідомлення [198]. У дослідженні А. Легг та Л. Локер «Результативність математики та її зв'язок із математичною тривогою та метапізнанням» описується методика розвитку метакогнітивних навичок. Автор розглядає метапізнання як метакогнітивні знання (розуміння того, як відбувається пізнання) і регуляторну дію пізнавальних процесів (планування, моніторинг та оцінка власної пізнавальної діяльності). У вітчизняній літературі для цього зазвичай використовується термін рефлексія. В контексті нашого дослідження важливим висновком є те, що цілеспрямований розвиток рефлексивних навичок суттєво знижує математичну тривожність учнів [194].

У праці Дж. Фернера і А. Гонсалес-Дехасс «Як майстерність та цілі успішності учнів пов'язані з математичною тривогою?» автори рекомендують учителям математики урізноманітнювати як методи перевірки знань, так і методику викладання. Зокрема, у процесі навчальної діяльності доцільно співвідносити математичні закономірності з повсякденним життям, надавати учням можливість вільно працювати з об'єктами задач для глибшого розуміння математичних понять, застосовувати групові форми роботи, проєктну діяльність, математичні ігри та відповідні комп'ютерні засоби [189]. Важливим також є інтегрування гуманітарних і математичних знань у методичних розробках із метою демонстрації їх взаємозв'язку [182].

Отже, наведене дає підстави стверджувати, що до важливих засобів підвищення мотивації учнів до вивчення математики та зниження математичної тривожності належать як педагогічні прийоми і психологічні методики та тренінги, так і створення оптимальних умов для застосування сучасних комп'ютерних засобів навчання з урахуванням вікових особливостей учнів. Важливу роль відіграє також методично виважене проектування навчальних програм і розробка уроків, у яких передбачено достатній час для відпрацювання математичних навичок, послідовного розвитку логічного мислення та формування передумов подальшого успішного навчання.

Докорінні зміни в системі освіти України, зокрема реалізація Концепції Нової української школи та загальної освітньої реформи, ґрунтуються на європейському досвіді й передбачають упровадження нових принципів, форм, прийомів і методів навчання, у тому числі з математики. За цих умов освітній процес орієнтується на педагогічні інновації, інформаційні технології та сучасні засоби навчання, використання яких сприяє врахуванню особистісних потреб учнів і розвитку особистості, здатної не лише володіти значним обсягом інформації, а й уміти її шукати, критично осмислювати, аналізувати, систематизувати та ефективно застосовувати на практиці.

Сучасні дослідники А. Гуржій, Р. Гуревич, Л. Коношевський, О. Коношевський [43, с.176] передусім пов'язують педагогічні інновації з використанням інтерактивних методів і технологій навчання. У зв'язку зі стрімким розвитком інформатизації суспільства впровадження та застосування комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання, зокрема у викладанні математики, набуває особливої актуальності в освітній діяльності педагога.

Педагогічна інновація розглядається як процес реалізації конкретною особою або колективом нової для них ідеї в освітньому процесі, результатом якого є креативний пошук оригінальних, нестандартних рішень. Водночас її трактують як особливу форму педагогічної діяльності й мислення, спрямовану на організацію нововведень в освітньому середовищі, або як процес створення, упровадження та поширення нового в освіті, що знаходить відображення у

сучасних дослідженнях інноваційного освітнього середовища та його впливу на розвиток інноваційної компетентності майбутніх учителів [193], переосмисленням інноваційної компетентності педагога (Т. Цегельник, В. Мізюк, Л. Драгієва) [173] та формуванням інноваційної культури майбутніх викладачів (П. Кожевников, А. Кожевникова) [58].

Інноваційний процес в освіті визначається як сукупність послідовних, цілеспрямованих дій, спрямованих на оновлення й трансформацію мети, змісту, організації, форм і методів освітнього процесу, а також на адаптацію навчання до нових суспільно-політичних умов [40, с. 155]. Об'єктом педагогічних технологій є взаємодія учасників освітнього процесу, а предметом — прийоми, способи, методи, засоби та закономірності цієї взаємодії, що визначаються цілями, завданнями та змістом освіти.

У педагогічній практиці поняття «педагогічна технологія» застосовується на трьох взаємопов'язаних рівнях:

1) загальнопедагогічна технологія характеризує цілісний процес у закладі освіти на певному етапі навчання. Педагогічна технологія виступає як синонім педагогічної системи, що охоплює цілі, зміст, методи, засоби навчання та механізми взаємодії його учасників;

2) спеціально методична педагогічна технологія («спеціальна методика») — це сукупність методів і засобів для реалізації навчання й виховання в межах окремої дисципліни, класу або педагогічної практики;

3) локальна педагогічна технологія стосується технологій окремих елементів освітнього процесу, спрямованих на розв'язання конкретних навчальних і виховних завдань [44, с. 160-161]. Спираючись на позицію дослідника О. Грудиніна, до найважливіших універсальних педагогічних інновацій можна належать:

1) теоретична і практична технології оптимізації навчально-виховного процесу, що поєднують педагогічну теорію і практику; 2) гуманістична педагогіка як єдність теоретичних і практичних підходів; 3) оновлені підходи до

організації та управління педагогічними процесами; 4) технології, засновані на новітніх ідеях інформатизації та засобах масової інформації I [40, с. 162].

Вчені Ю. Триус і М. Бакланова [168], досліджуючи проблеми та перспективи математичної освіти, зазначають, що підвищення рівня пізнавальної діяльності учнів на уроках математики можливе завдяки застосуванню інформаційно-комунікаційних технологій. Це сприяє зростанню мотивації, посиленню інтересу до навчання, зокрема до способів організації пізнавальної діяльності; розвитку мислення та інтелектуальних якостей; індивідуалізації й диференціації освітнього процесу; підвищенню рівня самостійності та наочності навчання; розширенню засобів пізнавальної діяльності; формуванню обізнаності з сучасними методами наукового пізнання, пов'язаними з використанням ІКТ; а також спрощенню й пришвидшенню доступу до навчального матеріалу за допомогою засобів комунікації.

Практична спрямованість навчальної діяльності сьогодні є одним із ключових чинників підвищення рівня якості математичної освіти школярів. Важливу роль у цьому процесі відіграють перспективи застосування ІКТ у навчанні математики, що підтверджується працями М. Жалдака [48], С. Ракова [117], Ю. Рамського [118], О. Скафа [129], В. Корольського [60] та інших науковців.

Питання використання ІКТ у навчанні математики в закладах загальної середньої освіти ґрунтовно висвітлено в дисертаційних дослідженнях Т. Архіпової [1], О. Вітюка [23], С. Ганжели [30], М. Ковальчук [56], Т. Крамаренко [62], О. Смалько [137] та ін. Аналіз зазначених наукових джерел, зосереджених на навчально-методичному забезпеченні формування математичних знань із використанням можливостей ІКТ, дає підстави виокремити основні напрями досліджень методичних і дидактичних проблем застосування комп'ютерних засобів як ефективного інструмента навчання в закладах загальної середньої освіти.

Наведені вище аспекти покладено в основу розроблення методики використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії. Серед

ключових праць варто виокремити, насамперед, посібник для вчителів М. Жалдака, Ю. Горошка, Є. Вінниченка «Математика з комп'ютером» [48], у якому розкрито практичні підходи до застосування комп'ютера в закладах загальної середньої освіти. У низці дисертаційних досліджень розглядаються питання підвищення навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів у процесі вивчення геометрії засобами комп'ютера [1]; розвитку просторової уяви учнів під час вивчення стереометрії [23]; формування навичок самостійної роботи учнів базової школи засобами ІКТ (С. Ганжела) [30]; формування особистісних якостей учнів у процесі комп'ютерно-орієнтованого навчання математики [62] та ін. Зазначені дослідження суттєво вплинули на розуміння місця й ролі інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні математики в закладах загальної середньої освіти та актуалізують потребу в удосконаленні практики їх застосування.

Дослідники М. Жалдак, Ю. Горошко, Є. Вінниченко [48, с. 5] підкреслюють, що комп'ютерна підтримка навчання математики за допомогою програмних засобів забезпечує вагомий педагогічний ефект, полегшуючи, розширюючи й поглиблюючи засвоєння математичних методів на різних рівнях освіти – у гімназіях, ліцеях, профільних класах і закладах фахової передвищої освіти.

Вагомий внесок у розроблення та впровадження сучасних засобів навчання математики здійснив С. Раков. Під його керівництвом створено програмно-методичні комплекси на базі систем динамічної геометрії (DG), а також електронний підручник «Відкриття геометрії засобами пакета DG». Відповідні напрацювання висвітлено в монографії «Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ» [117]. З огляду на те, що інформаційний простір мережі Інтернет насичений різноманітними комп'ютерними засобами навчання, а більшість науковців розглядають інформаційно-комунікаційні технології як один із ключових шляхів підвищення якості математичної освіти, ми поділяємо позицію дослідниці Н.Маланюк [75, с. 87-98.]. Вона обґрунтовує, що саме завдяки дидактично виваженому застосуванню комп'ютерної підтримки

навчання математики в 7-9 класах створюються сприятливі умови для розширення можливостей використання навчальних засобів. Це, своєю чергою, забезпечує зростання змістової насиченості освітнього процесу та сприяє переходу учнів від пасивного сприйняття інформації до активної участі в навчальній діяльності як її повноправних суб'єктів.

Отже, проведений аналіз застосування прийомів і засобів формування математичної грамотності учнів із використанням інформаційно-комунікаційних технологій (Ю. Горошко [48], М. Жалдак [49], Т. Крамаренко [61; 62], С. Раков [117], О. Скафа [129; 131] та ін.) дає підстави констатувати наявність значного навчально-педагогічного, теоретичного й методичного потенціалу, а також високий рівень розвитку інформаційно-технологічних інноваційних засобів у сучасній українській шкільній математичній освіті.

Дослідження психолого-педагогічних аспектів використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії 7-9 класів в умовах НУШ дає підстави сформулювати такі висновки. Спираючись на психолого-педагогічні джерела, встановлено, що застосування комп'ютерних засобів навчання в цьому віці має бути спрямоване на розвиток внутрішньої діалогічності учня, за якої взаємодія з програмним середовищем стимулює рефлексію та оцінювання власної математичної діяльності. Педагогічно виважене використання таких засобів сприяє зниженню рівня математичної тривожності шляхом створення ситуації успіху. Як наслідок, розвиваються математична інтуїція, пам'ять і просторове мислення. Психолого-педагогічна основа запропонованої методики ґрунтується на принципі розвивальної наступності, оскільки комп'ютерні засоби навчання забезпечують реалізацію триєдиної мети уроку: навчальної (формування математичної компетентності), виховної (самоактуалізація особистості засобами навчальної діяльності) та розвивальної (формування стійкого інтересу до математики). Отже, психолого-педагогічною основою використання комп'ютерних засобів навчання учнів гімназії є створення адаптивного освітнього середовища, що враховує вікові особливості їхнього інтелектуального розвитку та забезпечує перехід від

репродуктивного навчання до активного конструювання знань, які становлять підґрунтя формування математичної компетентності в сучасній школі.

### **1.3. Аналіз сучасних методичних підходів і нормативно-правових документів щодо використання комп'ютерних засобів в освітньому процесі гімназії**

Прийняття Концепції Нової української школи [91], спрямованої на інноваційну підготовку всебічно розвиненої особистості учня, зумовлює необхідність удосконалення сучасного освітнього процесу, зокрема засобів подання навчального матеріалу, його змістового наповнення та впровадження нових навчальних дисциплін. Це актуалізує низку ключових проблем, пов'язаних зі змістом освіти, а саме: «що вивчати», «які методи застосовувати», «як підвищити зацікавленість до предмета», зокрема математики.

Окресленню поняттєвого апарату щодо методів навчання у педагогіці приділено значну увагу в працях таких науковців, як А. Кузьмінський [64], І. Підласий [96], М. Фіцула [171]. Сутність методів навчання математики досліджували Г. Бевз [5; 6], З. Слєпкань [132], Р. Черкасов [175]. Поняття інтерактивних дидактичних методів розкрито у наукових працях С. Гончаренка [33], О. Комар [59], О. Пометун [97], П. Фенриха, П. Шевчука [179] та ін.

Сучасна українська педагогіка має значний досвід упровадження та використання дидактичних методів. Водночас як визначення сутності методів навчання, так і їх класифікація характеризуються різноманітністю підходів – як за методичним спрямуванням, так і за орієнтацією на розвиток активної пізнавальної діяльності учнів. Одним із ключових завдань сучасної шкільної математичної освіти є розвиток математичного мислення учнів. Результати досліджень українських і зарубіжних психологів та дидактів свідчать, що математичне мислення є одним із найважливіших складників пізнавальної діяльності духовно й інтелектуально розвиненої особистості. Загальновідомо, що розвиток математичного мислення забезпечується, зокрема, через

використання спеціально дібраної системи задач, вправ і відповідної методики роботи з ними [7]. Отже, під розвитком математичного мислення учнів базової школи розуміємо процес формування його основних якостей і операцій, розвитку вмінь і навичок застосування законів мислення в навчальній діяльності, а також перенесення прийомів розумової діяльності з однієї галузі знань в іншу. З позицій психологічного підходу діяльнісна специфіка розвитку математичного мислення учнів базової школи полягає у трансформації видів і форм мислення в процесі засвоєння абстрактної та узагальненої інформації в межах пізнавальної діяльності.

Науковці виокремлюють низку якостей мислення, розвиток яких є пріоритетним завданням педагогічної науки і практики. Насамперед це гнучкість мислення, що виявляється у здатності змінювати способи розв'язання завдань, виходити за межі стандартних підходів, знаходити нові способи дій за умов зміни ситуації. Важливою є також активність пізнавального мислення, яка характеризується стійкістю інтелектуальних зусиль, спрямованих на розв'язання проблеми, прагненням довести її до завершення та дослідити різні підходи до її вирішення. Не менш значущою є цілеспрямованість мислення, що передбачає здатність до свідомого вибору доцільних дій у процесі розв'язання завдань і орієнтацію на пошук найбільш ефективних способів їх виконання. Із нею тісно пов'язана раціональність мислення, яка виявляється у прагненні до економії часу й зусиль, пошуку оптимальних і водночас простих рішень, а також у здатності формувати універсальні способи дій із широким спектром застосування. Раціональність передбачає вміння цілісно охоплювати проблему, не втрачаючи її деталей, узагальнювати отримані результати та розширювати можливості їх практичного використання. Суттєвим педагогічним результатом розвитку зазначених якостей є готовність учнів сприймати нові факти в контексті вже засвоєної діяльності. Водночас важливою характеристикою виступає глибина мислення, що проявляється у здатності встановлювати сутність досліджуваних явищ у взаємозв'язку з іншими фактами, відокремлювати головне від другорядного, виявляти внутрішню логіку процесів, а також розрізняти доведені

твердження і ймовірні припущення.

Однією з центральних категорій, що характеризують мислення, є активність, ознаками якої виступають як постійність інтелектуальних зусиль, спрямованих на розв'язання завдань, так і прагнення досягти результату, дослідити різні шляхи подолання труднощів та осмислити інваріантність проблеми за умов зміни її параметрів. Активність мислення школярів проявляється також у готовності аналізувати різні способи розв'язання однієї й тієї самої задачі, звертатися до перевірки та осмислення отриманих результатів. Здатність надавати об'єктивну оцінку власним діям і результатам з погляду їх достовірності та значущості свідчить про сформованість критичного мислення. У процесі вивчення математики ця якість є особливо важливою, оскільки забезпечує перевірку висновків, отриманих шляхом індукції, аналогії та інтуїції. Критичність мислення виявляється також у вмінні виявляти й виправляти власні помилки, здійснювати повторний аналіз ходу міркувань з метою встановлення можливих суперечностей. Доведення міркування до логічного завершення потребує сформованості таких якостей, як терплячість, уважність до деталей, прагнення обґрунтувати кожен етап розв'язання задачі та здатність встановлювати причинно-наслідкові зв'язки.

Організованість пам'яті є важливою складовою пізнавальної діяльності й залежить від її характеру, цілей, мотивів та змістового наповнення. Погоджуємося з позицією В. Марченко, що всі зазначені якості математичного мислення є взаємопов'язаними та проявляються в навчальній діяльності учнів комплексно [77, с. 33-35]. З огляду на те, що навчальний матеріал математичних дисциплін має понятійний, узагальнений і логічно структурований характер, учні вже в процесі його засвоєння залучаються до активної розумової діяльності. Це, своєю чергою, вимагає від учнів базової школи високого рівня концентрації уваги, уміння зосереджуватися на сутності навчальної діяльності, абстрагуючись від сторонніх чинників, що передбачає розвиток вольових зусиль і саморегуляції.

Дані наукових досліджень підтверджують, що в процесі навчання в 7-9 класах відбувається поступовий перехід розумової діяльності учнів до вищих

рівнів абстракції та узагальнення, коли школярі більш усвідомлено й ґрунтовно опановують логічні операції. У цей період математичні поняття перестають бути лише об'єктом вивчення і стають інструментом пізнання, аналізу та синтезу явищ об'єктивної реальності в їх закономірних зв'язках [78, с. 64-65]. Мисленнєва діяльність учнів 7-9 класів набуває систематичного характеру, а застосування абстрактних понять і логічних операцій потребує розвитку уяви, глибокого розуміння та усвідомлення закономірних об'єктивних зв'язків у навколишньому світі. Це включає здатність виводити часткові зв'язки явищ із загальних законів або підпорядковувати їх певним закономірностям, що формує цілісне і структуроване мислення.

Дослідники виділяють низку ключових складників, що впливають на розвиток математичного мислення школярів: 1. Уміння відокремлювати суттєве від несуттєвого, абстрагуватися та мислити. 2. Здатність переходу від конкретної ситуації до математичної, формулювання проблеми та побудови схеми, яка коротко характеризує суть завдання. 3. Навички дедуктивного мислення, здатність аналізувати, критично оцінювати отримані результати та ставити нові запитання. 4. Вміння чітко доносити думки розвиненою математичною мовою. 5. Терпіння та наполегливість при розв'язанні математичних задач [77, с. 33].

Особливу увагу слід приділяти підлітковому віку, коли починають формуватися елементи теоретичного мислення. У цей період важливу роль у розвитку мислення учнів 7-9 класів відіграють наукові припущення та пошукові міркування, що сприяють підвищенню продуктивності мисленнєвого процесу та розвитку системи взаємопов'язаних узагальнених і образних операцій. З огляду на залежність ефективності навчання від способу організації мислення, більшість дослідників відносять методи навчання математики в закладах загальної середньої освіти до групи методів розвитку самостійної розумової діяльності учнів.

В Українському педагогічному словнику [34] «Методи (від грец. μέθοδος – шлях досягнення або пізнання) навчання в школі» визначають як впорядковані способи взаємопов'язаної діяльності вчителя й учнів, спрямовані на розв'язання

навчально-виховних завдань. Схожого підходу дотримується і А. Кузьмінський [64]. М. Фіцула доповнює це визначення, замінюючи розв'язання навчально-виховних завдань на вирішення завдань освіти, виховання і розвитку в процесі навчання: «Метод навчання – спосіб упорядкованої, взаємопов'язаної діяльності вчителів та учнів, спрямованої на вирішення завдань освіти, виховання і розвитку в процесі навчання» [171]. На сучасному етапі існує кілька підходів до класифікації методів навчання. Як зазначає Підласий І.: «Навчання – надзвичайно рухливий, діалектичний процес. Система методів повинна бути динамічною, щоб відображати цю рухливість, враховувати зміни які постійно відбуваються в практиці застосування методів» [96].

Комплекс методів навчання ґрунтовно аналізує і З. Слєпкань [132], класифікуючи їх за характером навчально-пізнавальної діяльності учнів та наводячи приклади з математики, які повною мірою розкривають сутність кожного методу. Дослідниця також відзначає значну кількість класифікацій методів у педагогіці, що залежать обраної основи: за джерелом здобування знань (словесні, наочні, практичні); за способами організації навчальної діяльності учнів (методи здобування нових знань, методи формування умінь та навичок і застосування знань на практиці, методи перевірки й оцінювання знань, умінь і навичок) та за характером навчально-пізнавальної діяльності учнів.

Аналізуючи літературу з методики навчання математики, слід зазначити, що вчені Р. Черкасов та А. Столяр [175] підкреслюють особливість методів навчання математики, яка полягає у врахуванні специфіки предмету, адже математика має риси, притаманні лише їй. За їхніми спостереженнями, до найважливіших теоретичних методів належать: спостереження, порівняння та аналогії; застосування індуктивних і дедуктивних умовиводів; аналіз і синтез; програмоване навчання. Окрім того, автори виділяють спеціальні методи навчання математики, що відображають характер її пізнавальної діяльності. До ключових аспектів математичного пізнання належать побудова математичних моделей, використання способів абстрагування для їх конструювання, а також застосування аксіоматичного методу.

Дидакт Бевз Г. у навчально-методичному посібнику розподіляє методи на чотири групи [5, с.26]:

1. Методи активізації уваги учнів: метод мотивації учіння; метод збудження інтересу; метод проблемних ситуацій; метод стимулювання учнів.

2. Методи викладу матеріалу: метод доцільних задач; конкретно-індуктивний і абстрактно-дедуктивний методи; сократичний та евристичний методи; дослідницький метод; метод укрупнення дидактичних одиниць; проскриптивний та інскриптивний методи.

3. Методи закріплення: метод повторень; метод вправ.

4. Методи навчання розв'язування задач: метод поступового ускладнення задач; метод евристичних настанов.

Підсумовуючи, слід зазначити, що на основі аналізу поняття «метод» у педагогічній та математичній науках можна стверджувати: система дидактичних методів навчання математики складається із загальних методів, що використовуються в дидактиці та адаптовані до навчання математики, а також із спеціальних методів навчання математики, які відображають основні способи пізнання, притаманні цій науці.

Відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти (від 23 листопада 2011 р. № 1392) зі змінами, внесеними Постановами Кабінету Міністрів № 538 від 07.08.2013 р. і № 143 від 26.02.2020 р. [45], основною метою освітньої галузі «Математика» є формування в учнів математичної компетентності на рівні, достатньому для забезпечення повноцінного життя в сучасному світі, успішного опанування знаннями з інших галузей у процесі освітньої діяльності, а також інтелектуального розвитку школярів, формування їхньої уваги, пам'яті, логіки, культури мислення та інтуїції [45]. У «Концептуальних засадах реформування середньої освіти» однією з ключових компетентностей визначено математичну компетентність, яка передбачає: культуру логічного та алгоритмічного мислення; уміння застосовувати математичні (числові та геометричні) методи для вирішення прикладних завдань у різних сферах діяльності; здатність розуміти та

застосовувати прості математичні моделі; а також уміння будувати такі моделі для вирішення конкретних завдань [91]. Таким чином, на нашу думку, важливе значення в цьому процесі мають форми реалізації, у яких застосовуються як загально-педагогічні, так і дидактичні математичні методи.

Звернення до фахових наукових публікацій різних галузей педагогічної науки, у яких обґрунтовано методологію, методику та інструментарій навчання учнів певним предметам, дає можливість структурувати низку цілепокладань педагогічних підходів до розвитку та вдосконалення процесу вивчення математики здобувачами базової освіти наступним чином:

- формування знань, умінь та навичок В. Лозова [68] та ін.;
- формування прийомів розумової діяльності у процесі навчання В. Таточенко [163], та ін.;
- розвиток мислення учнів у процесі навчання В. Марченко [77], О. Вітюк [23] та ін.;
- розвиток творчих здібностей учнів у процесі розв'язування задач та використання прийомів і засобів формування математичної грамотності учнів Г. Бевз [3], К. Власенко [24], Л. Лутченко [72], В. Швець [178] та ін.;
- використання інформаційних технологій у навчанні математики Ю. Горошко [38], М. Жалдак [48; 49], Т. Крамаренко [61, 62], С. Раков [117], О. Скафа [131] та ін.

Для забезпечення високої якості набуття математичної компетентності учнів необхідно створювати в процесі навчання математики у ЗЗСО відповідні умови для розвитку прийомів розумової діяльності. Зазначена проблема не є новою, проте залишається актуальною, про що свідчить аналіз дисертацій І. Гордієнко [37], І. Гончарової [36], В. Прач [98], З. Сердюк [127], Є. Скафа [130], Ю. Смержевського [138] та інших. Ряд досліджень показує, що розвиток мислення учнів ефективніше реалізується через самостійне встановлення ними нових зв'язків між відомими поняттями та твердженнями. Це є важливою умовою тренування творчого мислення (Л. Лутченко [72], О. Матяш [80], З. Слєпкань [135]).

Характерні риси вивчення математики в школі, зокрема особливості розвитку математичних уявлень та формування прийомів розумових дій, досліджували українські вчені-методисти Г. Бевз [2; 3; 4], В. Марченко [77], З. Слєпкань, [134], Н. Тарасенкова [161], О. Скафа [130; 131], О. Матяш [79].

Вагомий внесок у встановлення основ організації навчання математики в ЗЗСО зробила видатна дослідниця у галузі методики навчання математики, одна з фундаторок української наукової школи з теорії та методики навчання математики – Слєпкань Зінаїда Іванівна. У її роботах обґрунтовано ключові положення розвивального навчання, які застосовуються, зокрема, і в процесі навчання геометрії в школі. Серед основних праць З. Слєпкань з методики навчання математики, що містять аналіз проблем навчання учнів геометрії, слід виділити: «Методика навчання математики» (2000 р.), «Психолого-педагогічні та методичні основи розвивального навчання математики» (2004 р.).

У зазначених працях акцентується увага на психологічних закономірностях окремих процесів навчання: усвідомленні математичних понять, розв'язуванні задач, доведенні теорем. На основі психологічних теорій навчання та дидактичних систем розкрито шляхи активізації навчально-пізнавальної діяльності школярів у рамках шкільного курсу математики та можливості управління цією діяльністю.

Основні методичні ідеї З. Слєпкань щодо навчання математики в ЗЗСО можна сформулювати наступними положеннями:

- згідно з теорією поетапного формування розумових дій дуже важливим є заздалегідь відпрацьована кожна розумова дія, яка є складовою діяльності учнів щодо розв'язування задач певним методом;
- вивчення нового математичного матеріалу слід починати з повторення і систематизації знань та умінь, які учні вже опанували з попередніх тем [134];

Основними формами підвищення ефективності уроків З. Слєпкань вважала:

- доцільний вибір мети уроку, його змісту і структури;

- використання методів і прийомів роботи, які активізують пізнавальну діяльність школярів, розвивають їх творчі здібності та зацікавленість математикою; майстерне поєднання колективних, групових та індивідуальних форм навчання;

- застосування різних форм самостійної роботи учнів;

- покращення системи вправ та задач;

- доцільне використання наочних посібників та технічних засобів навчання;

- удосконалення форм контролю успішності учнів;

- поєднання теорії з практичною діяльністю учнів;

- підвищення міжпредметних зв'язків; посилення інтересу учнів до математики;

- підвищення органічного зв'язку навчання та виховання на уроках математики [132].

Згідно з методикою навчання З. Слєпкань, готові доведення виступають як моделі, на яких школярі відпрацьовують загальні та специфічні дії й прийоми інтелектуальної діяльності, що формують уміння доводити, застосовувати різні способи доведення та самостійно шукати доведення за аналогією з вивченим. Крім того, під час частково-пошукового дослідження готових доведень (евристична бесіда) педагог показує учням шляхи відкриття методу доведення, вчить їх обґрунтовувати, міркувати та самостійно шукати окремі елементи доведення [132]. Зокрема, у шкільному курсі геометрії для вивчення основних геометричних побудов авторка пропонує алгоритмічний підхід, що дозволяє кожному учню усвідомити алгоритм основної побудови [135]. Навчання розв'язуванню складніших задач на побудову спрямоване, передусім, на оволодіння способами розв'язування таких задач та розвиток продуктивного мислення учнів.

Запропоновані З. Слєпкань ідеї можна умовно розділити на теоретичні та практичні аспекти побудови концепції математичної освіти в Україні. Особливу увагу, на нашу думку, заслуговує використання загальних індикаторів та

спеціальних схем у процесі формування вмінь учнів доводити твердження. У сучасних умовах такі схеми часто асоціюють із евристичними підходами.

У процесі аналізу наукової літератури встановлено, що проблему методики навчання математики ґрунтовно вивчено у працях відомого дидактика Г. Бевза: «Методика викладання математики» [6], «Виховання учнів математикою» [2]. В наукових працях вчений подає нове бачення математичної задачі, уточнює поняття задачі, вправи та співвідношення між ними.

Доводячи, що головною ідеєю побудови сучасних підручників з математики є єдність логіки та евристики, Бевз Г. акцентує увагу на важливості узгодженості складових навчальних програм з математики для школи. Зокрема, він зазначає, що якість організації освітнього процесу в школі значною мірою залежить від знання та розуміння вчителями математики процесів модернізації, модифікації та раціоналізації цілей, змісту та завдань навчання геометрії, відображених у нових навчальних програмах з математики [4]. Вчений підкреслює, що однією зі специфічних рис цього процесу є інтерактивність, тобто двосторонній діалог між учителем та учнями, мета якого – допомога учневі в трансформації інформації загального характеру на особисте знання. Таким чином, аналізуючи взаємодію між учителем і учнями на уроках математики, важливим є педагогічне трактування поняття дидактичних методів у контексті інтерактивної методики навчання математики.

У нашому дослідженні за основу взято класифікацію методів навчання математики, запропоновану українським ученим-педагогом Г. Бевзом. Відповідно до класичного підходу, методи поділяють на дві групи: методи учіння (самостійної навчальної діяльності учня) та методи навчання. Г. Бевз виокремлює дві групи методів учіння: репродуктивні (нетворчі) та продуктивні (творчі). До першої групи він відносить наслідування, копіювання та заучування, а до другої – метод спроб і помилок та дослідницький метод. Методи навчання також трактують як найважливіші способи організації навчальної діяльності. Таке визначення поняття «методи навчання» є досить широким і не має чітко окреслених меж. Оскільки навчання є діяльністю вчителя, Г. Бевз співвідносить

методи навчання насамперед із цією діяльністю та виокремлює такі їх види: методи активізації уваги школярів, методи викладу нового матеріалу, методи закріплення знань і вмінь, методи навчання розв'язування задач. Варто зазначити, що за цією класифікацією методи учіння не включаються до складу методів навчання [6].

Учитель сучасного закладу базової освіти в процесі навчання, зважаючи на вимоги дитиноцентричного підходу в контексті Нової української школи, має забезпечувати взаємодію не лише між учнями, а й між усіма учасниками освітнього процесу. Поданий опис дидактичних методів, пов'язаних із взаємодією вчителя й учнів, є характерним для побудови заняття з використанням інтерактивних технологій. Їх застосування сприяє розвитку особистості учня, формуванню навичок співпраці, комунікації та ефективної взаємодії як між учнями, так і між учнем і вчителем.

У зв'язку з безперервним розвитком комп'ютерних технологій і необхідністю врахування викликів сьогодення методисти запропонували оновити наявні класифікації методів навчання з урахуванням можливостей взаємодії вчителів та учнів за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій. Учені, які визначають метод як «упорядкований спосіб взаємопов'язаної діяльності вчителя й учнів, спрямований на розв'язання завдань освіти, виховання і розвитку в процесі навчання», наголошують, що результативність навчання з використанням інформаційно-комунікаційних технологій безпосередньо залежить від обраних методів. У зв'язку з цим вони пропонують класифікувати методи навчання на традиційні та комп'ютерно орієнтовані [60].

Якщо при цьому екстраполювати використання комп'ютерно орієнтованих засобів на традиційну класифікацію методів за характером пізнавальної діяльності, яку в педагогіці подає І. Підласий, а в методиці навчання математики – З. Слєпкань, то можна побачити, що, наприклад, реалізація обчислювальних експериментів із використанням педагогічних програмних засобів створює підґрунтя для навчання розвивальними методами, зокрема: проблемним

викладом навчального матеріалу, частково-пошуковим (евристичним) методом, дослідницьким методом. Застосування зазначених методів надає учням можливість самостійно формулювати необхідні позначення, перевіряти відомі факти, висувати припущення та робити узагальнення. Активність і глибока зацікавленість творчим процесом сприяють розширенню меж мисленнєвої діяльності школярів, сфери їхніх інтересів і способів пізнання, а також заохочують до пошуку нової інформації [60].

Серед інноваційних наукових розробок у галузі теорії та методики навчання математики особливе місце посідають проблеми евристичного навчання, використання знаково-символьних засобів для формування й розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання, упровадження інформаційно-комунікаційних технологій в освітній процес, а також прикладної спрямованості курсу математики [79].

Сучасні психолого-педагогічні та методичні дослідження дають підстави стверджувати, що для підвищення якості математичної освіти вкрай важливим є виявлення та розвиток математичних здібностей учнів. Цій проблематиці, зокрема, присвячено дисертаційне дослідження І. Гончарової [36], у якому вивчено методику розвитку творчих якостей і формування евристичних умінь учнів основної школи в освітньому процесі та на факультативних заняттях з математики. Поділяємо позицію авторки щодо того, що система розв'язування задач, побудована на засадах максимальної вмотивованості, наочності, евристичності та поступового ускладнення, сприятиме формуванню й розвитку творчих якостей учнів. У дисертаційному дослідженні Л. Тополі [165] запропоновано науково обґрунтовану методику проведення дидактичних ігор на уроках геометрії у 7-9 класах. У роботі реалізовано завдання створення, організації та проведення дидактичних ігор на різних етапах освітнього процесу з геометрії з обов'язковим урахуванням вікових та індивідуальних особливостей підлітків, а також психолого-педагогічних закономірностей навчання.

Так, теоретико-методичні аспекти формування прийомів евристичної діяльності під час вивчення математики в умовах реалізації сучасних технологій

навчання розглянуто в докторській дисертації О. Скафи [130]. Як засвідчує низка досліджень О. Скафи, істотними передумовами, що сприяють розвитку евристичної діяльності учнів у процесі вивчення математики в закладах загальної середньої освіти, є такі:

- забезпечення інтуїтивної основи навчання математики, що передбачає збагачення досвіду учнів шляхом їх залучення до спостережень із використанням матеріальних і знакових моделей, а також комп'ютерних експериментів;

- забезпечення раціонального співвідношення між логічним та евристичним компонентами навчання, що має на меті поступове посилення елементів дедукції через спеціально створені евристичні ситуації та формування усвідомлення необхідності логічного обґрунтування;

- створення позитивного мікроклімату для творчої співпраці;

- використання педагогом різних форм навчального діалогу: учень-підручник, учень-учень, учитель-учень; орієнтація учнів на самостійну роботу, формування в них потреби у вивченні спеціальної літератури;

- забезпечення «математичного» спілкування не лише на уроці, а й у позаурочний час, організація зустрічей у формі поточних заліків, факультативних занять, позакласної роботи;

- забезпечення взаємозв'язку евристичної діяльності в умовах уроку та під час виконання домашніх завдань;

- цілеспрямоване формування алгоритмічних й евристичних прийомів розумової діяльності;

- залучення учнів до аналізу власних дій (рефлексії), зокрема до осмислення того, звідки було отримано ресурс для розв'язання проблеми, що стало перешкодою та яким чином її було подолано;

- систематична робота з уже розв'язаною задачею з метою навчання учнів виявляти та долати нові інтелектуальні труднощі.

Аналіз нормативно-правового забезпечення та сучасних методичних підходів до проблеми дослідження дає підстави сформулювати такі висновки. Встановлено, що використання комп'ютерних засобів навчання математики

учнів гімназії ґрунтується на вимогах Державного стандарту базової середньої освіти [101], Концепції Нової української школи [91], Законів України «Про освіту» [111] та «Про повну загальну середню освіту» [112]. Нормативно-правова база орієнтує освітній процес на формування цифрової та математичної компетентностей. На основі аналізу праць провідних дидактів (А. Кузьмінського, З. Слєпкан, О. Пометун та ін.) з'ясовано, що використання комп'ютерних засобів навчання потребує переосмислення традиційних методів навчання математики. Аналіз методичних підходів до використання комп'ютерних засобів навчання підтвердив, що інтерактивність є однією з ключових умов їх ефективного застосування в гімназії. Інтерактивність дає змогу вчителю залучати до навчально-пізнавальної діяльності практично кожного учня, що сприяє подоланню абстрактності математичного матеріалу та забезпечує його доступність, зрозумілість і пізнавальну привабливість завдяки візуалізації. Крім того, кожен учитель у межах академічної свободи має право гнучко впроваджувати різноманітні комп'ютерні засоби навчання з метою створення адаптивного освітнього середовища, яке відповідатиме віковим особливостям підлітків.

#### **1.4. Дидактичний потенціал інтерактивних комп'ютерних засобів**

Одним із напрямів підвищення якості методичного забезпечення вивчення математичних дисциплін у закладі базової середньої освіти є розроблення та впровадження навчальних технологій, створених на основі інформаційно-комунікаційних технологій та інноваційних методів навчання. На актуальності й доцільності цього напрямку наголошено в Концепції розвитку інноваційних технологій навчання, що ґрунтується на результатах досліджень, проведених науковими співробітниками лабораторії педагогічних інновацій Інституту педагогіки НАПН України [18]. Розвиток пізнавальної активності учнів на уроках математики слід розглядати як перехід до вищого рівня їхньої активності та самостійності в процесі навчання, що стимулюється формуванням

пізнавального інтересу та забезпечується удосконаленням методів і прийомів організації освітнього процесу.

Досвід педагогічної практики засвідчує, що активізація пізнавальної діяльності школярів під час вивчення математики є однією з актуальних проблем сучасної шкільної освіти. Це зумовлено низкою причин. Передусім ідеться про зниження навчальної мотивації учнів, а також про зростання ролі математики в різних сферах суспільного життя. Зокрема, уведення навчального предмета «Фінансова грамотність» та поява математичних задач фінансового змісту в курсі алгебри базової школи є суттєвим чинником активізації пізнавальної діяльності школярів, оскільки це сприяє формуванню пізнавального інтересу до практичного значення математики в сучасних умовах ринкових відносин в Україні.

Для активізації пізнавальної діяльності учнів важливим є також доцільний вибір методів, прийомів і засобів навчання, за якого враховуються психологічні особливості учнів. Головне призначення дидактичних методів і прийомів полягає в раціональній організації пізнавальної діяльності учнів, що визначається змістом навчання, рівнем і характером їхньої діяльності [68]. У процесі навчання математики дидактичні методи та прийоми виконують такі функції:

- *спонукальну* (активізуючу), бо саме завдяки доцільному підбору дидактичних методів розвивається інтерес та мотивація учнів до навчання;
- *освітню*, адже в процесі їх застосування учні набувають знань, умінь та навичок;
- *розвиваючу*, адже система дидактичних методів направлена на формування та розвиток інтелекту, логічного мислення, пізнавальної активності та самостійності школярів.

На сьогодні в педагогіці існує чимало класифікацій методів і прийомів навчання: за джерелами здобуття знань (словесні, наочні, практичні), за характером пізнавальної діяльності (пояснювально-ілюстративні, репродуктивні, частково-пошукові, дослідницькі, проблемні), за способом

організації навчально-пізнавальної діяльності (набуття нових знань, формування вмінь і навичок, застосування знань на практиці, перевірка та оцінювання знань і вмінь) тощо. Методи навчання доцільно розглядати як системний об'єкт, що охоплює прийоми й види навчальної діяльності педагога та пізнавальної діяльності учнів у їхньому взаємозв'язку, а також дії та операції, які забезпечують досягнення поставлених завдань. Від правильного вибору методів навчання математики відповідно до цілей і змісту навчання, а також вікових особливостей учнів значною мірою залежить розвиток пізнавальної активності та пізнавальної самостійності школярів, підвищення інтересу до предмета, формування вмінь і навичок застосовувати набуті знання на практиці, спонукання до самостійної діяльності та формування світогляду. Особливої уваги, на нашу думку, заслуговує впровадження інтерактивних методів навчання з використанням комп'ютерних засобів в освітній процес. У межах технологічних інновацій в освітній галузі це зумовлено появою та активним використанням електронних освітніх ресурсів (далі – ЕОР).

Нині активні форми навчання з більшості навчальних предметів орієнтовані на залучення всіх учнів до освітнього процесу за допомогою засобів навчання нового покоління, в основі яких – сучасні педагогічні програмні засоби з широким спектром можливостей щодо темпу, обсягу та змісту подання навчальної інформації. Ґрунтуючись на власному педагогічному досвіді, можемо стверджувати, що в сучасних умовах трансформації освітньої сфери значну увагу приділено вдосконаленню методів і форм навчання шляхом інтеграції інноваційних технологій в освітній процес, , що узгоджується з ідеями розвитку інформаційно-комунікаційної культури майбутнього педагога [57] та формування інноваційної культури майбутніх викладачів [58]. Освітняни перебувають у постійному пошуку дидактичних новацій, які сприятимуть вихованню гармонійно розвиненої особистості дитини, що підтверджується дослідженнями В. Миколайко, С. Рудницького, О. Кучая, Т. Кучай [81] щодо теоретичних основ підготовки фахівців фізико-математичного спрямування та системи професійного розвитку майбутнього вчителя фізико-математичних

дисциплін [172]. Адже в сучасних умовах важливо виховати свідомого громадянина, здатного діяти відповідно до вимог сучасного суспільства, розвивати комунікативні вміння, самосвідомість і соціальну відповідальність кожного учня. Саме тому суспільні запити актуалізують пошук і впровадження нових дидактичних методів у сучасній педагогічній освіті, які відповідали б завданням організації ефективної життєдіяльності школярів та потребам сучасного освітнього середовища.

У результаті аналізу наукових джерел встановлено, що в педагогіці існує значна кількість класифікацій моделей навчання за різними ознаками. Зокрема, у 60-70-х роках ХХ століття дидакт Є. Голант [180] запропонував класифікацію моделей навчання за ступенем залученості учнів до навчально-пізнавальної діяльності. Основний акцент у цій класифікації було зроблено на активній та пасивній моделях навчання. Сучасні дослідники (О. Пометун [97], Шевчук [179]) доповнюють цю класифікацію інтерактивною моделлю навчання. Пасивна модель навчання ґрунтується на репродуктивній діяльності учнів і характеризується низьким рівнем їхньої навчальної активності. Активна модель передбачає використання методів стимулювання пізнавальної активності та самостійності школярів, які не лише відтворюють навчальний матеріал, а й взаємодіють з учителем у процесі навчання. Інтерактивна модель навчання вирізняється співнавчанням і взаємонавчанням, за яких усі учасники освітнього процесу є рівноправними та перебувають в активній взаємодії [97, с. 7].

Чітке тлумачення інтерактивної моделі навчання у своїх працях подає Н. Лосєва, яка зазначає, що ця модель є однією з найсучасніших і найпродуктивніших серед розглянутих.. Термін «інтерактив» походить з англійської мови від слова «interact», де «inter» – взаємний, а «act» – діяти. Отже, інтерактивний – це такий, що передбачає взаємодію та діалог. Інтерактивне навчання є спеціально організованою формою пізнавальної діяльності, яка має чітко визначену мету – створення максимально комфортних умов навчання, за яких кожен школяр відчуває власну успішність та інтелектуальну спроможність [69, с. 30]. З огляду на зазначене, доцільно проаналізувати змістові компоненти

інтерактивного навчання.

Головна ідея інтерактивного навчання полягає в тому, що під час уроку реалізується активна взаємодія, у процесі якої відбувається обмін інформацією, вміннями та досвідом між учителем і учнями, а також між самими учнями. Зміст інтерактивного навчання полягає в тому, що освітній процес здійснюється за умови постійної й активної взаємодії всіх його учасників. Це співнавчання і взаємонавчання (колективне, групове навчання у співпраці), за яких і учень, і вчитель виступають рівноправними суб'єктами навчання, усвідомлюють зміст і мету власної діяльності, а також здійснюють рефлексію щодо того, що вони знають, уміють і виконують.

Залучення до педагогічного арсеналу технологій використання комп'ютерних засобів є важливою складовою сучасного етапу розвитку освіти, оскільки воно відображає прагнення до інтелектуалізації освітнього процесу, поєднання можливостей людського мислення та технологічних ресурсів у розв'язанні актуальних освітніх завдань. Більшість науковців визначають педагогічну технологію як цілісну педагогічну систему, елементами якої є мета, зміст, методи, засоби, а також послідовність дій суб'єктів освітнього процесу. Тому вважаємо, що в процесі розроблення та застосування комп'ютерних технологій з метою підвищення ефективності шкільної математичної освіти необхідно враховувати їх системний характер, тобто наявність взаємопов'язаних і взаємозалежних елементів. Саме це дає змогу забезпечити взаємозв'язок між усіма компонентами процесу навчання, підвищити рівень його керованості та якість методичного забезпечення.

Аналіз характеристик інтерактивного навчання дав підстави І.Малафіїку віднести до його основних ознак такі:

- здатність взаємодіяти в режимі бесіди, діалогу з чимось (комп'ютером), або з кимось (людиною).
- дотримання умови постійної, активної взаємодії всіх учасників навчального процесу у спів навчанні і взаємонавчанні (колективне, групове, навчання у співпраці);

– рівноправність учня і вчителя як суб'єктів навчального процесу (учитель, виступає як рівноправний партнер учнів, виконує організаційні та консультативні функції).

– розуміння учасниками процесу, що вони роблять, рефлексують з приводу того, що вони знають, вміють здійснювати [76].

Дослідники інтерактивного навчання поділяють інтерактивні технології на чотири групи:

- фронтальні технології;
- інтерактивного колективно-групового навчання;
- ситуативного навчання;
- навчання у дискусії.

Сучасні дослідження також засвідчують, що інтерактивні технології навчання стимулюють потребу учня в реалізації власного потенціалу. Так, за даними дослідження І. Малафіїка, використання інтерактивного навчання, на відміну від інших систем навчання, дає змогу суттєво підвищити рівень засвоєння інформації (до 90 %), оскільки, на відміну від традиційного навчання, воно орієнтоване не лише на засвоєння знань, а й на їх розуміння, застосування, аналіз, синтез та оцінювання. Зазначене вище дозволяє виокремити низку важливих функцій комп'ютерного засобу навчання, поданих у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

#### Основні функції комп'ютерного інтерактивного засобу навчання

Пізнавальна функція	Виражається в забезпеченні учнів знаннями основ математики і визначенні шляхів вирішення математичних завдань.
Розвиваюча функція	Полягає в тому, що в процесі передачі знань вона вчить учнів думати, логічно міркувати, науково мислити. Пізнавальна функція відповідає репродуктивному рівню, а розвиваюча - продуктивному рівню навчально-пізнавальної діяльності учнів.
Виховна функція	Реалізується в тому випадку, якщо вона крім передачі фактичних знань в області математики містить ідеологічну, загальнонаукову і гуманітарну інформацію.
Організуюча функція	Передбачає, в першу чергу, управління самостійною роботою учнів як у процесі лекції, так і в години самопідготовки

Отже, можна констатувати, що інтерактивний підхід у навчанні найбільшою мірою відповідає особистісно орієнтованому підходу до організації освітнього процесу та стимулює розвиток ініціативності, самостійності, уяви, самодисципліни й умінь співпраці. Застосування інтерактивних технологій не є самоціллю, а виступає засобом створення атмосфери доброзичливості та порозуміння, подолання почуття страху, формування впевненості у власних силах, налаштування на успіх і розвитку творчих здібностей учнів.

У цьому процесі, на нашу думку, основним джерелом мотивації є внутрішня зацікавленість учня, внаслідок чого освітній діяльності притаманний високий рівень активності. Організація інтерактивного навчання передбачає моделювання різноманітних життєвих ситуацій, спільне розв'язання проблем на основі аналізу конкретних обставин і ситуацій.

Таким чином, аналіз наукових праць В. Бикова [12, с. 27], Ф. Вілсона, Д. Міллера [205], Ю. Вінниченка, Ю. Горошка, М. Жалдака [48], М. Кадемія [53, с. 27], Т. Крамаренко [61; 62], Ю. Триуса [167] та ін., а також матеріалів професійних блогів учителів математики (В. Волошиної [122], Ю. Діденко [16], О. Жукової [14], Ю. Крамської [15]) дає підстави стверджувати, що проведення уроків із використанням інтерактивних засобів навчання на різних рівнях освіти сьогодні стає важливим чинником формування ключових компетентностей учнів: математичної, інформаційно-цифрової, соціальної, громадянської, а також уміння навчатися впродовж життя, що сприяє самореалізації особистості учня. З урахуванням позицій сучасних науковців (А. Кузьмінського [64], Н. Лосєвої [70], І. Підласого [96], О. Пометун [97], М. Фіцули [171], П. Фенриха, П. Шевчука [179] та ін.) можна узагальнити, що саме специфіка інтерактивних методів навчання як взаємопов'язаної діяльності учасників освітнього процесу дає підстави віднести їх до перспективних форм організації навчання.

Звертає на себе увагу позиція В. Лапінського, який розглядає явище інтерактивності як безпосередню взаємодію учасників освітнього процесу, а також як взаємодію, опосередковану комп'ютерно орієнтованими засобами навчання [65]. У контексті навчання математики проблематиці інтерактивних

методів присвячено праці таких учених, як Д. Губар [41], В. Лапінський [66], Н. Лосєва, А. Панова [70].

Розглядаючи класифікацію методів навчання за характером пізнавальної діяльності, запропоновану З. Слєпкань, зазначені методи можна віднести як до пояснювально-ілюстративних і репродуктивних, так і до активних, у межах яких учні виступають суб'єктами навчання, а засвоєння знань відбувається в процесі комунікації з учителем та виконання творчих завдань. За класифікацією З. Слєпкань, ці методи належать до частково-пошукового (евристичного), проблемного та дослідницького методів. Отже, спираючись на класифікацію, подану в навчальному посібнику «Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики» за редакцією М. Жалдака [60], можна стверджувати, що завдяки широкому використанню комп'ютерних технологій усі зазначені методи доцільно реалізовувати із застосуванням комп'ютерно орієнтованих засобів навчання.

Водночас варто зауважити, що використання інтерактивних методів навчання сприяє підвищенню продуктивності навчальної діяльності учнів, проте недоцільним є повне усунення ролі живого слова вчителя в процесі передавання знань. Інтерактивні методи насамперед спрямовані на забезпечення реалізації індивідуальних освітніх потреб кожної особистості. Учасники освітнього процесу перебувають у постійному комунікативному взаємозв'язку, що сприяє їхній активності та відкритості. Інтерактивні методи також дають змогу усвідомити, що процес набуття знань у сучасному суспільстві має динамічний і соціально зумовлений характер, оскільки знання постійно оновлюються, трансформуються та вдосконалюються в процесі розвитку людства.

Український педагог І. Підласий [96, с. 225] поділяє позицію зазначених вище науковців і вважає інтерактивні методи навчання найбільш продуктивними, оскільки вони зосереджені на активній позиції кожного учня в процесі самостійного опанування навчального матеріалу, що сприяє розвитку навчальних умінь і навичок. Інтерактивні методи забезпечують взаємодію між педагогом та учасниками освітнього процесу, яка може бути опосередкована

технічними засобами, зокрема комп'ютером, електронними підручниками тощо. Дослідник виокремлює предметно зорієнтовані техніки, за допомогою яких найбільш ефективно реалізуються інтерактивні методи, зокрема: міні-лекції (шкільні лекції), демонстрації, обговорення з відкритою відповіддю, «незакінчені визначення», робота в парах, трійках і малих групах, мозковий штурм, активні суспільні дії (реклама, виступи-звернення тощо), вираження думок невербальними засобами, дискусії, рольові та сюжетні ігри, розроблення власних проєктів, вправи для зняття напруження.

Отже, інтерактивність, реалізована через використання комп'ютерних засобів навчання математики в закладах загальної середньої освіти, передбачає, що діалог, у процесі якого відбувається взаємодія учня і вчителя, може бути опосередкований програмно-апаратними засобами (комп'ютером), а взаємодія учня й автора (авторів) – засобами навчальної комп'ютерної програми. Важливою характеристикою інтерактивності освітнього процесу є також можливість оперативного коригування змісту та спрямованості навчальної діяльності на основі аналізу взаємодії з учнем. Це дає змогу В. Лапінському дійти висновку, що за умов застосування інтерактивних методів навчання освітній процес організовується таким чином, що практично всі учні залучені до пізнавальної діяльності, мають можливість усвідомлювати зміст навчального матеріалу та здійснювати рефлексію результатів власної навчально-пізнавальної діяльності [66].

Як уже зазначалося, сутність інтерактивних методів навчання ґрунтується на постійній взаємодії між учасниками освітнього процесу, де і вчитель, і учні виступають суб'єктами навчання. Основним принципом інтерактивної взаємодії є співпраця, комунікація та взаємодія учнів між собою, тоді як учитель виконує роль модератора й наставника. Інтерактивні методи навчання суттєво трансформують традиційну модель взаємодії учасників освітнього процесу.

Беручи до уваги позиції сучасних науковців (А. Кузьмінського [64], Н. Лосєвої [69], І. Підласого [96], О. Пометун [97], М. Фіцули [171], П. Фенриха, П. Шевчука [179] та ін.), можна узагальнити, що методи навчання ґрунтуються

на взаємопов'язаній діяльності учасників освітнього процесу. Оскільки в основі інтерактивних методів лежить взаємодія, доцільним є твердження про те, що сучасні ефективні методи навчання базуються на принципі інтерактивності, що дає підстави віднести інтерактивні методи до перспективних форм організації навчання. Проведений аналіз наукових джерел із проблеми застосування комп'ютерних засобів у навчанні математики підтверджує, що до кожного типу уроку, його мети та структурних компонентів можна дібрати відповідний комп'ютерний засіб навчання.

Узагальнення теоретичних засад та аналіз дидактичного потенціалу інтерактивних комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії дають підстави сформулювати такі висновки. Встановлено, що дидактичний потенціал сучасних комп'ютерних засобів полягає в їхній здатності трансформувати навчальну діяльність, перетворюючи її з пасивного відтворення знань на активне середовище мисленнєвої діяльності. У цьому контексті учням відкриваються можливості наочного подання та «матеріалізації» складних математичних об'єктів (функцій, геометричних тіл, графіків), а також ефективної роботи з ними для досягнення навчальних результатів. Встановлено, що ключовою ознакою ефективності комп'ютерних засобів навчання є їхня висока інтерактивність, яка забезпечує реалізацію діалогу в системі «учень - комп'ютер - учитель». Саме інтерактивний характер взаємодії на уроці дає змогу індивідуалізувати темп навчання, забезпечуючи психологічний комфорт учня та його право на помилку з можливістю її самостійного виправлення. Аналіз наукових джерел засвідчив, що для повноцінного використання дидактичного потенціалу інтерактивних комп'ютерних засобів учитель має звертатися до проблемних, дослідницьких і проєктних методів навчання, що сприятиме розвитку критичного мислення учнів, оскільки вони виступають як дослідники, здатні висувати гіпотези та перевіряти їх за допомогою комп'ютерних інструментів. З урахуванням вимог Концепції Нової української школи встановлено, що дидактичний потенціал інтерактивних комп'ютерних засобів навчання забезпечує формування як предметної математичної, так і ключової цифрової компетентностей учнів.

## Висновки до розділу 1

У першому розділі здійснено теоретико-методологічне обґрунтування проблеми використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії. Результати аналізу науково-педагогічної літератури, нормативно-правових актів та сучасних освітніх практик дали змогу сформулювати такі висновки.

Аналіз наукових праць (Ю. Горошка, С. Семенця, Н. Тарасенкової та ін.) підтвердив, що поняття «комп'ютерні засоби навчання» зазнало суттєвої трансформації: від розуміння його як виключно допоміжного засобу навчання до трактування як складної дидактичної системи. Встановлено, що в межах цього дослідження комп'ютерні засоби навчання доцільно розглядати як програмно-апаратні комплекси, які поєднують математичний зміст, алгоритми інтерактивної взаємодії та засоби візуалізації і сприяють управлінню пізнавальною діяльністю учнів, забезпечуючи реалізацію особистісно орієнтованого підходу. Аналіз сучасних класифікацій комп'ютерних засобів навчання, представлених у працях як вітчизняних, так і зарубіжних учених, дав змогу виокремити системи динамічної геометрії, системи комп'ютерної математики та контрольні-діагностичні платформи як найбільш ефективні для використання в закладах базової середньої освіти.

Визначено, що використання комп'ютерних засобів навчання у 7–9 класах має ґрунтуватися на принципах особистісно орієнтованого та розвивального навчання, оскільки в цьому віці відбувається перехід від наочно-образного до абстрактно-логічного мислення. Комп'ютерні засоби навчання сприяють унаочненню та «матеріалізації» складних математичних об'єктів, що забезпечує їх краще розуміння учнями. З'ясовано, що педагогічно обґрунтований вибір комп'ютерного засобу навчання на уроках математики сприяє формуванню впевненості учня, створенню ситуації успіху та, як наслідок, зниженню рівня математичної тривожності, що є важливим чинником формування позитивної мотивації до вивчення математичних дисциплін.

У процесі аналізу педагогічних джерел встановлено, що комп'ютеризація базової середньої освіти зумовлює необхідність переосмислення традиційних дидактичних методів навчання (за А. Кузьмінським, З. Слєпкань та ін.). Обґрунтовано, що використання комп'ютерних засобів навчання дає змогу посилити дослідницький і проблемно-пошуковий характер навчання. Зокрема, візуалізація за допомогою комп'ютерних засобів створює умови для того, щоб учні могли самостійно моделювати математичні об'єкти, висувати та експериментально перевіряти гіпотези. За таких умов змінюється роль учителя – від передавача знань до організатора, фасилітатора та наставника навчальної діяльності учнів.

Аналіз Концепції НУШ, Державного стандарту базової середньої освіти та законів України «Про освіту» і «Про повну загальну середню освіту» підтвердив, що використання комп'ютерних засобів навчання є обов'язковим компонентом формування ключових компетентностей учнів. Встановлено, що державна освітня політика орієнтує педагогів на створення цифрового освітнього середовища, яке забезпечує доступність, індивідуалізацію та неперервність математичної освіти, відповідаючи запитам сучасного інформаційного суспільства.

Обґрунтовано, що основою ефективності комп'ютерних засобів навчання є їхній дидактичний потенціал, який реалізується через інтерактивність. Виокремлено три рівні інтерактивної взаємодії (учень-програма, учень-учень, учень-учитель), що забезпечують оперативний зворотний зв'язок і можливість рефлексії результатів навчальної діяльності. Це надає змогу вчителю оптимізувати процес контролю та корекції знань, звільняючи час для творчої та дослідницької діяльності учнів на уроках алгебри й геометрії в гімназії.

Аналіз науково-педагогічної спадщини, сучасних методичних підходів, нормативно-правових документів і освітньої практики дає підстави стверджувати, що проблема побудови цілісної методичної системи використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів 7-9 класів гімназії залишається недостатньо розробленою. Зокрема, потребують подальшої

методичної конкретизації підходи до системного використання інтерактивного цифрового контенту, добору комп'ютерних засобів відповідно до типу й етапу уроку математики, а також їх диференціації за рівнями інтерактивності. Окреслені теоретичні положення слугують концептуальним підґрунтям для розроблення та апробації авторської методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії, що становитиме предмет дослідження у другому розділі роботи.

Основні наукові положення розділу 1 відображено в опублікованих працях [141], [149], [150], [153], [156], [158], [159].

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ

### 2.1. Роль дидактичних принципів у побудові методичної системи використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії

На цьому етапі нашого дослідження вбачаємо потребу у більш ґрунтовному аналізі сукупності виявлених чинників забезпечення процесу навчання математики в сучасній гімназії комп'ютерними дидактичними засобами. Оскільки переважна більшість сучасних освітніх інновацій так чи інакше пов'язана з ІКТ, у сучасному освітньому середовищі закладу освіти професійна компетентність педагога обов'язково має бути пов'язана з методикою використання комп'ютерних засобів навчання. Очевидно, що вчителі закладів загальної середньої освіти та викладачі закладів вищої освіти у своїй практиці не обмежуються застосуванням лише одного комп'ютерного засобу навчання. Це означає, що для них важливим є володіння методикою організації навчальної діяльності за допомогою ІКТ загалом, в основі якої лежить комплекс певною мірою універсальних принципів. Конкретизація цих принципів у межах специфіки нашого дослідження є важливою та доцільною. Тому доцільно далі зосередитися на розгляді системи принципів, які лежать в основі вибору та реалізації конкретних технологій у тих чи інших випадках.

Вважаємо цінною в контексті вищезазначеного думку вченого С. Музиченка [86, с. 39-47], який зазначає, що дидактичні принципи мають засадниче значення для педагогічного дослідження. У працях, пов'язаних із впровадженням методичних розробок в освітній процес, науковці одностайно визнають, що використання комп'ютера, як і будь-якого іншого засобу, має спиратися на загальнодидактичні принципи. Водночас найбільш доцільним обґрунтуванням можливості впровадження комп'ютерних засобів у процес навчання є їх несуперечливість класичним принципам дидактики.

Зміст поняття «*принцип*» зумовлений його етимологією: з латинської

*principium* перекладається як «основа», «начало». Отже, принцип – це першооснова чогось, вихідне положення певної теорії або керівна настанова, незаперечна вимога до поведінки чи діяльності. Відповідно, принципи навчання (дидактичні принципи) – це орієнтовна основа навчальної діяльності педагога, положення, що відображають найважливіші вимоги до цієї діяльності.

Однією із закономірностей, що зумовлює принцип систематичності, є потреба в упорядкуванні навчального матеріалу. У дидактичній практиці цей принцип реалізується через низку правил – рекомендацій для вчителя: під час введення нового поняття необхідно визначати його зв'язки з раніше вивченим матеріалом; для забезпечення системності знань доцільно використовувати схеми, плани, опорні конспекти; після завершення вивчення теми варто проводити уроки повторення та систематизації тощо. Низкою дослідників достатньо повно здійснено педагогічну інтерпретацію дидактичних принципів щодо їх реалізації в умовах інформатизації навчання (В. Лапінський) [67]. Інші науковці вважають, що комп'ютеризація засобів навчання вносить у навчальну діяльність нові елементи та закономірності, які раніше не виявлялися, що зумовлює необхідність доповнення дидактичних засад новими положеннями (Я. Якунін) [181].

Логічною вважаємо конкретизацію особливостей принципів організації того виду діяльності, який становить безпосередній предмет дослідження. Зокрема, заслуговує на увагу підхід дослідниці О. Семеніхіної, яка у системі принципів підготовки майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань виокремлює два блоки: блок найбільш значущих для цього процесу загальнодидактичних принципів (системності, науковості, неперервності, систематичності) та блок специфічних принципів (інтеграції інформатико-математичних знань, орієнтації навчання на зазначені засоби, когнітивної візуалізації, технологічності та створення інформаційного середовища) [125].

Оскільки впровадження інформаційних технологій в освітній процес здійснюється у різноманітних формах – від демонстрації презентацій на уроці

до організації дистанційного навчання, – у контексті нашого дослідження важливо враховувати чинники організації комп'ютерної підтримки освітнього процесу в умовах класно-урочної системи. Виходячи з цього, під принципами комп'ютерної підтримки традиційного навчання розуміємо сукупність вимог до застосування вчителями програмних і технічних засобів у професійній діяльності.

Нам імпонує позиція С. Музиченка [86, с. 39-47], який розмежовує вимоги до самих засобів інформатизації освіти та вимоги до їх застосування. Передусім це зумовлено тим, що комп'ютерно орієнтований навчальний засіб сам по собі не гарантує високих результатів навчання: ефективним він стає лише за умови компетентного впровадження. Водночас саме педагоги несуть відповідальність за якість дидактичних матеріалів, створених ними за допомогою текстових процесорів, засобів підготовки презентацій, графічних і мультимедійних програм, контрольних-діагностичних систем, цифрових сервісів тощо.

Дидакт В. Лапінський [67, с. 104-107] наголошує на необхідності обґрунтування вимог до застосування ІКТ навчального призначення через класичні принципи дидактики під час розроблення засобів комп'ютерної підтримки освітнього процесу. До таких принципів належать принципи науковості, наочності, доступності, систематичності та послідовності. Зокрема, принцип наочності визначає низку вимог до моделей об'єктів вивчення, що демонструються за допомогою програмних засобів: модель має максимально сприяти досягненню дидактичної мети; елементи, важливі для аналізу, повинні бути виокремлені (кольором, миготінням, звуковими сигналами тощо). Водночас ці вимоги не завжди чітко відмежовані від вимог, що стосуються безпосереднього використання технологій.

Під час проєктування видів навчальної діяльності, які можуть бути реалізовані за допомогою комп'ютерних навчальних засобів, необхідно враховувати принцип активного залучення всіх здобувачів освіти до освітнього процесу, а також принцип індивідуального підходу в навчанні. Важливо також

передбачати можливість як діяльності за готовими алгоритмами, так і самостійного конструювання алгоритмів дій, коли комп'ютерна програма здатна виконувати роль генератора змісту навчальних завдань, «контролера», «експерта-порадника», довідника тощо.

Отже, під час визначення закономірностей відбору навчального матеріалу, побудови різних навчальних систем і розроблення методики їх застосування принцип спрямованості освітнього процесу на всебічний і гармонійний розвиток особистості у поєднанні з принципами доступності та індивідуального підходу орієнтує вчителя в його професійній діяльності на максимальне врахування так званих «інформаційних можливостей учня», які фактично відображають його психологічні особливості.

Доцільно також звернутися до структурованої та розгалуженої системи принципів і вимог до проєктування та використання комп'ютерних технологій навчання, розробленої В.Биковим та В. Лапінським [12]. Методологічно обґрунтованим видається поділ авторами сукупності концептуальних принципів на такі групи: дидактичні, технологічні, психолого-педагогічні та організаційно-комунікативні. Водночас принципи першої та другої груп переважно ґрунтуються на традиційній системі дидактичних принципів (зокрема, принцип розподіленості матеріалу, принцип багаторівневості та варіативності освітніх траєкторій, принцип вікової відповідності методів навчання і навчальних матеріалів) і відображають психолого-педагогічні вимоги до організації навчальної діяльності. Звертаємо увагу, що класичні психолого-педагогічні принципи в цьому підході доповнено принципами особистої відповідальності за рівень освіти, самооцінювання та самоактуалізації, об'єктивності оцінювання результатів навчальних досягнень, а також співробітництва й наставництва в процесі організації комп'ютерного навчання.

Принципи четвертої групи радше характеризують можливості дистанційної освіти (свободу доступу до інформації, територіальну та часову незалежність, масовість тощо), ніж безпосередні вимоги до організації освітнього процесу. Водночас важливими є принципи опосередкованості

спілкування між суб'єктами освітнього процесу та інтерактивності, які відображають особливості комунікації в умовах комп'ютеризованого навчання.

С. Музиченко [86, с. 39-47] як умову продуктивної педагогічної діяльності вчителя на уроці із застосуванням комп'ютерних засобів виокремлює дотримання принципів трьох груп:

– дидактичних принципів (вимог), яким має відповідати сутнісне наповнення комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання (принципи науковості, доступності, наочності, зв'язку з життям, систематичності);

– принципів на яких ґрунтується особистісно-орієнтоване навчання (розвивального і виховного характеру навчання, активності та самостійності, свідомого засвоєння знань, індивідуального підходу в навчанні);

– принципів використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання.

До останньої групи дослідниця відносить такі принципи:

- *Принцип адаптації*, який передбачає належний рівень володіння педагогом програмним продуктом і комп'ютерними засобами. Вимога технічної компетентності вчителя набула особливої актуальності у зв'язку із застосуванням комп'ютерних технологій. Жоден інший матеріальний засіб навчання (підручник, традиційна дошка, таблиця, модель тощо) не потребує від учителя спеціальної технічної підготовки для його використання, тоді як для роботи з комп'ютерними засобами лише методичної компетентності недостатньо. Отже, для ефективної інтеграції комп'ютерних засобів в освітній процес важливою є попередня адаптація вчителя до відповідного інструментарію. Перед використанням певного програмного продукту в освітньому процесі необхідно ознайомитися з його функціональними можливостями та особливостями застосування.

- *Принцип методичної доцільності* передбачає відповідність обраного методу опрацювання навчального матеріалу цілям і завданням освітнього процесу. Водночас методика впровадження полягає у доборі методів, засобів і форм організації навчання, плануванні використання технічного обладнання та програмного забезпечення на різних етапах навчання, а також у визначенні та

порівнянні можливих способів реалізації окремих етапів. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій має бути виправдане їхніми перевагами над традиційними методами, засобами та формами навчання.

- *Принцип сумісності* забезпечує органічну єдність традиційних та інноваційних методів навчання. Усі складові комп'ютеризованого навчання повинні підпорядковуватися загальній методичній концепції опрацювання відповідного навчального матеріалу.

- *Принцип зворотного зв'язку* ґрунтується на вимозі, відповідно до якої вчитель не має залишати процес взаємодії учнів із навчальною інформацією поза педагогічним контролем, навіть якщо програмні засоби навчального призначення передбачають автоматизовану обробку дій учнів і відповідну реакцію на них. Налагодження ефективних каналів зворотного зв'язку є обов'язковим елементом комп'ютерно орієнтованого навчання як у дистанційному, так і в очному форматі.

Особливого значення, на нашу думку, у контексті використання інформаційних технологій у навчанні набуває *здоров'язбережувальний принцип*. Слушною є позиція Я. Якуніна, який зазначає, що жоден інший навчальний засіб чи технологія не містить такого потенційного ризику для психічного та фізичного здоров'я учня, як комп'ютерні пристрої. Тому обов'язком кожного педагога є піклування про збереження здоров'я здобувачів освіти та формування в них культури здорового способу життя [181].

Загалом поділяючи зазначені вище дискусійні аспекти проаналізованих концептів, на цьому етапі дослідження зазначимо, що діяльність учителя математики передбачає з'ясування того, яких саме результатів досягають завдяки використанню комп'ютерних засобів і наскільки ці результати відповідають визначеним цілям. У зв'язку з цим актуалізується необхідність регулярного вивчення поточних результатів розвитку пізнавальної активності учнів, отриманих у процесі моніторингу. Водночас важливого значення набуває *принцип збагачення професійної діяльності* педагога, який полягає в необхідності її урізноманітнення, генерування та підтримки професійного

інтересу до педагогічної діяльності, а також зміцнення професійної впевненості. Зазначений принцип впливає з актуальних завдань модернізації педагогічної освіти та впровадження інноваційних освітніх засобів.

Узагальнюючи вищевикладене, можемо констатувати, що попри різноманітність підходів до розгляду означеної проблеми простежується методична необхідність системного аналізу двох складових: змістових, функціональних та операційних характеристик комп'ютерно орієнтованих засобів навчання і методичного забезпечення діяльності вчителя. Формування цих складових визначається відповідними принципами. Навчальні матеріали, створені за допомогою комп'ютерних засобів, за змістовим критерієм, як і традиційні дидактичні матеріали, мають відповідати принципам науковості, доступності, систематичності, наступності та наочності. Водночас успішність використання будь-якої технології навчання, зокрема інформаційно-комунікаційної, залежить від того, наскільки вчителю вдається спонукати учнів до активної та свідомої навчальної діяльності, що, своєю чергою, актуалізує принцип індивідуального підходу в навчанні. Для здійснення ефективної комп'ютерної підтримки традиційного освітнього процесу педагог має бути достатньо технічно компетентним, уміти оцінювати методичну доцільність використання інформаційних засобів, інтегрувати їх у традиційну систему навчання, забезпечувати належний комунікаційний супровід і запобігати негативному впливу технічних пристроїв на здоров'я учнів. Отже, можна стверджувати, що систематичне застосування інноваційних форм роботи з використанням комп'ютерних засобів надає вчителю можливість ефективно впливати на розв'язання низки освітніх завдань за умови цілеспрямованого методичного супроводу процесу навчання математики, що передбачає:

- визначення рівня підготовленості учнів до сприйняття відповідної технології;
- здійснення належної попередньої підготовки;
- забезпечення послідовності в оволодінні учнями прийомами роботи;
- розроблення методики системного застосування комп'ютерних засобів навчання.

Отже, проведений аналіз основ побудови методичної системи використання комп'ютерних засобів навчання математики дає підстави для формулювання таких висновків.

Встановлено, що ефективність використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії залежить від гармонійного поєднання загальнодидактичних принципів (науковості, доступності, систематичності) з основами цифровізації освітнього процесу. Виокремлено багаторівневу структуру принципів, у якій провідне місце посідає принцип розвивальної наступності, що забезпечує логічний перехід від наочного до абстрактного мислення учнів 7-9 класів. Визначено, що принцип наочності в умовах використання комп'ютерних засобів навчання трансформується у принцип інтерактивної візуалізації, за якого учень не лише спостерігає за об'єктом, а й активно впливає на його параметри. Це суттєво підвищує пізнавальний інтерес і сприяє формуванню математичної інтуїції. Уточнено, що методична система використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії має ґрунтуватися на принципах гуманізації та партнерства відповідно до Концепції Нової української школи, де вчитель виступає модератором, коучем, фасилітатором, а комп'ютерні засоби навчання – інструментом самоактуалізації та контролю, що забезпечує право учня на помилку й можливість її самостійного виправлення.

## **2.2. Огляд інтерактивного контенту комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії**

Стрімкий розвиток інформаційних технологій на сучасному етапі зумовлює зростання кількості комп'ютерних засобів, в основі яких лежить інтерактивний контент, що, своєю чергою, забезпечує можливість постійної комунікації та взаємодії між учасниками освітнього процесу. Переважна більшість науковців, зокрема О. Гуляєва, Ю. Іващенко, Л. Петречук, В. Толстой, Г. Швачич та ін., трактують інформаційно-комунікаційні технології як

«сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, інтегрованих із метою збору, обробки, зберігання, поширення, демонстрації та використання даних в інтересах їх користувачів» [177, с. 7].

Погоджуємося з таким підходом і вважаємо, що застосування та інтеграція комп'ютерних засобів в освітній процес дає змогу максимально реалізувати їхній дидактичний потенціал як ефективного засобу навчання, що сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу. Водночас, з огляду на актуальність процесів інформатизації освіти, це відкриває можливості для рівного доступу здобувачів освіти до навчальних ресурсів, а також підвищує їхній інтерес і мотивацію до вивчення предмета.

Водночас результати спостережень за діяльністю педагогів-практиків засвідчують, що вони переважно використовують готові візуальні дидактичні засоби, адаптуючи навчальні матеріали відповідно до власного стилю викладання. Разом із тим педагоги нерідко зазнають труднощів в опануванні складних програмних засобів, тому для них більш доцільним є використання систематизованих збірників дидактичних матеріалів, які можна вдосконалювати, доповнювати та модифікувати залежно від рівня підготовки конкретного класу.

Проведений нами аналіз наукових розвідок дає підстави стверджувати, що на сучасному етапі в освітній простір закладів загальної середньої освіти інтенсивно впроваджуються методики системного використання комп'ютерних засобів навчання, які ґрунтуються на дидактичних принципах, а також системах організації та управління навчальною діяльністю на уроці. Технологічною основою таких систем є електронна складова, що охоплює дидактичні матеріали різного призначення. Залежно від типу інформації, якою наповнено цей ресурс, розрізняють текстовий, графічний, інтерактивний та відеоконтент [144; 149]. На методичному освітньому порталі «Ресурсно-орієнтоване навчання у вищій школі» подано таке визначення поняття «електронний навчальний контент»: «Електронний навчальний контент – це форма передачі інформації, культурної та історичної спадщини, обміну життєвим досвідом і знаннями, що реалізується через вебсайти, відео чи різні програми» [119]. Про різноплановість тлумачень

терміна «контент» свідчать також проаналізовані нами інтернет-ресурси – «SEO-словник» та «Вікіпедія» [201]. У зазначених джерелах визначення узгоджуються в тому, що поняття запозичене з англійської мови (*content*) і означає «зміст», «вміст». В онлайн-ресурсі «Вікіпедія» цей термін переважно використовується для позначення інформаційного наповнення сайтів – сукупності даних, повідомлень або досвіду, спрямованих на користувачів чи аудиторію, які створюються або добираються відповідно до чинного законодавства. Натомість у «SEO-словнику» поняття «контент» трактується ширше: воно охоплює будь-який вид інформації, що наповнює інформаційний ресурс (зображення, текст, відео, аудіофайли тощо), не обмежуючись лише вебсайтами. Отже, поняття практичного використання електронних освітніх ресурсів у процесі навчання в сучасних закладах загальної середньої освіти характеризується певною неоднозначністю тлумачень і потребує подальшого ґрунтовного уточнення та наукового осмислення.

Загальновідомо, що педагоги постійно перебувають у пошуку нових методів навчання і педагогічних технологій, які щороку оновлюються, і встигати за цим процесом не завжди вдається. Вважаємо, що ефективному розв'язанню цієї проблеми може сприяти використання електронного інтерактивного освітнього контенту, який ґрунтується на взаємодії та інтерактивному спілкуванні учасників навчального процесу (учитель-учень), опосередкованому застосуванням програмно-інструментальних засобів. У цьому контексті українська дослідниця Т. Пушкарьова зазначає: «Інформаційне середовище є практичним інструментарієм підготовки і проведення уроків, створення цифрових навчальних матеріалів із забезпеченням доступу учнів до мережевих освітніх ресурсів, які містять у собі не лише текстографічну інформацію, а являють собою інтерактивний, мультимедійно насичений контент» [116, с. 7].

Своєю чергою, автори праці «Електронний підручник» О. Дубів, О. Куруца, В. Нелюбов зазначають: «Використовуючи в освітньому процесі сучасні ІКТ за допомогою обчислювальної техніки та мультимедійних засобів, педагог розв'язує такі завдання: підвищення якості навчального матеріалу,

посилення зацікавленості предметом, покращення розуміння навчального матеріалу, забезпечення можливості навчання «будь-де і будь-коли», розширення обсягу матеріалу незалежно від кількості навчальних годин, підвищення власного професійного рейтингу» [90, с. 9-10]. Поділяємо позицію науковців щодо розуміння сутності навчального контенту, оскільки до нього можна віднести як навчальні матеріали в паперовій формі, так і матеріали в електронному вигляді, створені, наприклад, за допомогою текстового редактора (зокрема, Microsoft Word) і використані як дидактичний матеріал на уроці. Водночас такі матеріали не можна повною мірою віднести до електронного навчального контенту, оскільки вони не створені, не збережені та не відтворюються за допомогою спеціалізованих електронних і педагогічних програмних засобів.

Порівнюючи традиційні навчальні матеріали з електронними, О. Дубів, О. Куруца, В. Нелюбов обґрунтовано звертають увагу на особливості та переваги електронних дидактичних матеріалів. До них, зокрема, належать: мультимедійність, що ґрунтується на поєднанні різних інформаційних потоків (тексту, графіки, анімації, відео тощо) з метою підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу; інтерактивність, яка передбачає можливість переходу до різних розділів навчального матеріалу залежно від індивідуальних потреб користувача та рівня його підготовки; автоматизована перевірка рівня засвоєння навчального матеріалу. Окрім зазначеного, важливим складником електронних дидактичних матеріалів є можливість відтворення їх змісту в системах організації та управління освітнім процесом, а також на комп'ютерах незалежно від типу операційної системи [90, с. 13].

Дослідниця Т. Пушкарьова доповнює перелік зазначених особливостей такими педагогічними інструментами, як моделювання, комунікативність і продуктивність. Водночас вона акцентує увагу на тому, що саме інтерактивність забезпечує розвиток активно-діяльнісних форм навчання з розширенням можливостей самостійної навчальної діяльності, яка є ефективною з погляду часових витрат. У зв'язку з цим дослідниця вважає доцільним створення та

використання інтерактивного електронного контенту й зазначає: «Зміст, представлений навчальними об'єктами, якими можна маніпулювати, і процесами, в які можна втручатися, – це є інтерактивний електронний контент» [116, с. 8]. Наведене підтверджує, що тип контенту, з яким користувач може взаємодіяти в реальному часі (тести, ігри, анімації тощо), більшість науковців відносить до інтерактивного. Такий контент поєднує текстову й візуальну інформацію, активізуючи водночас кілька когнітивних процесів, що сприяє кращому усвідомленню та запам'ятовуванню навчального матеріалу. Розвиток комп'ютерно орієнтованих дидактичних засобів і впровадження відповідного програмного забезпечення зумовили введення поняття «освітні електронні ресурси» та актуалізували потребу в їх класифікації.

Звернемо увагу на позицію В. Вембера [21], який, порівнюючи поняття «електронні навчальні видання», «електронні засоби навчального призначення», «комп'ютерні навчальні системи», «педагогічні програмні засоби», «електронні навчально-методичні матеріали», наголошує на тому, що класифікація засобів навчання має ґрунтуватися на меті та завданнях їх використання, а також на режимах роботи з електронними засобами навчального призначення. Дослідник зосереджує увагу на таких типах засобів: ілюстративні, консультативні, операційні середовища, тренажери, засоби навчального контролю.

З огляду на зростання обсягів інформації та розвиток способів її оброблення, зберігання й передавання, науковці П. Бельчев та Т. Бельчева [9] аналізують сучасні засоби навчання фізики за ознакою інформаційного обміну. У своїй праці вони виокремлюють традиційні засоби зберігання інформації (підручники, плакати, навчальні фільми) та засоби віртуального освітнього середовища. На нашу думку, такий підхід вдало доповнює наявну класифікацію технічних дидактичних засобів за способом подання інформації, розширюючи її за рахунок сучасних комп'ютерно орієнтованих засобів навчання (інфографіка, мультискрипт, навчальні інтернет-радіопередачі, інтерактивні електронні плакати, відеохрестоматії тощо), а також сучасних візуальних технічних засобів (інтерактивні дошки, монітори, графічні планшети). Усе зазначене дає підстави

констатувати, що наукові підходи до порушеної проблеми зосереджені переважно на традиційній та інноваційній (сучасній) класифікації засобів навчання. З урахуванням цього вважаємо доцільним доповнити традиційну класифікацію засобів навчання шляхом виокремлення сучасних засобів за ознакою інтерактивності.

У процесі дослідження порушеної проблеми ми враховували класифікацію рівнів інтерактивності мультимедійного уроку, розроблену Г. Аствацатуровим та Л. Кочегаровою [146, с.48]. Зазначені науковці виокремлюють три рівні інтерактивності. Перший рівень – реактивна взаємодія, до якого віднесено такі дії, як запуск, зупинка, повернення до попереднього фрагмента тощо. На нашу думку, цей рівень характеризується найбільш зрозумілими засобами навігації, оскільки учні швидко реагують на запити програми та інструкції вчителя. Другий рівень – активна взаємодія, що передбачає можливість керування програмою або електронними освітніми ресурсами (ЕОР), зокрема вибір темпу, обсягу та траєкторії виконання дидактичних завдань. Третій рівень – взаємодія зі зворотним зв'язком, який акцентує увагу на моделюванні та конструюванні навчального процесу з використанням інструментів освітнього середовища, а також на розв'язанні складних навчальних завдань. Узагальнюючи наведене, вважаємо доцільним поділити сучасні дидактичні засоби навчання математики за ознакою інтерактивності на два напрями: «традиційні засоби + комп'ютер» та «інноваційні засоби + комп'ютер», що формують їхню апаратну складову (рис. 2.1).

Першу категорію – «традиційні засоби + комп'ютер» – відносимо до першого рівня інтерактивності. Її становлять візуальні, аудіальні та аудіовізуальні дидактичні засоби, що входять до програмної складової. Об'єднуювальним елементом у цьому випадку виступає електронний підручник, який відповідає принципам інтерактивності, має зрозумілі засоби навігації та поєднує різні типи подання інформації: візуальні (пояснювальні тексти в електронній формі з можливістю використання анімації, аудіо- та відеоматеріалів), аудіальні (звуковий супровід, подібний до лекції-презентації з

мінімальною кількістю тексту на екрані або без нього) та аудіовізуальні (поєднання тексту, звуку, анімації та відеоуроків).

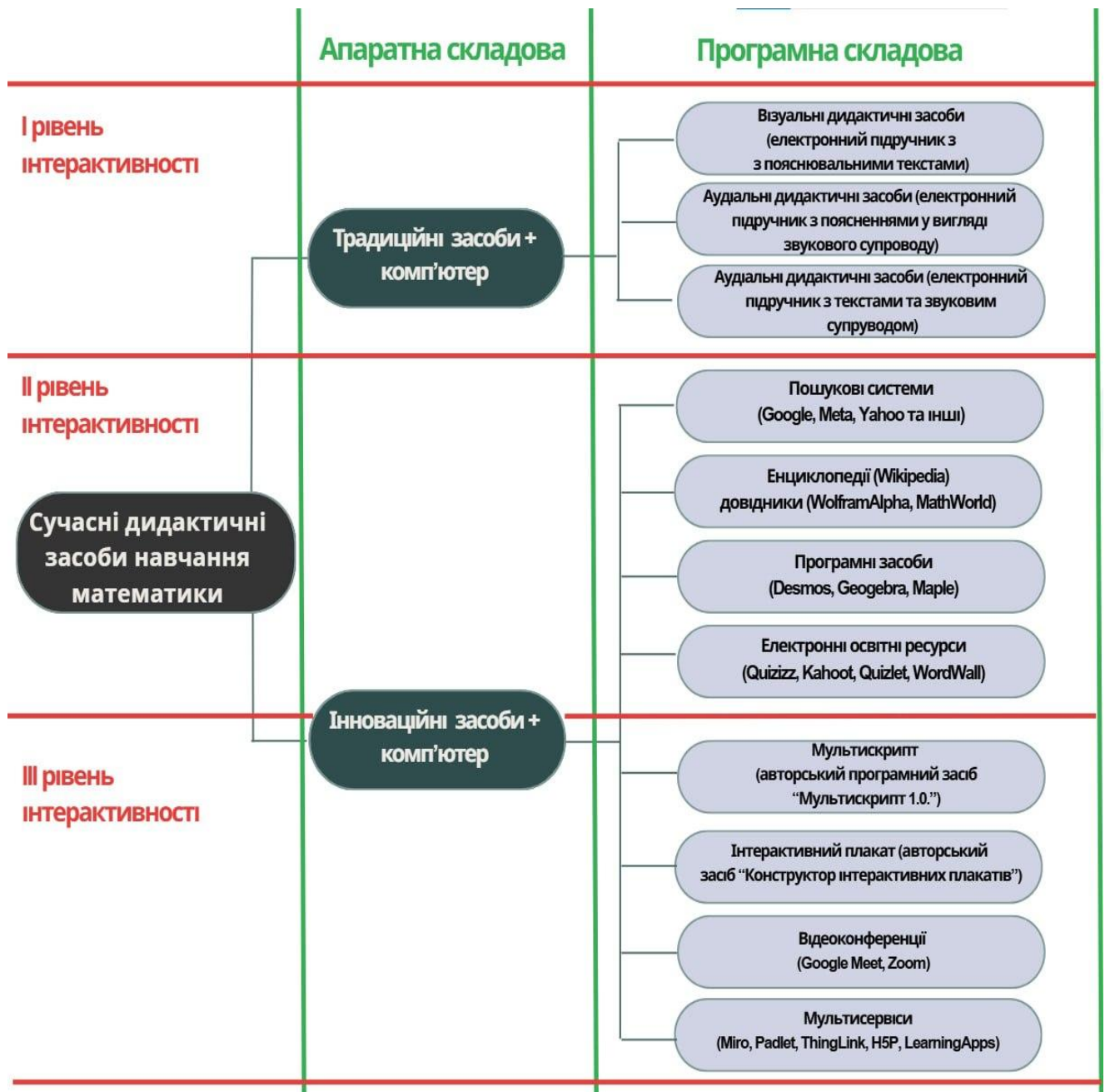


Рис. 2.1. Класифікація засобів навчання математики за ознакою інтерактивності

Друга категорія – «інноваційні засоби + комп'ютер» – також належить до програмної складової та репрезентує другий і третій рівні інтерактивності. До другого рівня інтерактивності (активної взаємодії) відносимо засоби, що забезпечують керування навчальною діяльністю та варіативність її реалізації,

зокрема: пошукові системи мережі Інтернет (Google, Meta, Yahoo та ін.); програмні засоби для побудови графіків функцій і розв'язування задач (зокрема, Desmos, GeoGebra, Maple); онлайн-енциклопедії (Wikipedia), математичні довідкові ресурси (WolframAlpha, MathWorld); електронні освітні ресурси, що ґрунтуються на інтерактивному контенті (Quizizz, Kahoot, Quizlet, Wordwall тощо).

До третього рівня інтерактивності (взаємодії зі зворотним зв'язком) відносимо інтерактивний плакат, який створюється за допомогою авторського педагогічного засобу «Конструктор інтерактивних плакатів» (автори – П. Бельчев, Т. Таблер; свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 53382). Використання цього конструктора дає змогу оформлювати навчальні матеріали у вигляді інтерактивних елементів. Такий дидактичний засіб може створюватися, редагуватися та доповнюватися як учителем, так і учнями. Специфіку використання зазначеного педагогічного засобу було висвітлено в наших наукових розвідках [11; 121; 142; 148; 157].

З метою ефективного опрацювання значних за обсягом відеоматеріалів на уроці пропонуємо в межах третього рівня інтерактивності комп'ютерних засобів використовувати авторську комп'ютерну програму «Мультискрипт 1.0» (автори – П. Бельчев, Т. Таблер; свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 56329). Як інноваційний інтерактивний засіб подання інформації вона дедалі ширше застосовується, зокрема, у засобах масової інформації. Зазначений інструмент забезпечує широкий спектр можливостей: перегляд дидактичного матеріалу, структурування змісту (складання плану), створення текстового супроводу до окремих фрагментів відео, додавання коментарів (титрів), а також супровідного тексту. Завдяки цьому користувач має змогу не лише переглядати та прослуховувати матеріал, а й опрацьовувати його в текстовому форматі, що фактично забезпечує створення текстової версії лекції. Мультискрипт значною мірою спрощує навігацію у великих за обсягом відеоматеріалах, дає змогу швидко й точно знаходити необхідні фрагменти відеозапису, що підвищує ефективність роботи з навчальним контентом [151, с. 255-263].

До комп'ютерних засобів із високим рівнем інтерактивності також відносимо сервіси відеоконференцій (Google Meet, Zoom), а також мультисервіси як електронні освітні ресурси, наповнені інтерактивним контентом, що дають змогу моделювати, конструювати та використовувати готові інтерактивні вправи (Miro, Padlet, ThingLink). Крім того, сучасні сервіси H5P та LearningApps не лише охоплюють різні види інтерактивного контенту (презентації, відео, вправи, опитування, інтерактивні плакати, ігри тощо), а й активно впроваджуються в освітню практику вчителями різних навчальних предметів, зокрема математики.

Ефективність використання інтерактивного контенту в освітньому процесі значною мірою залежить від якості електронних освітніх ресурсів, використаних для його створення [144; 149]. У межах дослідження було здійснено пошук і аналіз актуальних платформ, сервісів, онлайн-калькуляторів і редакторів, призначених для розроблення інтерактивного контенту та його подальшого застосування на уроках математики. З метою забезпечення зручності роботи з електронними освітніми ресурсами пропонуємо звернути увагу на такі їх характеристики, як короткий опис, функціональні можливості та вартість використання. Окрім того, дослідження передбачало виявлення ресурсів, що поєднують різні типи інтерактивного контенту.

У табл. 2.1 наведено перелік онлайн-сервісів, платформ і калькуляторів для створення інтерактивного контенту на уроках математики. Зазначені засоби призначені для виконання обчислень, побудови графіків і моделювання математичних процесів. У табл. 2.2 подано онлайн-сервіси, які можуть використовуватися не лише на уроках математики: вони призначені для перевірки та самоперевірки знань учнів і за своїм функціональним призначенням відповідають другому рівню інтерактивності. У табл. 2.3 представлено онлайн-сервіси для взаємодії між учасниками освітнього процесу. Ці засоби є універсальними, оскільки належать до третього рівня інтерактивності та забезпечують активне залучення учнів до розв'язання навчальних завдань як під час уроку, так і в процесі виконання дослідницької діяльності.

Таблиця 2.1.

Онлайн-сервіси, платформи та калькулятори для створення інтерактивного математичного контенту

Програма	Опис	Основні можливості	Вартість
GeoGebra	це динамічне математичне програмне забезпечення для всіх рівнів освіти, яке об'єднує геометрію, алгебру, електронні таблиці, графіки, статистику та обчислення в одне ціле. Крім того, GeoGebra пропонує онлайн-платформу з понад 1 мільйоном безкоштовних ресурсів, створених багатомовною спільнотою.	Інтерактивні моделі, CAS, класи	Безплатно
Desmos	це безкоштовний онлайн-сервіс, який використовується для візуалізації математичних функцій та побудови графіків. Він дозволяє швидко і просто будувати графіки функцій, а також створювати анімовані зображення, динамічну наочність та швидко створювати скріншоти з формулами та функціями. Desmos також підходить для навчання математики, оскільки надає можливість створювати власні графіки та взаємодіяти з ними, а також має велику кількість навчальних ресурсів	Графіки, уроки, аналітика	Безплатно
PhET	безкоштовна платформа інтерактивних симуляцій для навчання, розроблена Університетом Колорадо. Вона використовується для віртуального моделювання та дослідження в галузях фізики, хімії, математики та наук про Землю. PhET допомагає зробити навчання більш захопливим та наочним, дозволяючи учням і студентам досліджувати та експериментувати з різними явищами.	STEM-симуляції (фізика/математика)	Безплатно
Cabrilog	Cabrilog – універсальний набір інструментів для моделювання.	Геометрія 2D/3D, побудови	160 € постійна ліцензія; 50 €/рік
Cinderella	це програмне забезпечення для виконання геометричних завдань на комп'ютері, розроблене як математично надійне та просте у використанні	Геометрія 2D/3D, побудови	одноразова плата (≈ €50)

Dr. Geo	це інтерактивна геометрична програма, яка дозволяє створювати та маніпулювати геометричними фігурами, враховуючи їхні властивості та обмеження. Вона може бути використана для навчання у школах, а також для розробки динамічних моделей у фізиці.	Геометрія 2D/3D, побудови	безоплатна
Kig	інтерактивне математичне програмне забезпечення для вивчення і викладання геометрії. За його допомогою можна вивчати математичні фігури та поняття на комп'ютері. Також програма може слугувати для створення креслень до геометричних задач. Побудови можна здійснювати на основі точок, векторів, ліній та багатокутників	Геометрія 2D/3D, побудови	Безоплатно
Sketchometry	це інший вид програмного забезпечення для динамічної математики. Інструмент для малювання та відкриття. Інтуїтивні жести замість складної структури меню. Спеціально адаптований до вимог викладання та навчання. Легко навчатися крок за кроком.	Геометрія 2D/3D, побудови	Безоплатно
Photomath	це мобільний додаток, який використовує камеру вашого смартфона для розпізнавання математичних рівнянь і миттєвого надання покрокових рішень. Він слугує як інструмент для навчання, дозволяючи користувачам перевіряти домашні завдання, вивчати математику та готуватися до тестів	Камера, кроки, інтерфейс	Free / Plus \$9.99/міс
Mathway	це мобільний додаток та веб-сайт, призначений для допомоги у вирішенні математичних задач різного рівня складності. Він використовується для перевірки домашніх завдань, вивчення математики та отримання покрокових рішень.	Solver, багато тем, графіки	Free / Plus \$9.99
Microsoft Math Solver	це мобільний додаток, який допомагає розв'язувати математичні задачі, використовуючи штучний інтелект. Він може розпізнавати задачі, введені	AI, тренування, графіки	100% безкоштовно

	за допомогою камери або вручну, та надавати покрокові розв'язання з графіками та поясненнями.		
Gauthmath	це мобільний додаток, який допомагає учням та студентам вирішувати математичні задачі. Він використовує камеру пристрою для зчитування математичного рівняння, а потім надає покрокові розв'язання	Камера + AI-репетитор	Free / Premium \$4.99 /тиж. або \$49.99 /рік
Upstudy	це сервіс, який пропонує допомогу у вивченні різних предметів, включаючи математику. Він використовує фотокамеру для розв'язання математичних завдань, надаючи покрокові пояснення.	Фото, AI, пояснення, відео	3 скани безкоштовно / Premium ≈ \$6.99 /тиж.
QANDA	цілодобовий помічник зі штучним інтелектом, який надає миттєві точні відповіді та покрокові рішення для всіх ваших академічних запитань	Камера + пояснення, тьютори	Freemium/ базова підписка \$1.99/міс; Plus \$5.99/міс
TutorEva	може допомогти вам вирішити будь-які проблеми з будь-якого предмету за допомогою покрокових рішень і чітких голосових і візуальних пояснень	Камера + пояснення, тьютори	Freemium; Plus від \$7.49/міс
Socratic	сканер для розв'язування математичних задач	Камера + пояснення, тьютори	Безоплатно
Symbolab	це просунутий математичний калькулятор, який крок за кроком вирішує та пояснює все: від простих задач до складних рівнянь. Цей інструмент ідеально підходить для студентів, викладачів та професіоналів, з безкоштовними функціями та преміум-опціями для глибшого навчання.	Крок-за-кроком + вправи	Free / Pro \$9.95
Tiger Algebra	це сервіс, призначений для допомоги у вирішенні математичних завдань, зокрема, з алгебри, шляхом надання покрокових інструкцій та роз'яснень до кожного кроку. Іншими словами, він допомагає учням та студентам розібратися з математичними	Алгебра + пояснення	Безплатно

	задачами, надаючи детальні пояснення розв'язання.		
MathDF	покроковий калькулятор, це середовище для візуальних математичних обчислень. Воно дозволяє записувати математичні вирази у вигляді, що нагадує звичний математичний запис, і виконувати обчислення з цими виразами	LaTeX, інтеграли, ліміти	Без реклами, без реєстрації
Integral calculator	Інтегральний калькулятор призначений для обчислення інтегралів, як невизначених, так і визначених. Він дозволяє знаходити первісні функції та обчислювати значення інтегралів з урахуванням меж інтегрування. Це корисний інструмент для студентів, інженерів та всіх, хто займається математичними розрахунками, пов'язаними з інтегралами.	Обчислення інтегралів з поясненнями	Безкоштовно
QuickMath	це мобільний додаток та веб-сервіс, призначений для допомоги у вирішенні математичних завдань. Він використовується як інструмент для перевірки домашніх завдань, швидкого отримання відповідей на математичні запитання та навчання	Миттєві відповіді, але без пояснень	Безплатно

Таблиця 2.2.

## Онлайн сервіси для перевірки та самоперевірки знань учнів

Програма	Опис	Основні можливості	Вартість/ Реєстрація
Kahoot	<a href="https://kahoot.it/">https://kahoot.it/</a> Ігрова навчальна платформа для створення та проведення онлайн-вікторин, тестів та опитувань, яка використовує принципи гейміфікації для підвищення залученості учнів. Вона дозволяє вчителям створювати інтерактивні завдання, а учні відповідають на них у реальному часі з мобільних пристроїв чи комп'ютерів, та бачать результати	Живі вікторини та домашні вправи для перевірки знань. Гейміфіковані вікторини з миттєвим рейтингом; добре підходить для швидких опитувань на уроці	Базовий тариф безкоштовний; Kahoot! + Bronze $\approx$ \$3,99/міс, бізнес-плани від \$10/кор. /міс. Реєстрація необхідна.

	одразу.		
На урок	<a href="https://naurok.com.ua/">https://naurok.com.ua/</a> Освітній проєкт, який пропонує вчителям та учням сервіс для створення та проведення онлайн-тестів, олімпіад та інтерактивних завдань. Призначений для вчителів, які прагнуть урізноманітнити освітній процес, та учнів, які можуть використовувати його для навчання та перевірки знань.	Українська е-платформа: тести, уроки, олімпіади. Банк готових матеріалів, конструктор тестів, дистанційні олімпіади	Базові сервіси безплатні; окремі конкурси/курси – платні. Необхідна реєстрація для вчителів.
Всеосвіта	<a href="https://vseosvita.ua/">https://vseosvita.ua/</a> Національна освітня платформа, яка надає комплексні інструменти для вчителів та учнів, зокрема сервіси для дистанційного навчання, обміну педагогічним досвідом, підвищення кваліфікації, створення тестів та конкурсів, а також можливості для професійного зростання та заробітку на авторських матеріалах.	Спільнота вчителів, курси, тести, розробки уроків. Маркетплейс матеріалів, автогенератор сертифікатів, онлайн-тести	Умовно безкоштовний; «Преміум» ≈ 990 € / рік. Деякі розробки/курси платні. Реєстрація необхідна для вчителів.
Quizizz	<a href="https://wayground.com/?lng=en">https://wayground.com/?lng=en</a> Онлайн-сервіс для створення інтерактивних вікторин та тестів, який використовується в навчальних цілях як для уроків, так і для домашніх завдань. Він дозволяє вчителям легко створювати власні тести з різними типами запитань і медіа, а учням проходити їх у власному темпі. Це інструмент гейміфікації навчання, який допомагає залучати учнів та відстежувати їхні досягнення	Живі та домашні вікторини (самоперевірка й контроль) Автоматичне оцінювання, гейміфікація, детальна аналітика	Premier \$99/кор. /міс; безплатний базовий Реєстрація необхідна (для вчителів та учнів)
Wordwall	<a href="https://wordwall.net/uk">https://wordwall.net/uk</a> Онлайн-платформа для створення інтерактивних навчальних вправ, ігор та матеріалів для роздруку. Сервіс дозволяє користувачам швидко створювати різноманітні завдання, такі як вікторини, кросворди, картки на відповідність тощо, які можна використовувати на будь-якому веб-пристрої або в друкованому вигляді. Він особливо популярний серед вчителів для підвищення мотивації учнів та	Генератор ігор/робочих аркушів Перетворює списки термінів та запитань у 30+ форматів ігор	Умовно безкоштовний; Pro \$10,80/міс (або \$9,72 при оплаті за рік) Реєстрація необхідна

	урізноманітнення навчального процесу.		
Quizlet	<a href="https://quizlet.com/ua">https://quizlet.com/ua</a> Онлайн-платформа для навчання, яка надає інструменти для створення навчальних карток, їх вивчення та запам'ятовування різноманітної інформації. Користувачі можуть створювати власні картки або використовувати мільйони готових наборів, що охоплюють різні предмети та дисципліни. Платформа пропонує інтерактивні режими навчання, зокрема картки, тести, ігри та інші активності для ефективного засвоєння матеріалу.	Флеш-картки, тести, «Learn»-режим. Автоматичні тести з карток, режим «Live» для класу	Частково безкоштовна; Plus \$35,99/рік Реєстрація обов'язкова
Knowt	<a href="https://knowt.com/">https://knowt.com/</a> Програма зі штучним інтелектом, яка створює ефективні картки для навчання. Це дозволяє імпортувати навчальні матеріали та створювати персоналізований навчальний контент. Пропонує кілька режимів навчання, включаючи інтервал повторення та практичні тести.	Нотатки ⇔ тести, адаптивне тренування AI-генерація флеш-карт і тестів з конспектів	Безкоштовний за рахунок реклами; AdFree плани від ≈ \$2/міс Необхідна реєстрація.
ClassTools	<a href="https://www.classtools.net/">https://www.classtools.net/</a> Онлайн-сервіс, який дозволяє створювати інтерактивні навчальні матеріали, такі як дидактичні ігри, діаграми та вікторини. Його створив англійський педагог Рассел Тарр і він є корисним інструментом для вчителів та учнів для створення інтерактивних ресурсів для уроків та презентацій.	Онлайн-генератори ігор (спінери, «Фейкбук») 30+ шаблонів ігор; можна вбудовувати на сайт чи блог	Безплатно; є преміум без реклами. Реєстрація виключно для преміум користувачів
Playbuzz	<a href="https://www.playbuzz.com/stories/playbuzz">https://www.playbuzz.com/stories/playbuzz</a> онлайн-платформа, яка дозволяє створювати різноманітний інтерактивний контент, такий як тести, опитування, слайдшоу та списки з анімованими зображеннями. Вона була заснована у 2012 році і дозволяє користувачам створювати та ділитися контентом через різні соціальні мережі та вебсайти.	Інтерактивні історії, відеоконтент Переорієнтовано на медіа-монетизацію, освіта – обмежено	Freemium / бізнес-фокус Реєстрація обов'язкова
CrosswordLabs	<a href="https://crosswordlabs.com/">https://crosswordlabs.com/</a>	Генератор	Безплатно. Без

	Безкоштовний онлайн-сервіс для створення кросвордів, який дозволяє швидко створювати, друкувати, ділитися та розгадувати їх онлайн. Він є простим у використанні, не потребує реєстрації, не показує реклами чи водяних знаків. Сервіс можна використовувати для освітніх цілей або для створення головоломок будь-якої тематики.	кросвордів. Швидке створення, PDF-експорт, без реклами	реєстрації
--	---	---	------------

Таблиця 2.3

## Онлайн сервіси для «взаємної взаємодії» (універсальні засоби)

Програма	Опис	Основні можливості	Вартість/ Реєстрація
Miro	<a href="https://miro.com/app/dashboard/">https://miro.com/app/dashboard/</a> Онлайн-платформа з інтерактивною дошкою, яка призначена для спільної роботи команд. Вона дозволяє користувачам проводити мозкові штурми, створювати діаграми, планувати проекти, візуалізувати ідеї та багато іншого. Це універсальний цифровий простір для віддаленої співпраці, що дозволяє додавати на дошку документи, зображення, нотатки та стікери.	Співпраця на дошці. Нотатки, схеми, «дошка» для пояснень і групової роботи	Безплатний освітній план; Starter/Business – від \$8/кор. 3 реєстрацією
Mentimeter	<a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> Онлайн-сервіс для створення інтерактивних презентацій, який дозволяє проводити опитування, голосування та вікторини в режимі реального часу. Він дозволяє доповідачам отримувати миттєвий зворотний зв'язок від аудиторії, а учасникам – брати участь за допомогою своїх смартфонів або комп'ютерів, використовуючи унікальний код презентації, без необхідності реєстрації.	Опитування, вікторини, хмари слів. Миттєва аналітика	Freemium; Basic \$10 /презентатор/міс Необхідна реєстрація. 50 учасників на безплатному плані;
Padlet	<a href="https://padlet.com/">https://padlet.com/</a> Віртуальна онлайн-дошка для спільної роботи та обміну інформацією в реальному часі.	Онлайн-стіна/дошка. Спільний збір матеріалів, ідей,	Умовно безкоштовна; Gold \$6,99/міс, Platinum

	Вона дозволяє користувачам створювати спільні «стіни» для розміщення різноманітного контенту, такого як тексти, фото, відео, посилання та файли. Цей інструмент особливо популярний в освіті для організації проєктів, групової роботи та збору матеріалів від учнів.	відповідей учнів	\$9,99/міс Реєстрація необхідна для створення Дошки
NulabCacoo	<a href="https://nulab.com/cacoo/">https://nulab.com/cacoo/</a> Інструмент для спільного створення онлайн-діаграм та візуального моделювання від компанії Nulab. Він дозволяє командам створювати разом схеми, блок-схеми, макети та інші візуальні матеріали в режимі реального часу.	Діаграми, mind- maps. UML, графіки функцій, спільне редагування	Освітня ліцензія – 50 % від ціни Team плану Реєстрація обов'язкова
SimplyStickyNotes	<a href="https://www.simplestickynotes.com/">https://www.simplestickynotes.com/</a> Віджет, який дозволяє створювати цифрові "липкі" нотатки на комп'ютері або смартфоні. Це легкий та простий у використанні інструмент для запису завдань, ідей, нагадувань та інших важливих записів, які можна налаштовувати за кольором, розміром та прозорістю.	Робочі нотатки на Windows Легкий аналог «стікерів» для екрана; зручно писати формули	Повністю безплатно Реєстрація не обов'язкова
ThingLink	<a href="https://www.thinglink.com/en">https://www.thinglink.com/en</a> Онлайн-сервіс для створення інтерактивного контенту, який дозволяє додавати до статичних зображень, відео та інших медіафайлів інтерактивні «мітки». Ці мітки можуть містити текст, посилання, зображення, аудіо, відео та тести, що перетворює звичайні медіа на «живі» або «розмовляючі» картини. Сервіс широко використовується для створення освітніх матеріалів, таких як інтерактивні плакати, конспекти уроків, карти та схеми	Інтерактивні зображення / VR Маркування зображень, схем, 360°-турів під підписами/ Формулами	Freemium; Teacher \$60/рік Реєстрація необхідна
PearDeck	<a href="https://www.peardeck.com/">https://www.peardeck.com/</a> Інтерактивна платформа та інструмент для вчителів, який дозволяє створювати динамічні презентації, перетворюючи статичні слайди на інтерактивні	Інтерактивні слайди + AI- практика «Живі» запитання у	Basicfree; Individual Premium – запит ціни (custom) або \$149/рік. Реєстрація

	уроки. Він допомагає підвищити залученість учнів за допомогою запитань у реальному часі, що дозволяють вчителю отримати миттєвий зворотний зв'язок та надавати персоналізовані інструкції.	GoogleSlides / PowerPoint	(Google/Microsoft)
LearningApps	<a href="https://learningapps.org/">https://learningapps.org/</a> Безкоштовний веб-сервіс для створення інтерактивних навчальних вправ та ігор, який підтримує освітній процес за допомогою мультимедійних модулів. Він є конструктором, що дозволяє вчителям та учням створювати власні завдання для закріплення знань у гейміфікованій формі. Сервіс пропонує різноманітні шаблони, які можна використовувати на уроках або як домашнє завдання.	Інтерактивні вправи. Ігри.	Безкоштовний веб-сервіс. Для вчителів – реєстрація обов'язкова. Для учнів не потрібна реєстрація
Classkick	<a href="https://classkick.com/">https://classkick.com/</a> Онлайн-платформа, яка дозволяє вчителям створювати інтерактивні завдання, а учням – виконувати їх на своїх пристроях, отримуючи зворотний зв'язок у реальному часі. Вчителі можуть бачити, як учні працюють, надавати миттєві коментарі та підказки, а учні – працювати у своєму темпі та взаємодіяти з матеріалами.	Онлайн-зошит з live-фідбеком. Учитель бачить усі екрани, залишає підказки	Free; TeacherPro \$8/міс; Schoolquote Реєстрація необхідна
H5P	<a href="https://h5p.org/">https://h5p.org/</a> Безкоштовний онлайн-сервіс та формат для створення інтерактивного навчального контенту, який дозволяє створювати такі елементи, як вікторини, презентації, інтерактивні відео, ігри та діаграми. Ключова перевага H5P полягає в тому, що він робить освітній процес більш захопливим, оскільки вимагає активної участі користувача, а не просто пасивного споживання матеріалу.	Плагін для інтерактивного контенту (в т. ч. GeoGebra, формули) 50+ типів діяльності, можна будувати у Moodle / WordPress	Open-source, безплатно; H5P.com SaaS – платно Із реєстрацією (для форуму/хостингу)
Whiteboard.chat	<a href="https://www.whiteboard.chat/">https://www.whiteboard.chat/</a> Безкоштовний онлайн-сервіс, що є інтерактивною дошкою, спеціально розробленою для	Спільна онлайн-дошка. 200+ інструментів,	Безплатно Необов'язково реєструватись

	освіти та онлайн-навчання. Він дозволяє вчителям створювати спільні або індивідуальні дошки для учнів, спостерігати за їхньою роботою в реальному часі та надавати персоналізований зворотний зв'язок під час синхронних уроків. Платформа містить різні інструменти, маніпулятиви та віджети для створення інтерактивних занять.	під'єднання учнів без акаунтів	
Canva	<a href="https://www.canva.com/uk_ua/">https://www.canva.com/uk_ua/</a> Онлайн-платформа для графічного дизайну, яка дозволяє легко створювати різноманітний візуальний контент, використовуючи готові шаблони, зображення та інструменти. Вона підходить як для новачків, так і для професіоналів, пропонуючи широкий спектр можливостей для створення презентацій, постерів, дописів у соцмережі, відео та багатьох інших макетів.	Візуалізація та дизайн. Шаблони презентацій, інфографік, робочих аркушів	100 % безплатно для К-12 Реєстрація і верифікація школи
Nearpod	<a href="https://nearpod.com/">https://nearpod.com/</a> Онлайн-платформа, яка дозволяє вчителям створювати інтерактивні уроки, проводити їх в реальному часі або як самостійне завдання, а учням – брати участь за допомогою своїх пристроїв. Вона включає інструменти для вікторин, опитувань, завдань на малювання, а також дає змогу отримувати миттєвий зворотній зв'язок та відстежувати прогрес учнів.	Інтерактивні презентації, VR, квізи «Жива» презентація + учнівські девайси + звіти	Free (Silver), Gold \$159/рік, Platinum \$397/рік Потрібна реєстрація
Edpuzzle	<a href="https://edpuzzle.com/">https://edpuzzle.com/</a> Онлайн-платформа, яка дозволяє вчителям створювати інтерактивні відеоуроки, додаючи запитання до будь-якого відео з YouTube або власного файлу. Учні переглядають відео, відповідають на запитання по ходу перегляду і вчать у власному темпі, а вчителі можуть відстежувати їхній прогрес і результати.	Відео з вбудованими питаннями Відео-домашки, автоперевірка, інтеграція з LMS	Basicfree (обмеж. місце), Pro від \$11.5/міс Реєстрація для вчителя, учням акаунт не потрібен у «openclass»

Результати проведеного аналізу дають підстави стверджувати, що на сьогодні існує значна кількість різноманітних платформ і сервісів для створення інтерактивного контенту. Розглянемо особливості роботи з окремими з них. Онлайн-сервіс H5P охоплює близько 40 видів інтерактивного контенту, зокрема презентації, відео, вправи, опитування, інтерактивні плакати, ігри тощо, що є актуальним і цінним у межах нашого дослідження. Зазначений сервіс дає змогу не лише створювати інтерактивний контент, а й використовувати його, розміщувати на вебсторінках і в блогах, а також завантажувати створені завдання на комп'ютер.

Із використанням можливостей сервісу H5P нами було розроблено інтерактивний плакат на тему «Перерізи многогранників» (рис. 2.2). У процесі роботи було застосовано тип контенту *Image Hotspots*, який передбачає створення зображення з кількома інформаційними точками.



Рис.2.2. Інтерактивний плакат, створений у сервісі H5P

Як фонове зображення було використано інтерактивний плакат, попередньо створений нами в педагогічному програмному засобі «Конструктор інтерактивних плакатів» (автори – П. Бельчев, Т. Таблер). Специфіку організації роботи з інтерактивним плакатом, а також особливості його експериментального впровадження як педагогічного програмного засобу висвітлено в наших дослідженнях [11, с. 41].

Із використанням інструмента *Image Hotspots* до фонового зображення

було додано точки доступу: під час натискання на позначку («+») відкривається інформація у вигляді тексту, відео або зображення. Додавання відеоматеріалу можливе двома способами: шляхом зазначення посилання на ресурс у мережі Інтернет або завантаженням файлу з комп'ютера (за умови, що його обсяг не перевищує 16 Мб). Водночас до недоліків цього інструмента можна віднести обмежені можливості роботи з математичними формулами: вони або некоректно відображаються у текстовому форматі, або взагалі не підтримуються.

Порівнюючи створені нами інтерактивні плакати за допомогою інструмента *Image Hotspots* у мультисервісі H5P та сервісі ThingLink, варто зазначити, що принцип їх функціонування є подібним. Зокрема, елементи навігації (точки доступу) в обох сервісах мають незначні відмінності: у H5P – це позначка «+» у кружечку, тоді як у ThingLink – порожній кружечок. Водночас слід зауважити, що платна модель використання сервісу ThingLink обмежує його широке застосування серед педагогів.

Беручи до уваги, що прототип сервісу H5P було створено у 2013 році, а перша стабільна версія для Moodle з'явилася у 2017 році, вважаємо цей сервіс сучасним і таким, що відповідає актуальним потребам освітнього процесу. Аналіз праць зарубіжних учених Ю. Пак, Ю. Кім [196] засвідчили, що H5P активно використовується як інструмент розроблення електронного навчального контенту; зокрема, авторами подано покрокові алгоритми створення різних типів інтерактивних матеріалів. За кордоном, окрім H5P, для створення інтерактивних плакатів широко застосовуються також сервіси Padlet і Glogster.

У дослідженні А. Дені і З. Заїнал [186] представлено результати використання Padlet, у яких висвітлено як переваги, так і недоліки його застосування. У праці Н. Аліаса, Д. Девітта та С. Сіраджа [187] обґрунтовано доцільність використання платформи Padlet у навчанні, оскільки вона забезпечує постійний обмін інформацією, сприяє генерації нових знань учнями та реалізації процесів їх набуття, створення, обміну й застосування. У роботах Д.Догана та Я.Гюльбахар [204] розкрито можливості нестандартного використання соціальної мережі Facebook, а також сервісів Glogster і Prezi в освітньому

процесі, що зумовлено їх простотою у використанні та зручністю розміщення й доступу до навчальних матеріалів.

У межах дослідження було також здійснено аналіз професійних блогів учителів України з різних навчальних предметів. Отримані результати дають підстави стверджувати, що активними користувачами сервісу H5P переважно є вчителі інформатики. Так, учитель інформатики Табарчук І. у власному професійному блозі висвітлює результати використання цього сервісу у педагогічній діяльності. Водночас аналіз блогів учителів математики (Волошиної В., Діденка Ю., Крамської Ю. [122; 16; 15]) засвідчує, що у своїй практиці вони активно застосовують сервіс LearningApps. Зазначений сервіс було створено у 2011 році, а інтерактивні модулі впроваджено у 2015 році. На сьогодні LearningApps підтримує 21 мовну версію інтерфейсу, зокрема українську. Серед переваг цього сервісу варто виокремити значну кількість готових завдань, а також зручний механізм їх добору – як за навчальним предметом, так і за рівнем освіти (від дошкільної до післядипломної). Обрані завдання можна використовувати як шаблони або створювати на їх основі власні. Інтерактивні вправи у LearningApps структуровано за видами, кожен із яких передбачає різні типи завдань: вибір (вікторина, знайти, виділити слова, перший мільйон); розподіл (відповідність сітки, знайти на карті, класифікація, знайти пару, склади пазли, поділ на групи, фрагменти зображення тощо); послідовність (розставити за порядком, числова пряма); заповнення (вгадай слово, заповнити пропуски, кросворди та ін.); онлайн-ігри (упорядкування, де це?, порахувати, перегони тощо); інструменти (інтелектуальна карта, аудіо-, відео-контент, блокнот, голосування, дошка оголошень, колекція вправ, календар, нотатки, чат). Водночас сервіс має певні обмеження, зокрема не підтримує безпосереднього введення математичних формул, однак передбачає можливість їх додавання у вигляді зображень. Основна ідея використання інтерактивних завдань у LearningApps полягає в тому, що учні мають змогу перевіряти та закріплювати свої знання в ігровій формі, що сприяє підвищенню їхнього пізнавального інтересу.

З огляду на зазначене виникає потреба в здійсненні ґрунтовного аналізу найпоширеніших сервісів для створення інтерактивного контенту, а також в окресленні можливостей і перспектив їх застосування на уроках математики. З цією метою у даному підрозділі здійснюється огляд електронних освітніх ресурсів, в основу яких покладено інтерактивний контент, і визначаються перспективи використання онлайн-сервісів в освітньому процесі. Водночас, зважаючи на одну з ключових умов ефективного застосування інтерактивних методів навчання – відповідність віковим особливостям сприйняття навчальної інформації учнями, а також ураховуючи педагогічні принципи цілісності, системності та особистісної спрямованості освітнього процесу, доцільним вбачається залучення класифікації інтерактивних засобів і способів керування ними залежно від освітнього рівня здобувачів освіти, наведеної в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

## Використання інтерактивних засобів на різних рівнях навчання

	<b>Початкова школа</b>	<b>Базова середня школа</b>	<b>Профільна середня школа</b>
<b>Засіб</b>	Інтерактивна презентація	Інтерактивний плакат	Мультимедіа
Особливості застосування	Інтерактивність здійснюється шляхом безпосереднього контакту із засобом навчання (інтерактивна дошка).	Розгортання інформації, в залежності від керуючих впливів користувачів. Представлення та засвоєння учнями «образу» математичного об'єкту.	Використання різномірних джерел інформації. Власна індивідуальна траєкторія навчання та критичне сприйняття інформації.
Спосіб керування	Вчитель	Вчитель, учні	Учні

У 2020–2021 роках, у зв'язку з епідеміологічною ситуацією, учні закладів загальної середньої освіти України перебували на дистанційному або змішаному навчанні. У процесі організації освітньої діяльності вчителі активно застосовували комп'ютерні засоби навчання та використовували сервіси, запропоновані компанією Google (Google Classroom, Google Forms, Google Docs, Gmail тощо), проводили онлайн-уроки за допомогою платформи Zoom, залучали демонстраційні матеріали з ресурсу YouTube, створювали тестові завдання на

освітніх платформах «Всеосвіта», «На Урок» тощо. У межах експериментальної частини дослідження нами було проведено анкетування з метою визначення частоти використання зазначених засобів у навчальному процесі.

Онлайн-сервіси з математики першого рівня інтерактивності, на нашу думку, є ефективними інструментами в діяльності вчителя, оскільки сприяють створенню наочних матеріалів і методичних розробок для уроків. Використання сучасних візуалізацій під час подання навчального матеріалу привертає увагу учнів і підвищує їхню мотивацію до навчання. Окрім того, існують онлайн-сервіси, які містять значну кількість навчальних матеріалів з математики, представлених у текстовій або графічній формах. Такі ресурси також є корисними для педагогів, оскільки можуть використовуватися як основа для підготовки дидактичних матеріалів і конструювання змісту уроку.

Звертаємо увагу, що для оформлення інтерактивних плакатів нами використовувалися ілюстрації з платформи Canva. Canva – це онлайн-інструмент, призначений для створення дизайну та публікації візуальних матеріалів. Крім того, для оформлення інтерактивних плакатів було використано матеріали сервісу Prezi.com (перший рівень інтерактивності). У процесі розроблення уроків цей ресурс застосовувався як джерело дизайнерських ілюстрацій, зокрема для створення фонових зображень інтерактивних плакатів. Prezi.com – це вебсервіс, який дає змогу створювати інтерактивні мультимедійні презентації з нелінійною структурою.

Розглянуті сервіси суттєво полегшують професійну діяльність учителя, оскільки сприяють ефективному створенню дидактичних матеріалів. Переконані, що подання навчального матеріалу з використанням сучасних і візуально привабливих ілюстрацій підвищує інтерес учнів до навчання та сприяє формуванню їхньої навчальної мотивації.

У продовження зазначеної теми зауважимо, що нами було проведено анкетування серед учителів математики закладів загальної середньої освіти щодо використання комп'ютерних засобів, онлайн-платформ та інформаційно-комунікаційних технологій на уроках. У зв'язку із запровадженням карантинних

обмежень і переходом на дистанційну форму навчання анкетування здійснювалося дистанційно за допомогою сервісу Google Forms у співпраці з керівником методичного об'єднання вчителів математики м. Мелітополя Ігошиною Іриною Володимирівною. До опитування долучилися також учителі математики закладів освіти Генічеського району Херсонської області, а також Мелітопольського й Якимівського районів Запорізької області. У результаті анкетування встановлено, що близько 25 % респондентів використовують інтерактивний плакат як засіб розвитку математичної компетентності учнів на уроках (педагогічний програмний засіб «Конструктор інтерактивних плакатів», автори – П. Бельчев, Т. Таблер; рівень інтерактивності – III; україномовний інтерфейс; безкоштовне використання). У межах дослідження нами також було використано зазначений засіб, оскільки він пройшов апробацію під час сертифікаційних курсів і отримав позитивні відгуки педагогів.

Важливою перевагою інтерактивного плаката є можливість його використання без доступу до мережі Інтернет, що підтверджується результатами опитування: на запитання «Які ускладнення виникають у Вас під час роботи з комп'ютерними засобами?» близько 60 % учителів зазначили проблему відсутності або низької швидкості інтернет-з'єднання. Зазначений засіб дає змогу систематизувати всі необхідні для уроку матеріали в одному середовищі, забезпечує швидкий доступ до них і можливість багаторазового використання в різних класах і на різних етапах навчання (зокрема для повторення), а також їх доповнення та коригування. Побудова уроків із використанням інтерактивного плаката є зрозумілою та зручною для учнів, а сама форма подання матеріалу підвищує їхній інтерес до навчання завдяки можливості взаємодії з елементами контенту та виконання інтерактивних завдань.

Під час опитування встановлено, що 6 % учителів використовують у своїй професійній діяльності англomовний платний засіб другого рівня інтерактивності – сервіс ThingLink. ThingLink – це інструмент для створення інтерактивних зображень, який дає змогу трансформувати статичні зображення в інтерактивні об'єкти. Інтерактивність досягається завдяки додаванню міток із

текстовими підказками, посиланнями на відео, аудіо або інші зображення. Створений інтерактивний плакат легко інтегрується в сайт або блог за допомогою вбудованого коду, а також може бути оперативно відредагований у разі потреби.

Водночас 25% опитаних учителів зазначили, що використовують у своїй діяльності сервіс Padlet (третій рівень інтерактивності). Padlet – це інструмент для організації спільної роботи у віртуальному просторі, який функціонує як інтерактивна онлайн-дошка. Його використання дає змогу:

- організувати колективний мозковий штурм (навіть якщо учасники знаходяться на відстані);
- підготувати віртуальну виставку, плакат або стінгазету з певної тематики;
- організувати збір ідей, прикладів по певному питанню досліджуваної теми;
- здійснити обмін інформацією, доступною для перегляду і редагування будь-яким користувачем;
- відобразити результати інформаційного пошуку колективу за темою;
- організувати рефлексію.

Функціональні можливості сервісу Padlet передбачають створення інтерактивної онлайн-дошки, на якій користувачі можуть безпосередньо працювати з контентом: вводити текст, переміщувати елементи, змінювати їх розмір, налаштовувати фонове зображення та здійснювати спільну роботу з іншими учасниками. Під час реєстрації в сервісі передбачено можливість визначення кількості учасників, залучених до створення проєкту. Після завершення роботи дошку можна поширювати через соціальні мережі, вбудовувати на вебсайти, експортувати в різних форматах, друкувати, а також створювати QR-код для швидкого доступу.

Онлайн-сервіс Glogster EDU (третій рівень інтерактивності), за результатами опитування, не був зазначений учителями. Водночас, на нашу думку, він є ефективним інструментом для створення та демонстрації інтерактивних плакатів, особливо за наявності інтерактивної дошки в класі. Сервіс дає змогу створювати інтерактивні біографії, часові стрічки, а також

візуалізувати математичні та фізичні формули, результати експериментів. Glogster EDU підтримує роботу з текстом, відео, гіперпосиланнями та зображеннями, а також може використовуватися в умовах дистанційного навчання для формування тематичних колекцій освітніх ресурсів.

Онлайн-сервіс Cасоо (третій рівень інтерактивності) також не був згаданий респондентами. Проте, на наш погляд, це зручний і функціональний інструмент для створення діаграм, схем і візуальних матеріалів. Сервіс підтримує спільну роботу користувачів і може бути ефективно застосований як у професійній діяльності (програмування, дизайн, проєктування), так і в освітньому процесі (для співпраці викладачів і здобувачів освіти).

Онлайн-сервіс Linoit використовують 3 % опитаних учителів (третій рівень інтерактивності). Це веборієнтований інструмент, що функціонує як віртуальна дошка для спільної роботи користувачів.

Як засвідчує проведений аналіз, сучасні вебсервіси надають широкі можливості для організації спільної (колективної) діяльності учнів як у межах закладу освіти, так і поза ним. Аналіз сучасного стану та дидактичного наповнення інтерактивного контенту комп'ютерних засобів навчання математики дає підстави сформулювати такі висновки. Встановлено, що сучасні вебсервіси та програмні засоби (зокрема GeoGebra, LearningApps, Canva, Cасоо, Linoit) мають значний дидактичний потенціал, який забезпечує реалізацію інтерактивної взаємодії, унаочнення абстрактних математичних понять, а також організацію колективної роботи учнів як у синхронному, так і в асинхронному режимах. Використання таких засобів сприяє підвищенню мотивації учнів гімназії та забезпечує рівний доступ до якісного освітнього контенту.

Водночас результати спостережень і опитування вчителів-практиків виявили певну суперечність: попри зацікавленість інноваційними підходами, значна частина педагогів обмежується використанням переважно візуальних і демонстраційних можливостей комп'ютерних засобів навчання. З'ясовано, що найбільш затребуваними є сервіси для створення презентацій (Canva – 74 %) та інтерактивних вправ (LearningApps – 68 %), тоді як складніші інструменти для

математичного моделювання чи спільної розробки діаграм (Caso, Linoit) використовуються обмеженою кількістю фахівців (від 3% до 15%).

Встановлено, що основним бар'єром для ефективного впровадження комп'ютерних засобів навчання є не відсутність технологій, а недостатність систематизованих методичних напрацювань щодо їх добору відповідно до етапів уроку математики та рівнів інтерактивності. Це зумовлює необхідність розроблення цілісного навчально-методичного посібника-практикуму, який дасть змогу вчителю гімназії здійснювати обґрунтований вибір цифрового контенту для реалізації конкретних дидактичних завдань у межах чинних навчальних програм з алгебри та геометрії для 7-9 класів.

### **2.3. Особливості використання комп'ютерних засобів на уроках математики в контексті їх рівнів інтерактивності**

З метою підвищення успішності учнів і досягнення високих результатів педагогічної діяльності у вчителів виникають нові потреби щодо використання комп'ютерних засобів навчання для супроводу навчального матеріалу, унаочнення прикладних задач, а також організації тренінгових форм роботи, орієнтованих на інтерактивну взаємодію між учнями та керування їхньою навчальною діяльністю. З урахуванням стрімкого розвитку інформаційних технологій кількість таких програмних і електронних засобів постійно зростає, що зумовлює потребу в удосконаленні та розширенні їх класифікацій за рівнями інтерактивності.

Проблему використання комп'ютерних засобів навчання на уроках математики досліджували такі науковці, як П. Бельчев [11], В. Биков [12], Є. Вінниченко, Ю. Горошко, М. Жалдак [48], В. Корольський, Т. Крамаренко, Ю. Семеріков, С. Шокалюк [60], В. Лапінський [49], С. Триус [167] та ін.

Взаємодія в різних формах є важливим чинником формування досвіду навчальної діяльності та підвищення загальної ефективності освітнього процесу. Аналізу проблеми рівнів інтерактивності присвячено праці зарубіжних учених,

зокрема М. Ханнафіна, К. Пека [191], Д. Роудса, Дж. Азбелла [198], а також українських дослідників – В. Заболотнього [50], І. Гулівати [42].

Більшість дослідників використовують поняття «типи», «рівні» та «ступені» інтерактивності як взаємопов'язані характеристики електронних освітніх ресурсів, середовищ цифрового навчання, мультимедійних програм, комп'ютерних засобів і інтерактивного відео. Вони пропонують інтерпретувати рівні інтерактивності в різних контекстах: з урахуванням взаємодії користувача з контентом; особливостей взаємодії учня з мультимедійною комп'ютерною програмою; а також із позицій реалізації активно-діяльнісних форм навчання тощо. Аналіз зарубіжних наукових досліджень переконливо свідчить про наявність усталеного підходу до класифікації комп'ютерних програм за рівнями інтерактивності. Водночас у вітчизняному науковому середовищі ця проблема залишається недостатньо дослідженою.

В основу функціонування сучасних комп'ютерних засобів навчання покладено принцип суб'єкт-об'єктної взаємодії, змістове наповнення якої визначається категорією інтерактивності. Відповідно, теоретично обґрунтованим є підхід до класифікації зазначених засобів за критерієм рівня їхньої інтерактивності. За результатами аналізу наукових праць із порушеної проблеми встановлено, що різні дослідники виокремлюють різну кількість рівнів інтерактивності комп'ютерних засобів навчання – зазвичай від трьох до п'яти. Однією з перших є класифікація, представлена у працях зарубіжних учених М. Ханнафіна, К. Пека [191], Д. Роудса, Дж. Азбелла [198, с. 31-33]. Її поява пов'язана з упровадженням відеодискових технологій, а в основу покладено співвідношення рівня програмного контролю та контролю з боку користувача (учня) у межах комп'ютерної програми. П'ять видів інтерактивності виокремлює дослідник В.В. Кучурін в статті [146, с.47] де розглядає інтерактивність ЕОР за такою типологією: тимчасова інтерактивність – передбачає можливість самостійного визначення учнем тривалості та швидкості опрацювання навчального матеріалу; інтерактивність зворотного зв'язку – забезпечує можливість поставити запитання та отримати відповідь; порядкова

інтерактивність – дає змогу учневі визначати послідовність подання навчального матеріалу; змістовна інтерактивність – передбачає можливість варіювання обсягу навчального матеріалу (його доповнення або скорочення) залежно від потреб учня; творча інтерактивність – орієнтована на реалізацію творчої активності, зокрема створення учнем власного освітнього продукту. Більш деталізовану характеристику видів інтерактивності в електронних освітніх ресурсах подають Д. Губар та Т. Непомняща, які класифікують засоби за ступенем інтерактивності [41, с. 98-100]. Засоби з інтерактивністю ступеня 0 – приклад: статична картинка у вигляді демонстрації слайдів за допомогою комп'ютера-проектора або інтерактивної дошки; засоби з інтерактивністю ступеня 1 – приклади: презентація, навчальний фільм, відео лекції; засоби з інтерактивністю ступеня 2 – приклади: презентації з гіперпосиланнями, електронні глосарії; засоби з інтерактивністю ступеня 3 – приклад: електронний конспект лекцій зі зворотним зв'язком; засоби з інтерактивністю ступеня 4 – приклад: електронний навчальний посібник, віртуальний практикум; засоби з інтерактивністю ступеня 5 – приклади: системи управління навчанням, дистанційні платформи підтримки спільної роботи, вебінарів.

Дослідник О.В. Осін [146, с.48] також пропонує класифікацію інтерактивності, виокремлюючи чотири рівні на основі активно-діяльнісного підходу. Зі зростанням рівня інтерактивності збільшуються творчі та технологічні витрати на створення освітнього контенту.

Рівень I. Умовно-пасивні форми. характеризуються односторонньою взаємодією користувача з контентом (наприклад, навігація в гіпертексті, переходи між елементами).

Рівень II. Активні форми. передбачають просту взаємодію на рівні елементарних дій (наприклад, обертання тривимірних об'єктів).

Рівень III. Діяльні форми. забезпечують конструктивну взаємодію користувача з дидактичними об'єктами за заданими алгоритмами (зміна параметрів процесів, моделювання з аудіовізуалізацією результатів).

Рівень IV. Дослідницькі форми. орієнтовані на створення нових освітніх

ситуацій, зміну параметрів об'єктів, процесів і явищ, а також формування власного досвіду пізнавальної діяльності.

Українські дослідники проблеми рівнів інтерактивності комп'ютерних засобів навчання – І. Гулівата [42, с. 10] та В. Заболотній [50, с. 110-115] – виокремлюють чотири рівні інтерактивності мультимедійних комп'ютерних програм (I-IV) і відповідні їм форми взаємодії користувача (учня) з програмою, а саме: умовно-пасивні, активно-операційні, активно-діючі та активно-діяльнісні форми. Зазначена класифікація значною мірою корелює з підходом, запропонованим Р. Симсом [202, с. 87-103], який також виділяє чотири рівні інтерактивності, однак розглядає їх у контексті середовища електронного навчання. Відповідно до цього підходу:

I рівень має на меті взаємодію учень-учень;

II рівень – учень-учитель;

III рівень – учень-зміст;

IV рівень – навчання-інтерфейс.

На відміну від наведених підходів, зарубіжні дослідники Д. Роудс та Дж. Азбелл [198] виокремлюють три рівні інтерактивності. Бент Б. Андресен і Катя ван ден Бринк [146, с.48] підкреслюють, що однією з ключових характеристик мультимедіа є інтерактивність, і, посилаючись на зазначених авторів, визначають три типи інтерактивності, зокрема в контексті інтерактивного відео, що відображають ступінь контролю користувача над змістом і структурою програми: Reactive (реагує на заздалегідь заданий сценарій через запитання, відповіді, відгуки та ін.); Coactive: (наприклад, середовище, в якому користувачі вибирають послідовність, темп, є зворотній зв'язок) та Proactive: (в межах обмежень користувачі розробляють власну програму навчання).

Бент Б. Андресен та Катя ван ден Бринк розглядають рівні інтерактивності з аналогічних позицій, однак поширюють їх не лише на інтерактивне відео, а й на мультимедійні комп'ютерні засоби загалом. Дослідники виокремлюють три рівні інтерактивності: реактивна взаємодія – користувачі визначають реакцію на

пропоновані їм ситуації, послідовність ситуацій фіксована і можливості управління програмою невеликі; активна взаємодія – користувачі контролюють програму, тобто самі вирішують, в якому порядку виконувати завдання і яким шляхом слідувати у вивченні матеріалу; взаємна взаємодія, користувачі і програми здатні взаємно адаптуватися один до одного, наприклад, в системах віртуальної реальності. Можливості контролю учнем навчальної діяльності, як і при активній взаємодії, розширюються [146, с. 48].

Аналогічного підходу дотримуються Г. Аствацатуров та Л. Кочегарова [146, с. 49], які також виокремлюють три рівні інтерактивності. I рівень – реактивна взаємодія, що охоплює такі дії, як запуск, зупинка та повернення до попереднього фрагмента. II рівень – активна взаємодія, яка характеризується можливістю керування програмою або електронними освітніми ресурсами, зокрема вибором темпу, обсягу та траєкторії виконання навчальних завдань. III рівень – взаємна взаємодія, що передбачає моделювання та конструювання навчального процесу з використанням інструментів освітнього середовища, а також розв'язання складних дидактичних завдань.

З огляду на те, що в класифікаціях із чотирма рівнями інтерактивності до першого рівня (умовно-пасивної взаємодії) належать такі форми діяльності, як читання тексту, перегляд статичних зображень, прослуховування аудіосупроводу, перегляд анімацій, тобто види діяльності, які не передбачають активного керованого впливу користувача на контент, у межах нашого дослідження ці засоби не розглядаються. Ми підтримуємо підхід дослідників, які виокремлюють три рівні інтерактивності, і вважаємо доцільним застосувати відповідну класифікацію до комп'ютерних засобів навчання, що використовуються на уроках математики в гімназії, згрупувавши їх за рівнями інтерактивності.

Зупинимось детальніше на моделі першого рівня інтерактивності. Учням пропонується переглянути відеоматеріал із теми «Многогранник» (рис. 2.3). Відео створено за допомогою авторського педагогічного програмного засобу «Мультискрипт 1.0» (автори – П. В. Бельчев, Т. І. Таблер) [10]. Завдяки

функціональним можливостям мультискрипту відеоматеріал можна структурувати на окремі розділи та забезпечити навігацію між ними з можливим тестовим супроводом. У такому випадку учень здійснює навігацію за елементами контенту, переходячи від одного візуального об'єкта до іншого, що є прикладом реалізації реактивної взаємодії.

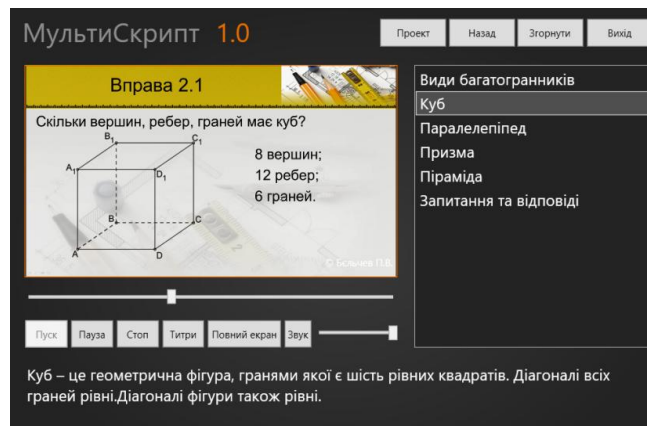


Рис.2.3. Мультискрипт. Модель I рівня інтерактивності

Педагогічний програмний засіб «МультиСкрипт 1.0» може бути віднесений і до третього рівня інтерактивності за умови його використання в контексті дослідницької діяльності учнів. Завдяки функціональним можливостям редактора цього програмного засобу забезпечується створення інтерактивного відео як на основі власних відеоматеріалів, так і відеофайлів, отриманих із мережі Інтернет. Організуючи роботу учнів у групах, учитель може запропонувати їм розроблення власних проєктів на визначену тему. У такому випадку реалізується взаємна взаємодія, в основі якої лежить створення та опрацювання навчального відеоконтенту.

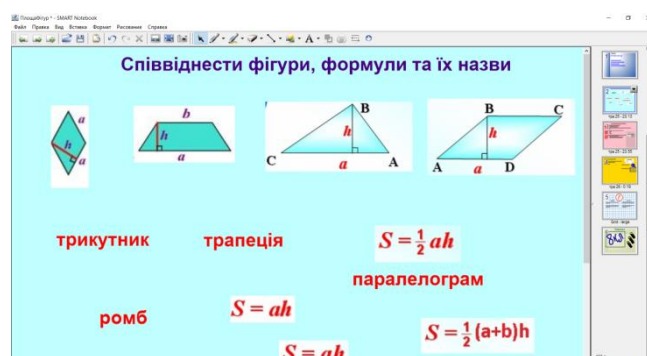


Рис. 2.4. Smart Notebook. Модель завдання I рівня інтерактивності.

Водночас використання інтерактивної дошки з відповідним програмним забезпеченням, зокрема Smart Notebook (рис. 2.4), дає змогу створювати презентації з простою навігацією, які належать до першого рівня інтерактивності.

Розглянемо практичну реалізацію моделі другого рівня інтерактивності. Як приклад пропонуємо завдання, розроблене за допомогою програми GeoGebra – середовища динамічної математики, призначеного для використання на різних рівнях освіти, яке поєднує можливості геометрії, алгебри, табличних обчислень, побудови графіків і статистичного аналізу в одному зручному інструменті. У запропонованому завданні (рис. 2.5) графік відображає зміну середньої температури протягом місяця. Користувач має змогу змінювати параметри часу та температури й одразу спостерігати відповідні зміни графіка. Таким чином реалізується контроль над програмою, що є характерною ознакою активної взаємодії. До програмних засобів цього рівня інтерактивності також належать DG, Maple, MATLAB, MathCAD, Derive, Mathematica, Maxima та інші, які забезпечують можливість варіювання параметрів, моделювання процесів і безпосереднього впливу користувача на результати обчислень і візуалізацій.

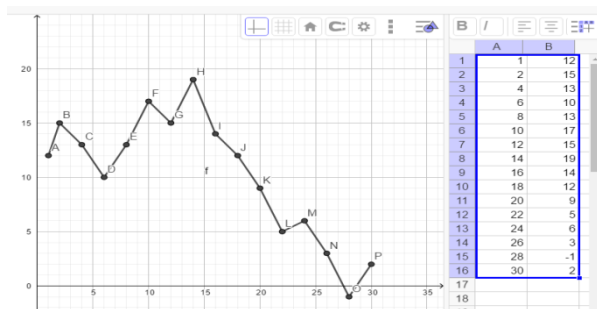


Рис.2.5. Geogebra. Модель II рівня інтерактивності

Робота з об'єктами віртуальної та доповненої реальності належить до моделей третього рівня інтерактивності. Як приклад можна навести сервіс Vlrpar (рис. 2.6), який реалізує технології доповненої реальності та функціонує за допомогою комп'ютера і мобільного застосунку. Зазначений інструмент дає змогу організувати освітню діяльність із використанням смартфонів і планшетів, що забезпечує доступність і зручність роботи для всіх учасників освітнього процесу. Використання таких технологій сприяє організації

дослідницької діяльності учнів, активному залученню їх до навчального процесу та розвитку навичок співпраці.



Рис.2.6. Vlrpar. Модель III рівня інтерактивності

Під час організації дослідницької діяльності до моделей третього рівня інтерактивності доцільно також віднести онлайн-мультисервіси H5P (рис. 2.7) та LearningApps, оскільки вони поєднують різні види інтерактивного контенту та забезпечують можливості для активної взаємодії користувачів із навчальним матеріалом.



Рис.2.7. Мультисервіс H5P. Модель III рівня інтерактивності

На уроках математики моделі першого рівня інтерактивності доцільно застосовувати під час вивчення нового матеріалу або його актуалізації; моделі другого рівня – для унаочнення прикладних і практичних задач; моделі третього рівня – для організації проектної та дослідницької діяльності учнів.

Аналіз особливостей використання комп'ютерних засобів навчання математики в контексті рівнів їх інтерактивності дає підстави сформулювати такі висновки. Встановлено, що стрімке зростання кількості програмних і

електронних засобів зумовлює потребу в їх чіткій класифікації за ступенем взаємодії користувача з навчальним контентом. На основі аналізу наукових праць українських (М. Жалдак, В. Лапінський, І. Гулівата, Н. Лосєва та ін.) [49, 42, 70] і зарубіжних (М. Ханнафін, К. Пек) [191] учених доведено, що інтерактивність є ключовим параметром, який визначає дидактичну цінність комп'ютерних засобів навчання, зокрема для супроводу навчального матеріалу та моделювання прикладних задач.

Обґрунтовано доцільність виокремлення трьох рівнів інтерактивності комп'ютерних засобів навчання математики: «реактивна взаємодія» (відповідь на запити системи за визначеним сценарієм); «активна взаємодія» (самостійний вибір користувачем послідовності дій та вплив на параметри математичних об'єктів); «взаємна взаємодія» (найвищий рівень, що передбачає інтелектуальну адаптивність системи до дій учня та можливість колективного моделювання).

Доведено, що вибір рівня інтерактивності має чітко відповідати дидактичній меті окремого етапу уроку. Зокрема, моделі першого (реактивного) рівня є ефективними для актуалізації опорних знань і первинного засвоєння навчального матеріалу; моделі другого та третього рівнів (активної та взаємної взаємодії) доцільно застосовувати на етапах закріплення знань, формування вмінь засобами математичного моделювання, а також організації творчої дослідницької діяльності. Такий підхід забезпечує керованість освітнього процесу та сприяє підвищенню мотивації учнів 7-9 класів гімназії завдяки їх безпосередній участі в конструюванні математичних моделей.

#### **2.4. Вибір комп'ютерних засобів різних рівнів інтерактивності з урахуванням типу та етапу уроку математики**

До етапів формування математичних знань дослідники відносять такі:

- формування мотивації;
- розкриття змісту завдання;
- етап розкриття змісту математичного поняття

- етап мотивації – підсилюється інтерес до вивчення поняття через систему вправ прикладного змісту на застосування раніше вивчених понять;
- етап розкриття змісту математичного поняття – вправи на виділення істотних властивостей поняття;
- етап формулювання – вправи на побудову та розпізнавання математичних об'єктів;
- етап визначення засобу розв'язання завдання;
- етап закріплення – розв'язуються прості задачі на вміння використовувати засвоєні поняття, розпізнавати і виводити наслідки математичних зв'язків;
- етап застосування – вправи на систематизацію знань і встановлення змістових зв'язків.

Відповідно до Типової освітньої програми закладів загальної середньої освіти II ступеня (наказ МОН України від 19.02.2021 № 235 зі змінами, внесеними наказом № 1120 від 09.08.2024) [107], рекомендованими формами організації освітнього процесу є такі типи уроків:

- формування компетентностей;
- розвитку компетентностей;
- перевірки та/або оцінювання досягнення компетентностей;
- корекції основних компетентностей;
- комбінований урок.

У сучасній дидактиці існують різні підходи до класифікації типів уроків, зокрема: за логікою навчальної діяльності, за метою організації навчального матеріалу та рівнем підготовленості учнів, за домінуючим компонентом уроку, за дидактичними завданнями, що розв'язуються під час заняття тощо. Узагальнюючи наукові підходи О. Вишневського [22], І. Зайченка [51], М. Фіцули [171], В. Чайки [174], можна стверджувати, що в сучасній теорії та практиці дидактики найпоширенішою є класифікація, в основу якої покладено дидактичну мету уроку та його місце в загальній системі навчальних занять.

Методист із навчання математики З. Слєпкань [132, с.112-113] зазначає, що

в методиці навчання математики однією з найпоширеніших є класифікація уроків, яка ґрунтується на їхній дидактичній меті. Вона передбачає такі типи уроків:

- 1) урок подання нових знань;
- 2) урок закріплення вивченого матеріалу, зокрема урок формування навичок і вмінь;
- 3) урок повторення, систематизації й узагальнення вивченого;
- 4) урок перевірки й оцінювання знань;
- 5) комбінований урок, який поєднує в собі різні цілі й види навчальної діяльності (роботи щодо закріплення вивченого раніше, засвоєння нового навчального матеріалу, вироблення практичних умінь і навичок тощо). У межах цієї класифікації кожному типу уроку відповідає визначена дидактична мета, що дає змогу структурувати його зміст і виокремити основні етапи (структурні компоненти). З метою подальшого аналізу доцільно здійснити порівняння типів уроків, характерних для компетентнісного підходу, із традиційною класифікацією (табл. 2.5).

*Таблиця 2.5.*

Зіставлення типів уроків компетентнісного підходу і традиційної класифікації

<b>Типи уроків за Типовою освітньою програмою закладів загальної середньої освіти II ступеня</b>	<b>Типи уроків за Слєпкань З.</b>
формування компетентностей	урок подання нових знань
розвитку компетентностей	урок закріплення вивченого матеріалу, зокрема урок формування навичок і умінь
	урок повторення, систематизації й узагальнення вивченого
перевірки та/або оцінювання досягнення компетентностей	урок перевірки й оцінювання знань
корекції основних компетентностей	
комбінований урок	комбінований урок

Водночас вважаємо, що незалежно від класифікаційних підходів і назв типів уроків, усі вони мають бути спрямовані на досягнення основної освітньої мети. Кожен тип уроку може бути представлений через загальну дидактичну структуру. Методисти з навчання математики А. Столяр і Р. Черкасов [175],

спираючись на положення загальної дидактики, виокремлюють три основні компоненти структури уроку:

1. Актуалізація попередніх знань і способів дій.
2. Формування нових знань і способів дій.
3. Застосування – формування умінь і навичок.

Деталізація зазначених компонентів дає змогу визначити більш конкретні етапи навчального процесу на уроці математики, які можуть варіюватися за послідовністю та характером взаємозв'язків залежно від дидактичної мети. Узагальнюючи підходи дидактів-методистів математики (Г. Бєвз, З. Слєпкань, А. Столяр, Р. Черкасов), можна виокремити такі основні етапи уроку:

1. Постановка мети і завдань уроку.
2. Ознайомлення з новим матеріалом.
3. Закріплення нового матеріалу: а) на рівні відтворення інформації та способів діяльності; б) на рівні творчого застосування і здобуття нового.
4. Перевірка знань, умінь і навичок.

Залежно від типу уроку послідовність зазначених етапів може змінюватися, а вибір методів і засобів навчання визначається метою та завданнями, які ставить учитель на конкретному занятті.

Спираючись на компетентнісний підхід і традиційні класифікації типів уроків, доцільно виокремити універсальні етапи уроку, які не залежать від його типу, оскільки відображають базову («каркасну») структуру, зорієнтовану на досягнення основної дидактичної мети. Інші етапи при цьому забезпечують цілісність і логічну завершеність освітнього процесу та мають бути представлені на кожному уроці. До таких етапів належать:

- Перевірка домашнього завдання.
- Актуалізація опорних знань.
- Мотивація освітньої діяльності.
- Повідомлення теми, мети, завдань уроку.
- Основна частина уроку, що включає ті елементи (етапи уроку), які вирішують основну освітню мету уроку.

- Повідомлення домашнього завдання.
- Рефлексія.
- Підбиття підсумків уроку.

Вважаємо, що взаємодія педагога та учнів на уроках математики є важливою умовою ефективного навчання. У цьому контексті доцільною є педагогічна інтерпретація понять «методи навчання» та «методи учіння» у площині методики навчання математики. Методи учіння орієнтовані на діяльність учня, тоді як учитель здійснює організацію та контроль цього процесу. Водночас методи навчання виступають інструментом діяльності педагога, спрямованим на організацію освітнього процесу. Як зазначалося в розділі 1, інтерактивність характеризує ступінь і характер взаємодії між суб'єктами освітнього процесу. У цьому контексті інтерактивність доцільно розглядати як двосторонню взаємодію між педагогом і здобувачем освіти, спрямовану на трансформацію інформації загального характеру в особистісно значущі знання та інтелектуальні здобутки учня.

На основі ґрунтовного аналізу понять «інтерактивні методи», «методи учіння» та «методи навчання» пропонуємо узагальнену схему їх взаємозв'язку (рис. 2.8).

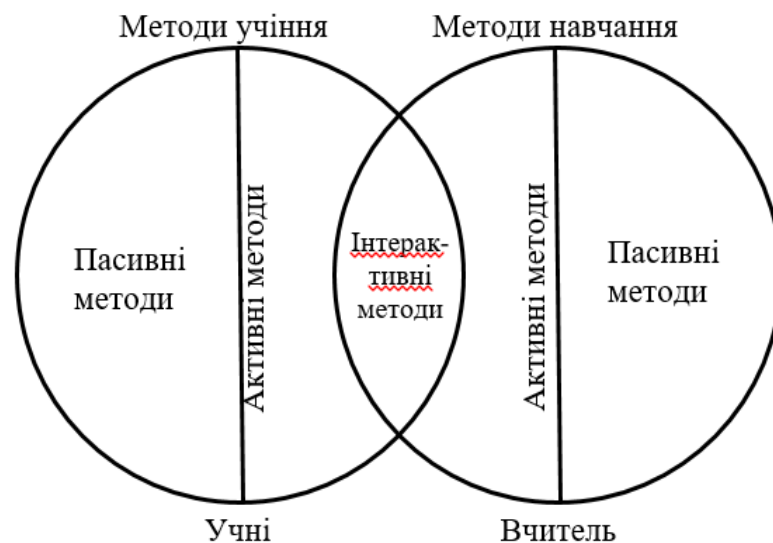


Рис. 2.8. Класифікація методів навчання

Активний діалог між учителем і учнями, тобто їхня взаємодія, а отже, і

застосування інтерактивних методів, є результатом поєднання продуктивних (творчих) методів учіння та активних методів навчання.

Широке впровадження комп'ютерних технологій в освітній процес зумовило необхідність уточнення класифікації методів навчання з урахуванням можливостей взаємодії вчителя та учнів засобами інформаційно-комунікаційних технологій. Зокрема, дидакт В. Лапінський [67] розглядає інтерактивність як безпосередню взаємодію учасників освітнього процесу, а також як взаємодію, опосередковану використанням комп'ютерно-орієнтованих засобів. Отже, інтерактивність передбачає передусім діалог, у межах якого реалізується взаємодія між учнем і вчителем, що може бути як безпосередньою, так і опосередкованою програмно-апаратними засобами (комп'ютером, планшетом, інтерактивною дошкою). Водночас можлива й взаємодія учня з педагогом-розробником авторського дидактичного засобу через створений ним цифровий освітній контент.

Інтеграція інтерактивної дошки Smart Board як сучасного комп'ютерно-орієнтованого засобу навчання на уроках математики в базовій школі, призначеного для створення електронних інтерактивних плакатів, спрямована на забезпечення високого рівня наочності навчального матеріалу. Результати дослідження дають підстави стверджувати, що використання інтерактивної дошки у поєднанні з інтерактивними плакатами забезпечує постійну взаємодію між учасниками освітнього процесу. Учні виявляють підвищений інтерес до навчання, активно вступають у діалог як із вчителем, так і з однокласниками, стають більш відкритими до комунікації [121]. У процесі застосування інтерактивного плаката на уроках математики учні мають змогу самостійно опанувати навчальний матеріал відповідно до рівня власної підготовленості. Водночас учитель виконує функції наставника, тьютора та фасилітатора, спрямовуючи пізнавальну діяльність учнів і враховуючи їхню готовність до сприйняття матеріалу. У цьому випадку взаємодія реалізується через використання інтерактивного плаката як засобу організації навчальної діяльності.

У контексті застосування інтерактивної дошки доцільно розглянути приклад реалізації інтерактивності під час перевірки домашнього завдання. Відскановані роботи одного або кількох учнів проєктуються на інтерактивну дошку, після чого учні коментують хід розв'язання задачі та вносять корективи. У разі виявлення помилок учитель організовує дискусію, фіксуючи й аналізуючи висловлені думки, що сприяє розвитку активності, комунікативних умінь і відкритості учнів. Таким чином, сучасні комп'ютерні засоби навчання виступають ефективним інструментом у діяльності вчителя та сприяють реалізації інтерактивності в процесі навчання математики.

В останнє десятиліття спостерігається суттєве зростання обсягу інформації, що зумовлює необхідність формування в учнів не лише здатності відтворювати фрагменти знань, а й уміння застосовувати їх для розв'язання практичних і життєвих завдань. У зв'язку з цим в сучасних освітніх умовах використання лише традиційних методів і засобів навчання математики є недостатнім для повноцінної реалізації компетентнісного підходу. Методи та засоби навчання в сучасній гімназії мають відповідати вимогам часу, що виступає важливим мотиваційним чинником для учнів. Відтак процес навчання математики доцільно організовувати із застосуванням сучасних комп'ютерних засобів різного рівня інтерактивності. Це дає змогу вчителям ефективно працювати з великими обсягами інформації, формувати й презентувати висновки, організовувати спільну діяльність із учнями в межах навчальних, соціальних і дослідницьких проєктів, а також здійснювати обґрунтований добір педагогічних програмних засобів відповідно до типу уроку та його дидактичної мети.

Аналіз наукових джерел щодо застосування комп'ютерних засобів навчання, їх класифікації за рівнями інтерактивності та співвіднесення з типами уроків підтверджує, що до кожного типу уроку, відповідно до його мети та структурних компонентів, можна обґрунтовано дібрати відповідний комп'ютерний засіб. Водночас послідовність етапів уроку може змінюватися, а вибір методів і засобів навчання визначається метою та завданнями, які ставить

учитель на конкретному занятті.

На основі аналізу наукових праць педагогів (Ю. Вінниченко, Ю. Горошко, М. Жалдак) встановлено, що варіативність структури уроку зумовлена саме його дидактичною метою та завданнями [38]. Зазначене положення підтверджується також результатами аналізу професійних блогів учителів математики (В. Волошиної, Ю. Діденко, О. Жукової, Ю. Крамської) [122; 16; 14; 15], опрацюванням матеріалів мережі Інтернет, участю в міжнародних проєктах і науково-практичних конференціях, а також проведенням сертифікаційних курсів «Педагогічний програмний засіб “Конструктор інтерактивних плакатів”» на базі Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького для вчителів математики м. Мелітополя. Крім того, результати проведеного анкетування серед учителів математики дали змогу визначити спектр наявних комп’ютерних засобів навчання та виявити найбільш затребувані з них у практиці педагогічної діяльності. У попередніх дослідженнях [145; 203] нами обґрунтовано, що єдиної універсальної класифікації комп’ютерних засобів навчання не існує. У зв’язку з цим запропоновано здійснювати їх класифікацію за рівнями інтерактивності, оскільки кожному рівню відповідають певні дидактичні вимоги, що дає змогу вчителю здійснювати обґрунтований вибір засобів відповідно до типу уроку та його освітньої мети.

Наведемо короткий огляд досвіду педагогів щодо застосування комп’ютерних засобів навчання на уроках математики різних типів. Подані приклади розподілимо за рівнями інтерактивності відповідно до запропонованої класифікації.

1) Т. Крамаренко [62, с. 83] на уроці вивчення нового матеріалу пропонує застосовувати комп’ютерний засіб «Бібліотека електронних наочностей “Геометрія, 7-9 клас”» під час опрацювання теми «Подібність трикутників». У процесі традиційного пояснення навчального матеріалу із використанням зазначеного засобу рівень активності учнів і можливості керування програмою є обмеженими. Це дає підстави віднести його до I рівня інтерактивності.

2) Н. Титаренко та Е. Муртазієв [88, с.205] пропонують під час пояснення

нового матеріалу використовувати програму GeoGebra. Зокрема, при вивченні теми «Квадрат» учитель пропонує учням здійснювати як базову побудову геометричного об'єкта (чотирикутника з рівними сторонами і прямими кутами), так і альтернативну, що дає змогу дослідити властивості квадрата (наприклад, довести, що діагоналі є рівними та перпендикулярними). Такий підхід передбачає активну взаємодію учнів із програмою, що дозволяє віднести цей засіб до другого рівня інтерактивності.

3) Старший вчитель Л. Квас [55] на уроці закріплення вивченого матеріалу, зокрема на етапі формування вмінь і навичок, пропонує застосовувати різні програмні засоби. Зокрема, програму GRAN-2D доцільно використовувати як під час формування вмінь і навичок, так і під час перевірки знань. У 9 класі при вивченні теми «Перетворення графіків функцій» ефективним є застосування проблемного методу навчання: змінюючи параметри графіків, учитель пропонує учням передбачити результати змін і одразу демонструє їх на екрані, здійснюючи моделювання процесу. Зазначений підхід ґрунтується на ідеях математичного моделювання, зокрема на етапності побудови та дослідження моделей, що висвітлено у дослідженні Е. Муртазієва та Ю.Сюсюкана [87]. Такий підхід передбачає активну участь учнів і взаємодію з програмою, що дає підстави віднести цей засіб до третього рівня інтерактивності.

4) На уроці систематизації та узагальнення отриманих знань практики П. Бельчев, Т. Таблер [11, с.40], пропонують використовувати завдання, розроблені в програмному середовищі Smart Notebook. Наприклад, наприкінці уроку можна провести короткотривалу самостійну роботу з використанням таймера (4 хвилини), після завершення якої здійснюється перевірка результатів. У цьому випадку активність учнів є обмеженою, а взаємодія з програмою – мінімальною, що дає підстави віднести цей засіб до I рівня інтерактивності.

5) У контексті організації дослідницької діяльності М. Кадемія [53, с. 27] пропонує використовувати вебквести як засіб підвищення рівня фізико-математичної підготовки учнів. Структура вебквесту реалізується за допомогою сервісів Web 2.0 і представлена в мережі Інтернет. У такому форматі уроку

відбувається взаємодія «учень – комп'ютер» і «учень – учень», що забезпечує активне залучення до навчальної діяльності через розв'язання складних завдань. Відповідно, цей засіб належить до третього рівня інтерактивності.

б) На уроці перевірки й оцінювання знань учитель математики ЗОШ № 24 О. Гомора використовує всеукраїнську онлайн-платформу «На Урок», яка надає можливості для створення та проведення тестових завдань, зокрема під час перевірки домашньої роботи. У цьому випадку активність учнів є відносно невисокою, що дає підстави віднести цей засіб до першого рівня інтерактивності.

7) Дослідниці Семеніхіна О. та Білошапка Н. [126, с.300] пропонують застосовувати на уроках математики засоби комп'ютерної візуалізації, зокрема інтелект-карти. Інтелект-карти – це ієрархічні діаграми, які використовуються для унаочнення ідей, проєктів і завдань, пов'язаних із центральним поняттям, організованих радіально навколо нього. Серед програмних засобів для їх створення автори виокремлюють XMind, FreeMind, Coggle, MindMeister. Інтелект-карти можуть створюватися як індивідуально, так і в групах, що сприяє активному залученню учнів до навчального процесу. З огляду на можливість спільної діяльності, варіювання змісту та структури, а також творчого опрацювання матеріалу, зазначені засоби доцільно віднести до третього рівня інтерактивності.

Отже, узагальнюючи наведене, можна стверджувати, що досвід учителів і викладачів математики підтверджує: вибір комп'ютерного засобу навчання має здійснюватися з урахуванням дидактичної мети, завдань уроку, а також його типу і структурного етапу. Відповідно, доцільним є добір засобів певного рівня інтерактивності для забезпечення ефективності освітнього процесу. Узагальнений поділ комп'ютерних засобів навчання за рівнями інтерактивності відповідно до типів і структурних етапів уроку подано в табл. 2.6.

Проведене дослідження особливостей добору комп'ютерних засобів навчання залежно від типу та етапу уроку математики дає підстави сформулювати такі висновки.

Таблиця 2.6.

Рівні інтерактивності комп'ютерного засобу відповідно до типу та структурного етапу уроку

Рівень інтерактивності комп'ютерного засобу	Тип уроку	Структурний етап
I рівень інтерактивності	Урок подання нових знань	Актуалізація опорних знань; Пояснення нового матеріалу
	Урок закріплення вивченого матеріалу, зокрема урок формування навичок і умінь.	Актуалізація та корекція опорних знань, умінь і навичок; Вивчення (повторення) навчального матеріалу (вступні, мотиваційні та пізнавальні вправи).
	Урок повторення, систематизації й узагальнення вивченого.	Актуалізація та корекція опорних знань, умінь і навичок. Відтворення та коригування опорних знань.
	Урок перевірки й оцінювання знань.	Перевірка домашнього завдання. Актуалізація та корекція опорних знань, умінь і навичок
II рівень інтерактивності	Урок подання нових знань	Узагальнення і систематизація нових знань.
	Урок закріплення вивченого матеріалу, зокрема урок формування навичок і умінь.	Первинне застосування знань з метою формування нового уміння (пробні вправи); Застосування знань і умінь у стандартних умовах з метою формування навичок ( тренувальні, закріплюючі вправи)
	Урок повторення, систематизації й узагальнення вивченого.	Узагальнення та систематизація понять. Застосування знань для пояснення нових фактів і для виконання практичних завдань.
	Урок перевірки й оцінювання знань.	Перевірка знання фактичного матеріалу та основних понять. Перевірка глибини усвідомлення знань.
III рівень інтерактивності	Урок подання нових знань	При індивідуальній роботі над домашнім завданням
	Урок закріплення вивченого матеріалу, зокрема урок формування навичок і умінь.	Творче перенесення знань і навичок у нові ситуації з метою формування комплексних умінь (творчі вправи).
	Урок повторення, систематизації й узагальнення вивченого.	Засвоєння провідних ідей і теорій на основі широкої систематизації. При роботі із дослідницьким завданням
	Урок перевірки й оцінювання знань.	Використання умінь застосовувати знання у стандартних та нестандартних умовах.

У підрозділі обґрунтовано, що ефективність використання комп'ютерних засобів навчання безпосередньо залежить від узгодженості рівня їх інтерактивності з типом уроку (засвоєння нових знань, закріплення, повторення, перевірка та оцінювання). Встановлено, що для уроків засвоєння нових знань доцільним є використання засобів I та II рівнів інтерактивності (демонстрація та активна взаємодія), тоді як для уроків узагальнення й систематизації знань – засобів II та III рівнів (творче перенесення знань, моделювання).

Крім того, розроблено та систематизовано алгоритм використання комп'ютерних засобів навчання на різних структурних етапах уроку. Зокрема, встановлено, що:

I рівень інтерактивності доцільно застосовувати на етапах перевірки домашнього завдання та актуалізації опорних знань (реактивна відповідь на запит);

II рівень інтерактивності є найбільш ефективним для первинного застосування знань та формування вмінь у стандартних умовах (тренувальні вправи);

III рівень інтерактивності (найвищий) має застосовуватися під час творчого перенесення знань у нові ситуації, виконання дослідницьких завдань та при індивідуальній роботі над складними проєктами.

Доведено, що диференційований добір комп'ютерних засобів навчання за рівнями інтерактивності (від відтворення до моделювання) відповідає вимогам Державного стандарту щодо формування математичної компетентності. Такий підхід дає змогу не лише автоматизувати обчислювальні процеси, а й розвивати логічне та алгоритмічне мислення учнів 7-9 класів гімназії, сприяючи їхньому інтелектуальному розвитку та підготовці до розв'язання прикладних завдань у реальному житті.

## **2.5. Інтеграція комп'ютерних засобів різних рівнів інтерактивності у процес навчання математики учнів гімназії 7-9 класів (на прикладі авторських розробок)**

У попередніх підрозділах встановлено, що математичне мислення є однією з провідних складових змісту навчальних дисциплін математичного циклу. Воно виступає опорним елементом у системі знань про об'єкти та явища навколишньої дійсності, забезпечує їх пізнання та узагальнення, а також є своєрідним підсумком пізнавальної діяльності. Математичне мислення розглядається як:

- одна з форм мислення;
- результат узагальнення суттєвих ознак об'єкта вивчення;
- узагальнення предметів деякого класу за їх специфічними ознаками;
- форма відображення матеріального об'єкта;
- засіб уявного відтворення та побудови предмета;
- думка, в якій відображаються загальні, і істотні властивості предметів.

За результатами дослідження встановлено, що рівні засвоєння математичних понять доцільно класифікувати за такими критеріями:

- рівнем впізнання об'єкта і відтворення знань;
- рівнем застосування знань за зразком і в подібних ситуаціях;
- рівнем застосування знань у нових ситуаціях (творчий рівень).

Особливу увагу доцільно приділити етапу формування мотивації до освітньої діяльності, оскільки він є необхідною передумовою успішності навчання. Метою цього етапу є пробудження інтересу учнів до теми, активізація їхньої пізнавальної діяльності та підготовка до свідомого сприйняття нового навчального матеріалу. На нашу думку, мотивація виконує стимулюючу функцію в освітньому процесі, сприяє формуванню спрямованості на навчальну діяльність і, що найважливіше, забезпечує перехід учня від позиції об'єкта навчання до суб'єкта, надаючи змісту навчання особистісної значущості.

Водночас зауважимо, що зазначений структурний етап уроку не обов'язково виокремлювати як самостійну ланку, оскільки орієнтація на

навчальну діяльність має реалізовуватися протягом усього уроку. Мотиваційне забезпечення учнів не обмежується лише початковим усвідомленням практичної значущості навчального матеріалу. На думку багатьох дослідників, провідним мотивом навчальної діяльності є інтерес, а ключовою умовою його формування – емоційний фон уроку. Отже, орієнтація та мотивація навчальної діяльності мають забезпечуватися на всіх етапах уроку.

У цьому контексті пропонуємо використовувати на уроках математики у 7-9 класах гімназії авторські інтерактивні плакати, які належать до третього рівня інтерактивності. Інтерактивний плакат як дидактичний засіб сприяє підвищенню мотивації учнів упродовж усього уроку, оскільки:

1. Допомогатиме вчителю давати навчальний матеріал у такому форматі, який може зацікавити учнів.

2. Завдання в інтерактивному плакаті розроблені за допомогою різноманітних сучасних комп'ютерних засобів. Такий підхід викликатиме інтерес та стимулюватиме учнів до пізнання нового.

3. Дозволятиме вибудувати теоретичну логіку предмету, перетворивши учнів не просто на виконавців завдань, а зробивши їх своїми повноправними партнерами, які можуть обирати індивідуальну траєкторію навчання.

4. Дасть учням свободу вибору. На плакаті є можливість розміщення кількох альтернативних варіантів завдань, діти можуть самі обирати цікаві для них види робіт.

5. Унаочнення та розв'язування задач, які можуть мати зв'язок з реаліями життя та є практико-орієнтованими.

6. Миттєво оцінюватиме знання без упередженого ставлення до учня, максимально конкретно. Створення ситуації успіху.

В основу інтерактивних плакатів покладено структуру уроку, наведену вище. Кожен інтерактивний плакат має заголовок, який відповідає темі уроку, та умовно поділяється на три змістові частини. Перша частина охоплює такі елементи: девіз уроку, перевірку домашнього завдання (або перевірку знань і вмінь), а також актуалізацію опорних знань. Друга частина містить основний

навчальний матеріал, який визначається відповідно до типу конкретного уроку та його дидактичної мети. Третя частина включає матеріали для проведення фізкультхвилинки, домашнє завдання, етап рефлексії, а також додаткову пізнавальну інформацію з теми уроку. Кожен із зазначених елементів може бути реалізований із використанням сучасних комп'ютерних програм різного рівня інтерактивності, що забезпечує варіативність організації навчальної діяльності учнів. Розглянемо детальніше приклад інтерактивного плаката з алгебри для 7 класу (рис. 2.9.) на тему: «Лінійні рівняння. Розв'язування задач за допомогою лінійних рівнянь». Тип уроку – розвиток і корекція основних компетентностей.



Рис. 2.9. Інтерактивний плакат з алгебри 7 класу

Одним із ефективних прийомів підвищення мотивації до навчання є використання епіграмів і афоризмів. Тому кожен урок доцільно розпочинати з мотиваційного привітання та визначення девізу заняття. Наведемо приклад: «Погляньте у вікно. Надворі – весна! Вона може бути різною: сонячною, теплою, а може – дощовою й прохолодною. Одним словом, це мінлива пора року. Але сьогодні чудова погода: світить сонце, тепло. Хочу, щоб і ваші знання, здобуті сьогодні на уроці, були не мінливими, а яскравими й міцними. Ми розпочинаємо урок із гарним настроєм і прагнутимемо отримати від нього задоволення та високі результати». У запропонованому інтерактивному плакаті при натисканні на верхню ліву іконку відкривається девіз уроку (рис. 2.10), що забезпечує додатковий емоційний і мотиваційний вплив на учнів.

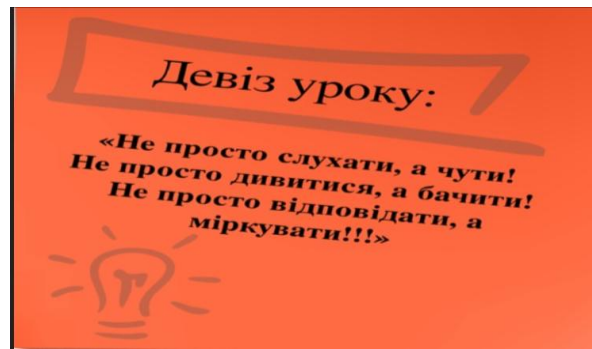


Рис.2.10. Девіз уроку (I рівень інтерактивності)

Перевірку виконання домашнього завдання здійснюють чергові учні, які інформують учителя про результати. На етапі перевірки знань і вмінь учні виконують самостійну роботу, завдання якої є аналогічними до домашнього завдання. Запропоновану самостійну роботу доцільно реалізувати за допомогою завдань, що належать до першого рівня інтерактивності та розроблені у програмі Smart Notebook (рис. 2.11, рис. 2.12). Такий підхід дає змогу оптимізувати час уроку, оскільки вчитель не витрачає його на запис умов завдань, а також забезпечує оперативну перевірку результатів. Перевірка виконаних завдань організовується шляхом взаємоперевірки: кожен учень перевіряє роботу свого однокласника, виставляє оцінку та звіряє відповіді з правильними, які відображаються на інтерактивній дошці після натискання на відповідну область. Знання та вміння, актуалізовані під час виконання самостійної роботи, слугуватимуть підґрунтям для подальшої навчальної діяльності на уроці.

Варіант 1	Варіант 2
<b>1. Розв'язати рівняння:</b>	
а) $2(x+0,3)=4$ ;	а) $5(x+0,6)=4$
б) $-5(x-0,8)=4$ ;	б) $-2(x-0,8)=-1,6-2x$ ;
в) $\frac{2x}{5}-\frac{x}{2}=2$	в) $\frac{5x}{6}-\frac{4x}{5}=1$
<b>2. Скласти рівняння для задачі:</b>	
У двох сховищах була однакова кількість вугілля. Коли з першого сховища вивезли 640т вугілля, а з другого 200 т, то у першому залишилося у 2 рази менше вугілля, ніж у другому. Скільки тонн вугілля було у кожному сховищі спочатку?	На першій ділянці було в 4 рази більше кущів малини, ніж на другій. Коли з першої ділянки пересадили на другу 12 кущів, то на другій стало у 2 рази менше кущів малини, ніж на першій. Скільки кущів малини було на другій ділянці?

Рис. 2.11. Самостійна робота в Smart Notebook з прихованими відповідями

Варіант 1		Варіант 2	
<b>1. Розв'язати рівняння:</b>			
а) $2(x + 0,3) = 4$ ;	$x = 1,7$	а) $5(x + 0,6) = 4$	$x = 0,2$
б) $-5(x - 0,8) = 4$ ;	$x = 0$	б) $-2(x - 0,8) = -1,6 - 2x$ ;	коренів немає
в) $\frac{2x}{5} - \frac{x}{2} = 2$	$x = -20$	в) $\frac{5x}{6} - \frac{4x}{5} = 1$	$x = 30$
<b>2. Скласти рівняння для задачі:</b>			
У двох сховищах була однакова кількість вугілля. Коли з першого сховища вивезли 640 т вугілля, а з другого 200 т, то у першому залишилося у 2 рази менше вугілля, ніж у другому. Скільки тонн вугілля було у кожному сховищі спочатку?		На першій ділянці було в 4 рази більше кущів малини, ніж на другій. Коли з першої ділянки пересадили на другу 12 кущів, то на другій стало у 2 рази менше кущів малини, ніж на першій. Скільки кущів малини було на другій ділянці?	
$x - 200 = 2(x - 640)$		$4x - 12 = 2(x + 12)$	

Рис. 2.12. Самостійна робота в Smart Notebook з відкритими відповідями

**Етап постановки навчальної проблеми.** У поточному навчальному році учні продовжили вивчення рівнянь, розширили свої знання щодо їх розв'язування, а також застосування рівнянь для розв'язання задач. Метою даного уроку та наступних занять є узагальнення й систематизація знань про лінійні рівняння з однією змінною та задачі, що розв'язуються за їх допомогою. На початковому етапі доцільно з'ясувати рівень наявних знань учнів щодо зазначеної теми та здійснити їх узагальнення. Для цього використовується прийом «логічного ланцюжка». Запитання подано у програмі Smart Notebook (рис. 2.13, 2.14). Організація діяльності відбувається таким чином: один із учнів розпочинає відповідь на поставлене запитання, після чого вчитель у довільний момент перериває його й передає слово іншому учню, далі – наступному тощо. Така форма роботи сприяє активізації пізнавальної діяльності, розвитку логічного мислення та залученню більшості учнів до обговорення.

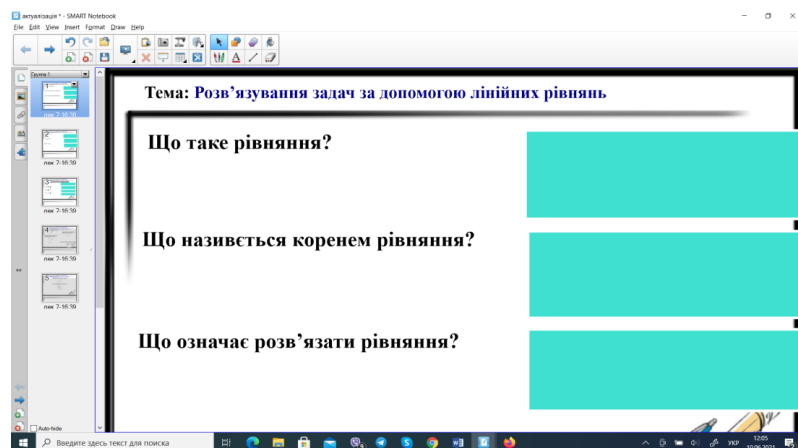


Рис 2.13. Опитування «логічний ланцюжок» в Smart Notebook

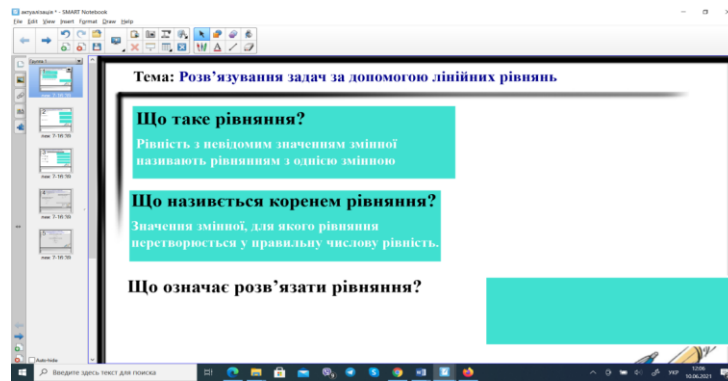


Рис. 2.14. Опитування «логічний ланцюжок» з правильними відповідями

Запитання відображаються на інтерактивній дошці, а перевірка правильності відповідей здійснюється шляхом перетягування прямокутників, після чого відкривається правильний варіант відповіді. Такий прийом має назву «магічний», оскільки правильна відповідь з'являється у неочікуваному місці в результаті «магічного» переміщення прямокутника.

На цьому етапі уроку учні актуалізують знання про способи розв'язування рівнянь, що зводяться до лінійних, зокрема за допомогою тотожних перетворень і розкладання на множники. Для кожного способу пропонується короткий ілюстративний приклад. Організація завдань здійснюється за допомогою інструмента «Шторка» (рис. 2.15), який забезпечує поетапне відкриття навчального матеріалу. Після розв'язання прикладу учням поступово відкривається наступний спосіб і відповідне розв'язання. Такий підхід сприяє логічній послідовності подання матеріалу, підтримує увагу учнів і забезпечує активне залучення до навчальної діяльності.

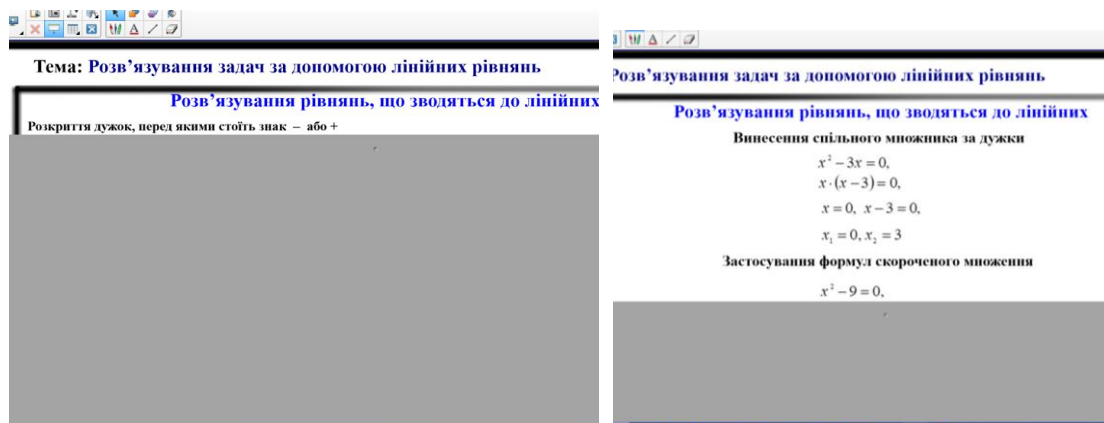


Рис. 2.15. Завдання з використанням «шторки», поетапне відтворення інформації

На етапі узагальнення та систематизації навчального матеріалу учням пропонується виконати завдання, спрямоване на визначення вмісту «сейфа». Завдання розроблено у програмі Smart Notebook (рис. 2.16-2.20) і належить до II рівня інтерактивності. Таке завдання викликає в учнів зацікавленість, оскільки всім цікаво швидше дізнатися, що саме приховує у собі сейф.

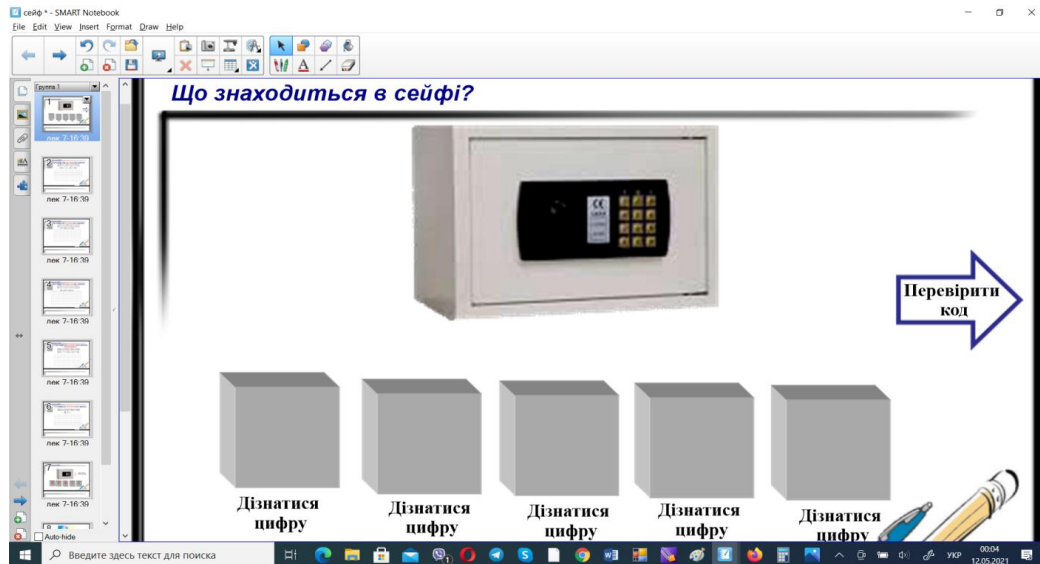


Рис. 2.16. Гра «Що знаходиться в сейфі?»

Після натискання на напис «Дізнатися цифру» учням відкривається перше завдання. Клас виконує його самостійно, учень працює біля дошки.

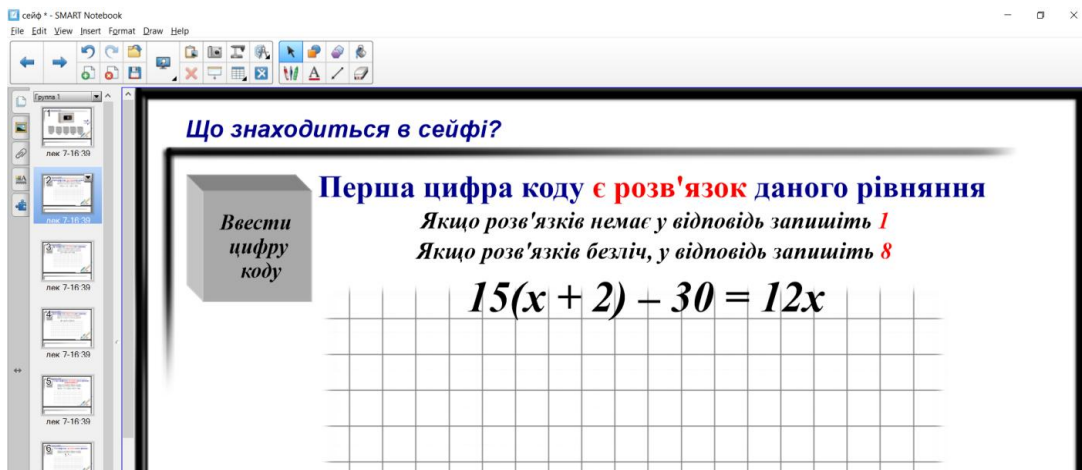


Рис. 2.17. Гра «Що знаходиться в сейфі?»

Після натискання на кнопку «Ввести цифру коду» відбувається повернення до попереднього завдання, де вводиться перша цифра коду, а також фіксуються прізвища учнів, які найшвидше виконали завдання. Потім переходимо до другої цифри коду, таким чином виконуємо 5 завдань.

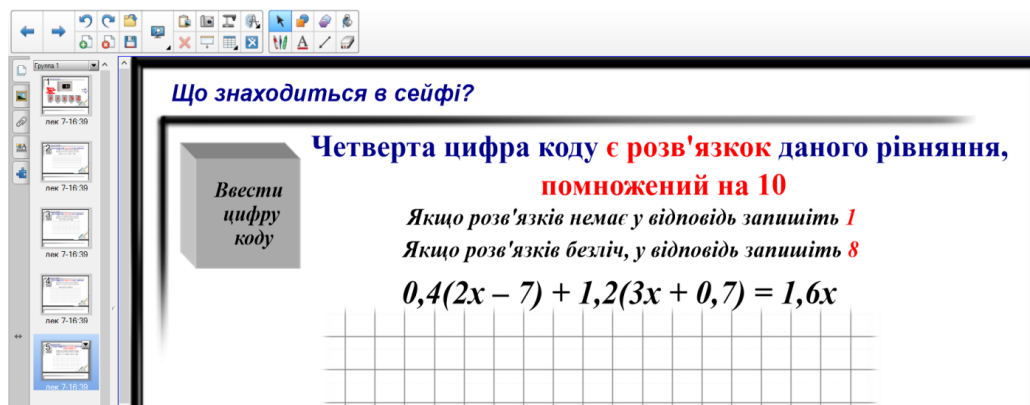


Рис. 2.18. Гра «Що знаходиться в сейфі?»

Після виконання завдань отримується шифр, а також фіксуються прізвища учнів, які правильно та найшвидше виконали завдання. Після натискання на кнопку «Перевірити код» здійснюється порівняння отриманих результатів із правильним варіантом.

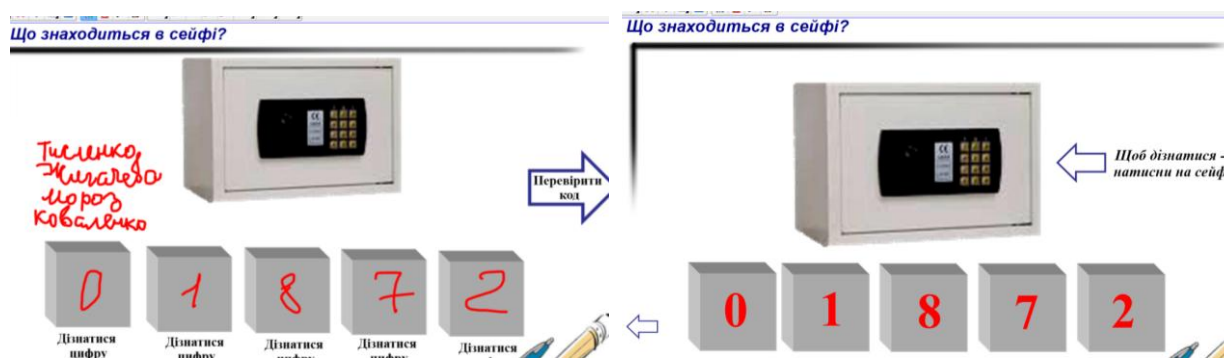


Рис. 2.19. Гра «Що знаходиться в сейфі?»

У разі невідповідності шифру після натискання на стрілку «Назад» здійснюється повернення до попередньої сторінки з метою виявлення та виправлення помилки.



Рис. 2.20. Гра «Що знаходиться в сейфі?»

У разі правильного введення шифру після натискання на зображення сейфа на екрані з'являється повідомлення «Подяка батькам», яке надсилається електронною поштою або через соціальні месенджери батькам тих учнів, які активно брали участь у виконанні завдань і правильно визначили шифр.

Наступне завдання передбачає встановлення відповідності. До роботи біля інтерактивної дошки залучається учень, який не був достатньо активним під час попереднього етапу. Завдання розроблено за допомогою сервісу LearningApps і належить до другого рівня інтерактивності (рис. 2.21). У разі правильного виконання відповідності відповідні елементи зникають з екрана; у випадку помилки учень має можливість її виправити. Після успішного виконання завдання учень отримує повідомлення з подякою, що додатково стимулює його навчальну активність.

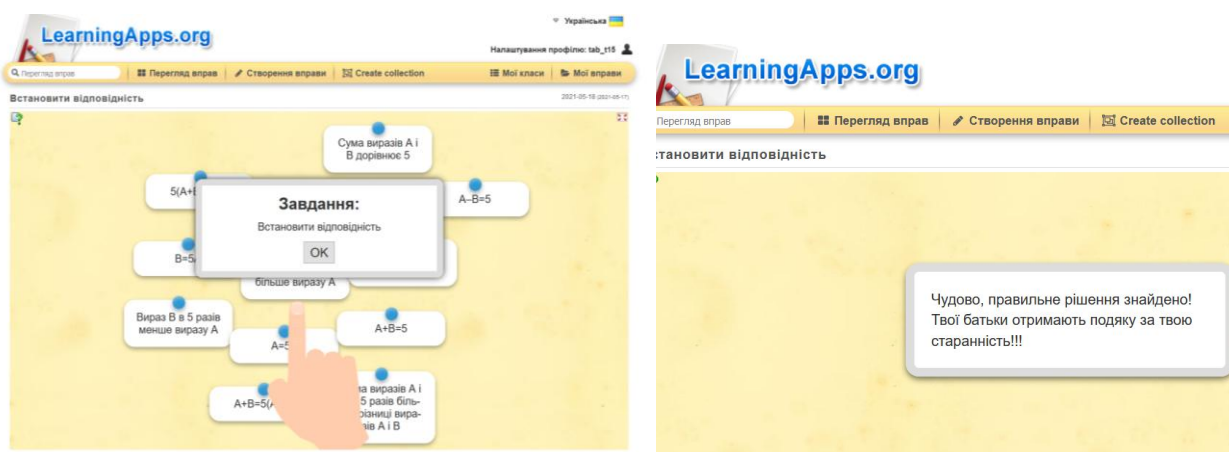


Рис. 2.21. Завдання в сервісі LearningApps

Після виконання завдань доцільно провести фізкультхвилинку. В інтерактивному плакаті передбачено відповідну іконку (у верхньому правому куті), яка активує комплекс вправ для короткочасного відпочинку. Для кожного уроку дібрано різні види розминок. З огляду на те, що під час роботи учні тривалий час зосереджують увагу на інтерактивній дошці, доцільним є виконання вправ для очей, що сприяє зниженню зорового навантаження та підтриманню працездатності учнів.

Очі щільно ми закрили – це один, два, три, чотири.  
Потім ширше розкриваєм, вдалині щось роглядаєм.  
І поки ми розглядали – до шести порахували.  
Щоб очі наші відпочили, робим це разів чотири.

Фізкультхвилинка відкривається за допомогою відеоматеріалу на платформі YouTube (рис. 2.22), після чого учні виконують вправи відповідно до змісту вірша, що супроводжує відео. Зазначений засіб належить до I рівня інтерактивності.

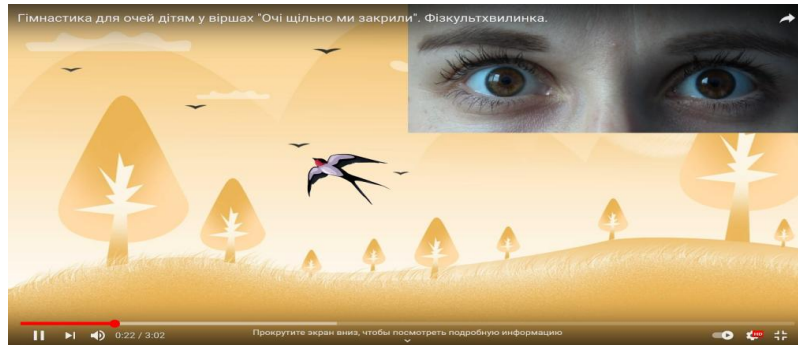


Рис. 2.22. Гімнастика для очей

Наступним етапом є виконання завдання «Випробуй удачу» (рис. 2.23). Завдання розроблено у програмі Smart Notebook і за рівнем інтерактивності належить до II рівня. Учні по черзі виходять до інтерактивної дошки та перетягують стрілку до центру екрана. За окремими іконками приховано фрагменти задач (рис. 2.24). Завдання учня полягає у визначенні невідомих величин, позначенні однієї з них змінною та вираженні інших невідомих через обрану змінну.

З метою підвищення мотивації учнів із різним рівнем навчальних досягнень передбачено додатковий стимул: дві стрілки містять не завдання, а зображення листка конюшини (рис. 2.25), що символізує «вдачу». У разі випадкового вибору такого елемента учень отримує додатковий бал до результатів своєї роботи на уроці.

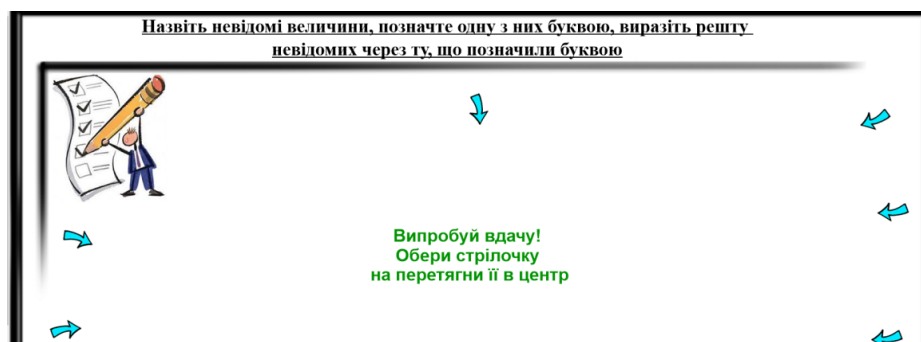


Рис. 2.23. Завдання «Випробуй удачу»

Назвіть невідомі величини, позначте одну з них буквою, виразіть решту невідомих через ту, що позначили буквою

На весь шлях легковий автомобіль витратив на 5 годин менше вантажівки	Час, який витратив легковий автомобіль	$(x-5)$ год.
	Час, який витратила вантажівка	$x$ год.

Рис. 2.24. Завдання «Випробуй удачу». Стрілочка із задачею

Назвіть невідомі величини, позначте одну з них буквою, виразіть решту невідомих через ту, що позначили буквою

На весь  
вит

Рис. 2.25. Завдання «Випробуй удачу». Стрілочка із «вдачею»

Наступним є завдання «Лопни кульку» (рис. 2.26), розроблене у програмі Smart Notebook і віднесене до II рівня інтерактивності. Завдання має ігровий характер і спрямоване на розвиток швидкості мислення та практичних умінь. Біля інтерактивної дошки працюють двоє учнів. За умовою завдання їм необхідно скласти рівняння шляхом переміщення його елементів, розташованих у довільному порядку. Учень, який першим правильно складає рівняння, натискає на зображення кульки, у результаті чого вона «лопається», що сигналізує про завершення завдання та визначає переможця. Після цього до роботи залучається наступна пара учнів, які виконують аналогічне завдання..

Тема: Розв'язування задач за допомогою лінійних рівнянь

**Складіть рівняння до задачі за умовою**

При якому значенні  $x$  вираз  $7(x+3)-4$  більший виразу  $4(x-5)-5$  на 10

Склади рівняння першим, натисни на кульку

При якому значенні  $x$  вираз  $7(x+3)-4$  менший виразу  $4(x-5)-5$  на 2

Складіть рівняння до задачі за умовою

При якому значенні  $x$  вирази  $7(x+3)-4$  та  $4(x-5)-5$  мають рівні значення

7(x+3)-4 =

7(x+3)-4 = 4(x-5)-5

Рис 2.26. Завдання «Лопни кульку»

На інтерактивному плакаті також передбачено іконку з рубрикою «Цікавинка» (рис. 2.27), яка належить до першого рівня інтерактивності. У межах цієї рубрики подаються цікаві математичні факти, загадки, пізнавальні відомості, а також ілюстрації на тему «Математика в природі». Зазначена рубрика може використовуватися як елемент зміни виду діяльності під час уроку, зокрема між його окремими етапами, з метою зниження втомлюваності учнів і підвищення їхнього інтересу до вивчення математики. Наприклад, під час уроку доцільно звернутися до історичного аспекту розвитку математичних знань: учні дізнаються, що ще понад чотири тисячі років тому математики Стародавнього Єгипту використовували поняття невідомого числа, яке вони називали «хау» (у перекладі – «купа») і позначали спеціальним символом. У відомих папірусах наведено, зокрема, таку задачу: «Купа і її сьома частина становлять 19. Знайдіть купу». Сучасні учні 7 класу можуть легко розв'язати подібну задачу за допомогою лінійного рівняння, що підкреслює наступність математичних знань і їхню практичну значущість. Підсумовуючи роботу на уроці, доцільно відзначити активність учнів і результати їхньої діяльності.



Рис. 2.27. Завдання з рубрики «Цікавинка»

Коментар до домашнього завдання. Одним із компонентів домашньої роботи є виконання нескладних тестових завдань, розроблених на онлайн-платформі «На Урок» (рис. 2.28). Перевагою цього сервісу є можливість оперативного отримання результатів: після виконання завдань учень одразу

бачить свій результат на екрані, а вчитель має змогу переглянути його у власному кабінеті. Це забезпечує швидкий зворотний зв'язок і сприяє підвищенню ефективності контролю навчальних досягнень учнів.

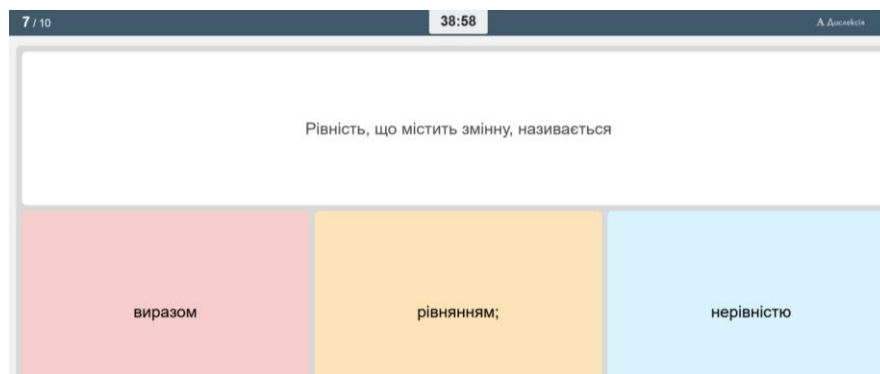


Рис. 2.28. Домашнє завдання на онлайн-платформі «На урок»

За бажанням учня вчитель може запропонувати виконати ті самі завдання не лише у тестовій формі, а й у форматі інтерактивної діяльності, зокрема за допомогою «Гри на швидкість» (рис. 2.29) (режим змагання з однокласниками) або «Флеш-карток» (рис. 2.30).

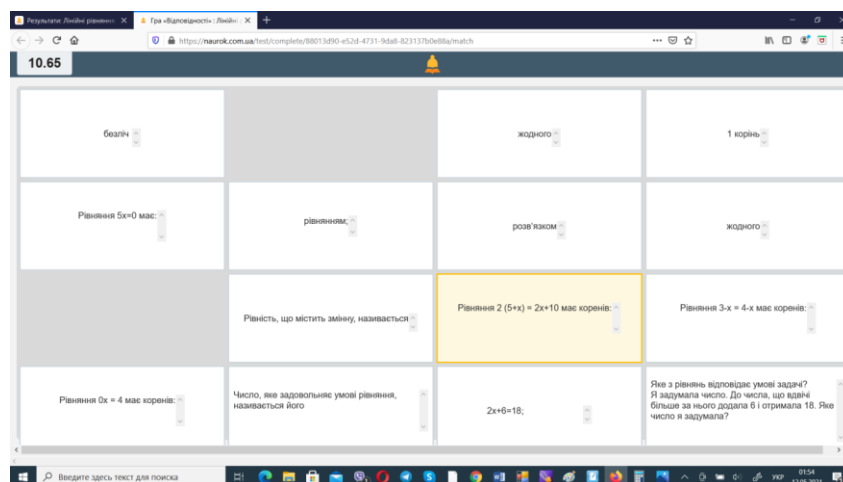


Рис. 2.29. «Гра на швидкість» на онлайн-платформі «На урок»

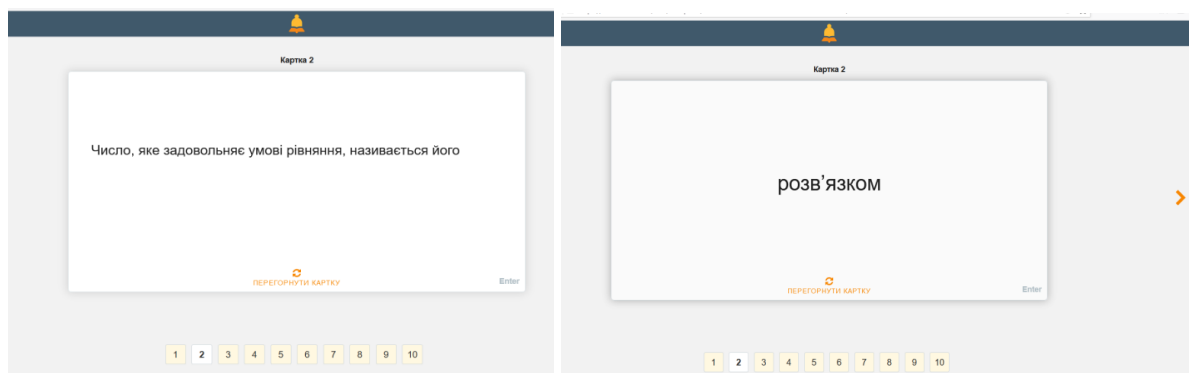


Рис. 2.30. «Флеш-картки» на онлайн-платформі «На урок»

Учень має можливість переглянути власні результати, а також результати інших учасників, визначити своє місце за підсумками виконання домашнього завдання. У разі допущення помилок або потреби повторити матеріал теми та з'ясувати причини помилок учитель пропонує скористатися завданням «Флеш-картки» (режим «Перевір себе»).

У налаштуваннях тесту вчитель може обрати режим відображення правильних відповідей – показувати або приховувати їх. Завдання, створені на платформі «На Урок», доцільно віднести до II рівня інтерактивності, оскільки вони передбачають свободу вибору форм діяльності: учні самостійно обирають ті види завдань, які є для них найбільш цікавими та зручними.

Наприкінці уроку проводиться етап рефлексії, який може бути організований за допомогою таких прийомів:

1. Мій емоційний стан (три прикметники). Передайте свій емоційний стан після уроку за допомогою трьох прикметників.

2. Слова подяки. Чи мали вплив інші люди на досягнення тобою успіху на уроці? Кому ти хочеш подякувати?

3. Корисні та шкідливі риси. Які риси характеру допомагали навчатися, а які заважали?

4. Використовуючи зображення смайлів на картках, покажіть свій настрій наприкінці уроку?

Наприкінці уроку учням пропонується виконати вправу «Знайди себе на уроці» (рис. 2.31). На інтерактивній дошці зображено замкнену область (у даному випадку – веселку), над якою розміщені смайли з різними емоційними виразами обличчя. Покидаючи клас, кожен учень обирає смайл, що відповідає його емоційному стану після уроку, та перетягує його під зображення веселки. Запропоновані чотири види смайлів можуть бути співвіднесені з рівнями навчальних досягнень учнів: високим, достатнім, середнім і низьким. Завдяки використанню функції «Infinite Cloner» у програмі Smart Notebook, активованої для кожного смайла, забезпечується необмежена кількість їх копій. Це є зручним рішенням, оскільки дозволяє врахувати різну кількість учнів у класі та

забезпечити можливість участі кожного в рефлексії.

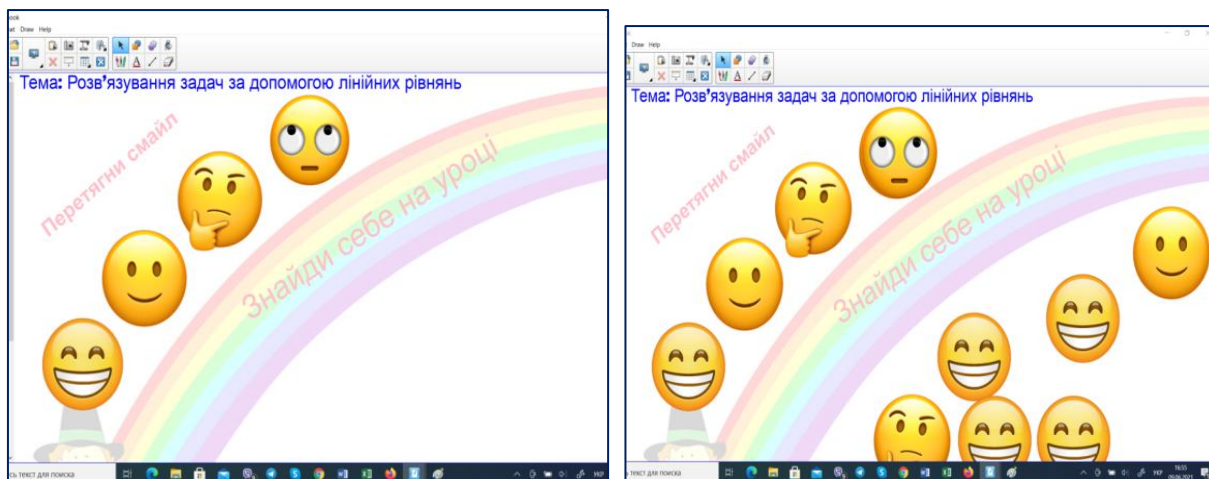


Рис.2.31. Рефлексія «знайти себе на уроці»

Отже, проведення уроків математики у 7-9 класах гімназії із використанням комп'ютерних засобів різних рівнів інтерактивності спрямоване на підвищення рівня навчальних досягнень учнів, розвиток їхньої самостійності та пізнавальної активності. Це, своєю чергою, сприяє формуванню ключових компетентностей, визначених концепцією Нової української школи, зокрема в галузі природничих наук і технологій, математичної, інформаційно-цифрової, соціальної та громадянської компетентностей, а також уміння навчатися впродовж життя. У сукупності це забезпечує умови для особистісної самореалізації кожного учня. З метою практичної реалізації запропонованої методики нами розроблено конспекти уроків та інтерактивні плакати з алгебри і геометрії для учнів 7–9 класів, які систематизовано й представлено у посібнику-практикумі [154]. Для наочності основні положення методики узагальнено та подано у вигляді структурно-логічної схеми (Рис.2.32)

У процесі апробації встановлено, що значна кількість наявних дидактичних засобів ускладнює їх системний добір і використання, оскільки відсутній упорядкований перелік програмних засобів для супроводу навчання математики. У зв'язку з цим перспективу подальших досліджень убачаємо у створенні альтернативного інструменту, який передбачатиме систематизацію комп'ютерних засобів за такою логікою: визначення типу уроку, його мети та завдань, структурного етапу, рівня інтерактивності засобу та безпосередній добір

відповідного інструмента. Крім того, перспективним напрямом є розроблення інтерактивного каталогу комп'ютерних засобів для використання на уроках математики в гімназії відповідно до тем чинних програм з алгебри та геометрії.

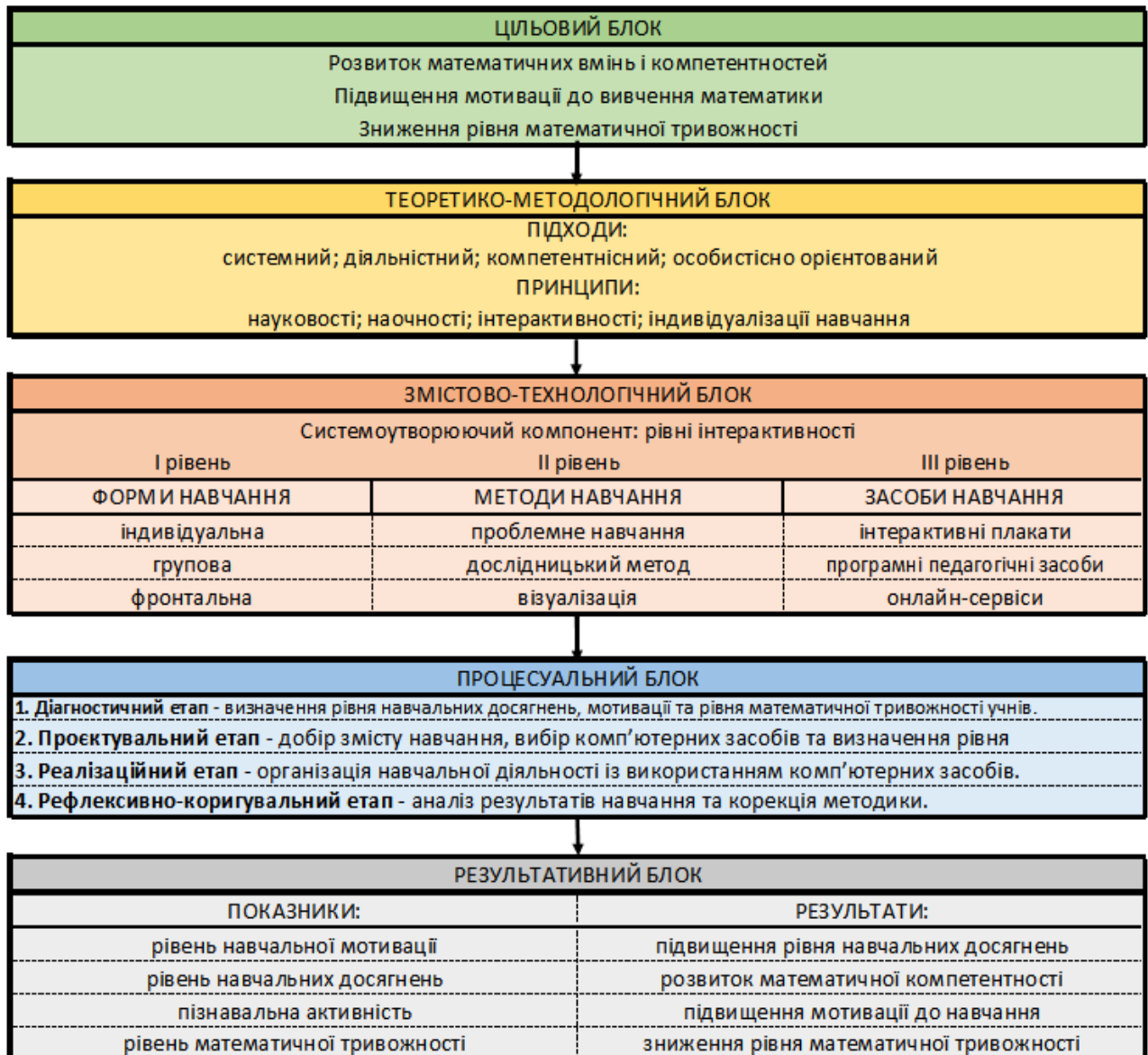


Рис. 2.32. Структурно-логічна схема методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії

Практична реалізація та інтеграція комп'ютерних засобів різних рівнів інтерактивності в процес навчання математики учнів 7-9 класів дає підстави сформулювати такі висновки. Встановлено, що використання комп'ютерних засобів навчання на різних етапах формування математичних знань (від мотивації до творчого застосування) забезпечує врахування багатогранності математичного мислення як форми відображення матеріальних об'єктів.

Авторські розробки засвідчили, що поетапне впровадження інтерактивних елементів сприяє глибшому засвоєнню суттєвих ознак математичних понять, а також забезпечує поступовий перехід учнів від рівня впізнавання до рівня творчого застосування знань у нових ситуаціях..

Доведено високу дидактичну цінність спеціалізованого програмного забезпечення (зокрема інструментарію програми Smart Notebook) для створення адаптивних дидактичних матеріалів. Такі засоби дають змогу персоналізувати навчання, забезпечуючи кожного учня необхідною кількістю інтерактивних об'єктів для маніпулювання, що робить процес розв'язування задач більш динамічним та емоційно насиченим.

Розроблена методика підтверджує її безпосередню спрямованість на підвищення рівня навчальних досягнень і розвиток самостійності учнів 7–9 класів гімназії. Інтеграція комп'ютерних засобів навчання різних рівнів інтерактивності в освітній процес забезпечує комплексне формування ключових компетентностей, визначених концепцією Нової української школи (математичної, інформаційно-цифрової, соціальної), та сприяє особистісній самореалізації кожного учня через створення ситуації успіху в цифровому освітньому середовищі.

Досвід практичного впровадження засвідчив гостру потребу в систематизації наявного масиву дидактичних засобів. Обґрунтовано, що подальший розвиток методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії має бути спрямований на створення посібника-практикуму, у якому вибір конкретного засобу чітко визначатиметься типом уроку, його дидактичною метою та необхідним рівнем інтерактивності взаємодії.

## **Висновки до розділу 2**

У другому розділі розроблено та науково обґрунтовано методику використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії, яка базується на диференціації рівнів інтерактивності та етапів уроку. Проведене дослідження дало змогу сформулювати такі висновки.

Побудова методичної системи використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів 7-9 класів має ґрунтуватися на інтеграції загальнодидактичних принципів із принципами цифровізації. Провідну роль у цій системі відіграють принципи інтерактивної візуалізації та розвивальної наступності, які забезпечують поступовий перехід від наочно-образного до абстрактно-логічного мислення учнів. Визначено, що сучасний учитель математики має володіти не лише окремими цифровими інструментами, а й універсальною методикою організації навчальної діяльності в цифровому освітньому середовищі.

Дослідження сучасних вебсервісів (GeoGebra, LearningApps, Canva, «На Урок» тощо) підтвердило їхній високий дидактичний потенціал для візуалізації математичних об'єктів і організації колективної діяльності учнів. Водночас проведений аналіз діяльності вчителів-практиків виявив певну суперечність: попри високу популярність сервісів для створення презентацій та простих інтерактивних вправ, складні інструменти математичного моделювання використовуються епізодично (від 3% до 15% респондентів). Це засвідчило необхідність розроблення посібника-практикуму з використання комп'ютерних засобів навчання для учнів гімназії.

На основі аналізу українського та зарубіжного досвіду обґрунтовано доцільність використання трирівневої моделі інтерактивності:

*I рівень (реактивний)* – для актуалізації знань та перевірки домашнього завдання;

*II рівень (активний)* – для формування вмінь та навичок у стандартних ситуаціях;

*III рівень (взаємний)* – для творчого моделювання, дослідницької діяльності та розв'язання прикладних задач. Доведено, що запропонований поділ забезпечує вчителю можливість здійснювати усвідомлений і методично обґрунтований вибір цифрового інструментарію відповідно до дидактичної мети уроку.

У результаті розроблення та наукового обґрунтування методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів 7–9 класів гімназії визначено, що її відмінною ознакою є системне поєднання інтерактивного цифрового контенту, диференціації комп'ютерних засобів за рівнями інтерактивності та їх цілеспрямованого добору відповідно до типу й етапу уроку математики. Зазначена методика реалізується через авторський алгоритм організації комп'ютерного уроку та створений дидактичний засіб «Конструктор інтерактивних плакатів», що забезпечує цілісність, керованість і ефективність освітнього процесу.

Основні наукові положення розділу 2 відображено в опублікованих працях [142], [144], [145], [146], [151], [152], [154], [155], [160], [203].

### **РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОБОТА ЗІ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ**

#### **3.1. Організаційно-методичні основи експериментальної роботи зі впровадження методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії**

Педагогічний експеримент є методом дослідження, що передбачає активний вплив на педагогічні явища шляхом створення спеціально організованих умов, зумовлених метою дослідження. По суті, він являє собою цілеспрямовано сконструйований і реалізований педагогічний процес, який включає принципово нові або модернізовані елементи та організований таким чином, щоб забезпечити можливість глибокого спостереження, вивчення й установлення зв'язків між його складниками, а також максимально точного врахування результатів внесених змін [94]. Сутність експериментального методу полягає в його спрямованості на виявлення причинно-наслідкових зв'язків між досліджуваними явищами, що дає змогу ефективно застосовувати закономірності педагогіки в практичній діяльності. Для нього характерні також риси теоретичного пізнання, зокрема виокремлення суттєвих властивостей об'єкта дослідження та абстрагування від другорядних чинників. У процесі наукового пізнання експеримент і теорія перебувають у тісній взаємодії: експеримент підтверджує або спростовує гіпотези, забезпечує емпіричний матеріал для подальшого розвитку теорії [164, с.184].

Важливою складовою педагогічного експерименту є педагогічна діагностика, яка забезпечує отримання об'єктивної інформації про результати навчання та розвиток учнів. Як зазначає Е. Муртазієв, педагогічна діагностика передбачає комплексне використання методів збору, аналізу та оцінки даних з метою визначення рівня сформованості досліджуваних показників, а її ефективність значною мірою залежить від застосування методів математичної

статистики [89, с.203]. Використання статистичних методів дає змогу перевірити надійність і валідність діагностичного інструментарію, встановити статистично значущі відмінності між показниками експериментальної та контрольної груп, а також виявити взаємозв'язки та закономірності досліджуваних явищ. Застосування математичної статистики здійснюється на різних етапах дослідження — від збору та первинної обробки даних до їх аналізу, інтерпретації та узагальнення результатів. У межах нашого дослідження для обробки результатів педагогічного експерименту використано критерій Пірсона ( $\chi^2$ ), U-критерій Мана-Уїтні, W – критерій Вілкоксона, що забезпечило об'єктивність, достовірність і наукову обґрунтованість отриманих висновків.

**Завдання педагогічного експерименту.** Зміст педагогічного експерименту передбачав розв'язання низки завдань, серед яких основними є:

1. Виявлення проблем і труднощів навчання математики учнів 7-9 класів гімназій, знаходження засобів їх вирішення, формулювання гіпотези дослідження.
2. Аналіз описаних у методичній літературі засобів та технологій навчання математики з застосуванням комп'ютерних засобів та особливостей їх використання в освітньому процесі в 7-9 класах гімназій, а також перевірка їх ефективності на практиці.
3. Розробка методики використання в освітньому процесі комп'ютерних засобів навчання математики.
4. Розробка структурно-логічних схем занять з алгебри та геометрії для подання навчальної інформації в на уроках в класах суспільно-гуманітарного напрямку.
5. Перевірка педагогічної ефективності методичних підходів, прийомів і способів застосування авторських розробок навчання математики та достовірності прийнятої гіпотези дослідження.

**Експериментальна база дослідження.** Науково-дослідна робота проводилась в закладах загальної середньої освіти Херсонської області, а саме: в Генічеському ліцеї Генічеської міської ради; Новоолексіївському закладі

загальної середньої освіти №1 Генічеської міської ради; Риківському закладі загальної середньої освіти Генічеської міської ради та Запорізької обл, а саме в Комунальному закладі «Навчально-виховний комплекс «Якимівська гімназія» Якимівської селищної ради Якимівського району Запорізької області», Ліцеї №10 Мелітопольської міської ради Запорізької області. У педагогічному експерименті взяли 404 учні 7-9 класів, з яких 180 – експериментальних класів, 204 – контрольних.

З метою перевірки ефективності розробленої методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії та основних положень дослідження упродовж 2018-2026 років було проведено педагогічний експеримент.

Експериментальна перевірка здійснювалася у чотири етапи: констатувальний, пошуковий, формувальний і контрольний. Цим етапам передувало тривале вивчення проблеми дослідження, педагогічна діяльність у закладах освіти, а також визначення критеріїв і показників, що дали змогу встановити позитивну динаміку розвитку пізнавальної активності учнів у процесі вивчення математики.

Активність у процесі навчання безпосередньо пов'язана з пізнанням навколишнього світу. У зв'язку з цим у педагогічних дослідженнях особливу увагу приділено пізнавальній активності, яка формується в умовах продуктивної діяльності учнів. Пізнавальна активність є складним інтегральним утворенням особистості, що включає мотиваційний, операційний і результативний компоненти.

Для аналізу запропонованої методичної системи та встановлення позитивної динаміки у розв'язанні проблеми дослідження доцільно було визначити компоненти та рівні пізнавальної активності відповідно до обраних критеріїв і показників, що дало змогу здійснити кількісну та якісну оцінку розвитку цієї якості учнів у процесі навчання.

Пізнавальна активність учнів виявляється через постановку запитань, прагнення до мисленнєвої діяльності, пізнавальну самостійність у процесах

сприйняття, відтворення, розуміння та творчого застосування знань. Критеріями сформованості пізнавальної активності виступають: ініціативність, дієвість, енергійність, інтенсивність, добросовісність, інтерес, самостійність, усвідомленість дій, вольові якості, наполегливість у досягненні мети та творчість. Сукупність цих характеристик дає змогу простежити динаміку зростання пізнавальної активності учнів у процесі навчання.

Рівні розвитку пізнавальної активності було визначено за трьома рівнями: низьким, середнім і високим. Низький рівень характеризується слабо сформованою або відсутньою пізнавальною потребою, епізодичною пізнавальною спрямованістю; пізнавальна активність має вибіркового характеру; самостійність у пізнавальній діяльності відсутня; контролювальна складова виражена недостатньо; спостерігається байдуже ставлення до навчального предмета. Середній рівень характеризується наявністю пізнавальної потреби та інтересу, що має нестійкий, епізодичний характер; спостерігається позитивне ставлення до пізнавальної діяльності, однак її реалізація потребує зовнішньої мотивації; учні здатні до самостійної постановки та досягнення окремих пізнавальних цілей; використовують необхідний мінімум умінь і навичок; виявляють зацікавленість і позитивне ставлення до навчання. Високий рівень характеризується стійкою пізнавальною потребою, виявом пізнавальної ініціативи, прагненням до пізнавально-пошукової діяльності; учні самостійно визначають мету, завдання та результати пізнавальної діяльності; здійснюють її на творчому рівні з використанням відповідного інструментарію; притаманна рефлексія навчальної діяльності.

Відповідно до мети та умов дослідження визначено такі показники розвитку пізнавальної активності учнів 7–9 класів гімназії у процесі навчання математики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій:

- мотиви навчання учнів у школі;
- інтерес до вивчення математики (алгебри та геометрії);
- успішність у вивченні математики (алгебри та геометрії);
- мотивація до вивчення математичних дисциплін;

– рівень математичної тривожності.

**Методика дослідження.** Інтерес до вивчення алгебри та геометрії, а також успішність у вивченні математичних дисциплін вимірювалися за допомогою розроблених автором шкал самооцінки (за типом шкали Лайкерта). Учні відповідали на 2 питання: «Наскільки для Вас особисто цікавий кожен із вказаних предметів, які Ви вивчаєте у школі? Обведіть кружечком відповідні числа, виходячи з того, що предмет: 1 – зовсім не цікавий, 2 – не цікавий, 3 – важко сказати, 4 – цікавий, 5 – дуже цікавий» та «Наскільки Ви особисто успішні у оволодінні кожним із вказаних предметів, які Ви вивчаєте у школі? Обведіть кружечком відповідні числа, виходячи з того, що Ви: 1 – дуже не успішні, 2 – не успішні, 3 – важко сказати, 4 – успішні, 5 – дуже успішні».

Мотиви навчання учнів у школі діагностувалися за методикою В. Галузяка та І. Холковської [29]. Методика дає змогу дослідити сім груп навчальних мотивів, а саме: пізнавальні, комунікативні, емоційні, мотиви саморозвитку, мотиви позиції школяра, мотиви досягнення та зовнішні мотиви. Інструкція: «Оцініть, наскільки значущі особисто для Вас причини, які спонукають вчитися в школі. Для цього обведіть кружечком потрібний бал: 1 бал – майже не має значення; 2 бали – має певне значення; 3 бали – має суттєве значення; 4 бали – дуже важливо».

Мотивація до вивчення конкретних навчальних дисциплін, зокрема математичних, має певну специфіку, тому для її діагностики було використано додатковий інструментарій, що враховує особливості мотивації вивчення математики. У зв'язку з відсутністю вітчизняних методик діагностики мотивації навчання математики учнів, було здійснено переклад з англійської мови та адаптацію методики Ю. Закарії та М. Баратуччі «Шкала математичної мотивації» [207].

Опитувальник містить 24 твердження, які учням необхідно оцінити за п'ятибальною шкалою, відповідаючи на запитання: «Наскільки Ви згодні або незгодні з твердженнями, що наведені нижче? Дайте відповідь, виходячи з того, що 1 – абсолютно не згодні, 2 – не згодні, 3 – важко сказати, 4 – згодні, 5 – повністю згодні». Анкети для опитування учнів наведено в Додатку А.

Методика має 5 шкал:

1. Самоефективність – впевненість у власній спроможності досягти успіху у вивченні математики (наприклад: «Я сподіваюся на успіх у математиці», «Я вважаю, що зможу використовувати знання з математики для вивчення інших предметів», «Під час контрольної роботи з математики я відчуваю найбільше задоволення, коли отримую високий бал»);

2. Внутрішня мотивація – внутрішньо визначені цілі навчання математиці («Розуміння тем математики для мене дуже важливо», «Якщо я можу, то я хочу отримати кращі оцінки в класі, ніж більшість інших учнів»);

3. Корисність математики для пізнання та саморозвитку («Мене дуже цікавить змістовна область математики», «Я вважаю, що вивчення математики важливо, оскільки це стимулює моє мислення»);

4. Особистісна значущість математики (наприклад: «На уроках математики я віддаю перевагу завданням, які становлять для мене виклик і дають змогу навчатися новому», «Я наполегливо вивчаю математику, оскільки прагну брати участь в олімпіадах»);

5. Зовнішня мотивація – зовнішньо зумовлені цілі («Я хочу добре навчатися математиці, тому що важливо показати свої здібності своїй родині, друзям чи іншим», «Я можу добре справлятися з математикою, якщо мої батьки зроблять мені якісь подарунки», «Я хочу отримати хорошу оцінку з математики, щоб не розчарувати своїх батьків та вчителів»).

Математичну тривожність учнів діагностовано за допомогою перекладеної та адаптованої методики Ю. Закарії «Шкала математичної тривожності» [206, с. 135–144]. Автор визначає математичну тривожність як стан страху, напруження, невпевненості, що виникає під час виконання дій, пов'язаних із застосуванням математичних понять, і негативно впливає на успішність навчання математики.

Опитувальник містить 21 твердження, кожне з яких потрібно оцінити в балах від 1 до 5, відповідаючи на запитання: «Наскільки Ви згодні або незгодні з твердженнями, що наведені нижче? Дайте відповідь, виходячи з того, що 1 – абсолютно не згодні, 2 – не згодні, 3 – важко сказати, 4 – згодні, 5 – повністю

згодні». Методика має 2 шкали: «Труднощі у вивченні математики» та «Тривога стосовно вивчення математики». Перша шкала містить висловлювання, що акцентують труднощі у вивченні математики, наприклад: «Математика важка для мене», «Я не з тих, хто добре справляється з математикою», «За винятком кількох випадків, скільки б зусиль я не доклав, я не можу зрозуміти математику». Другу шкалу складають висловлювання, що описують стан тривоги-напруження під час навчання математиці, наприклад: «Я завжди відчуваю страшне напруження на уроках математики», «Математика бентежить мене», «Я боюся задавати питання на уроці математики». Анкети для опитування учнів наведено в Додатку А.

**Вибірка дослідження.** Було визначено кількість учнів, необхідну для участі у педагогічному експерименті, з метою забезпечення валідності, достовірності та надійності його результатів. У педагогічних дослідженнях прийнято вважати відмінності статистично значущими, якщо похибка не перевищує 5 %, тобто за умови, що рівень надійності становить  $p(t)=0,95$  [128, с.291]. За таких умов для визначення мінімально необхідної кількості учнів учасників експерименту було використано відповідну формулу (3.1.)

де  $n$  – обсяг вибіркової сукупності (вибірки);  $N$  – обсяг генеральної сукупності;  $\omega$  – достатня частка досліджуваного об'єкта; за відсутності відомостей про достатню частку вибірки її значення вважають максимальним, тобто  $\omega = 0,5$ ;  $\Delta$  – гранична похибка вибіркової сукупності, що вказує з визначеною ймовірністю на точність вибірки та зумовлена коефіцієнтом значущості  $t$ ; за  $t=2$  імовірність відхилення вибіркової сукупності досліджуваного явища становитиме приблизно 5 %, тобто  $\Delta = 0,05$  [94].

$$n = \frac{t^2 \cdot \omega(1-\omega) \cdot N}{\Delta^2 \cdot N + t^2(1-\omega) \cdot \omega} \quad (3.1)$$

З огляду на те, що вибірку сукупність було сформовано на початку 2020-2021 навчального року, для визначення обсягу генеральної сукупності використано статистичні показники за 2019 рік. Згідно зі статистичними даними Міністерства освіти і науки України, у 2019-2020 навчальному році контингент

учнів 7-9 класів становив 954 258 осіб.

Для поширення результатів дослідно-експериментальної роботи на всю генеральну сукупність із імовірністю 95 % (за умови, що похибка не перевищує 5 %) обсяг вибіркової сукупності, за результатами розрахунків, мав становити не менше 400 осіб. Відповідно до визначеного обсягу було сформовано контрольну (КГ) та експериментальну (ЕГ) групи: 224 учні – контрольна група, 180 учнів – експериментальна група.

Статистичні основи дослідження. У дослідженні використано загальновідомі методи описової, порівняльної та кореляційної статистики. Однорідність контрольної й експериментальної груп перевірено за допомогою критерію узгодженості Пірсона ( $\chi^2$ ), розрахунок якого здійснювався за формулою (3.2.):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_e - f_t)^2}{f_t} \quad (3.2)$$

де  $f_e$  – емпіричні частоти;  $f_t$  – теоретичні частоти;  $k$  – кількість розрядів ознаки.

Після обчислення  $\chi^2$  його емпіричне значення порівнювали з критичним значенням для відповідної кількості ступенів свободи, що визначається за формулою:  $v=(k-1)(c-1)$ , де  $k$  – кількість груп, порівнюваних між собою;  $c$  – кількість рівнів оволодіння математичними знаннями і способами діяльності та бажаного рівня значущості ( $p \leq 0,01$  або  $p \leq 0,05$ ). За умови, що  $\chi^2_{\text{емп}}$  не перевищує  $\chi^2_{\text{кр}}$ , вибірки вважають однорідними.

U-критерій Мана-Уїтні для незалежних вибірок обчислено за формулою (3.3.):

$$U = n_x \cdot n_y + \frac{n(n+1)}{2} - T \quad (3.3)$$

де  $n_x$  і  $n_y$  – об'єми вибірок;  $n$  – об'єм вибірки, що має більшу рангову суму;  $T$  – більша сума рангів із вибірок  $X$  и  $Y$ .

W- критерій Вілкоксона для залежних вибірок обчислено за формулою (3.4.):

$$W = \sum_{j=1}^n r_j \quad (3.4)$$

де  $r_1, \dots, r_n$  – ранги всіх значень вибірки  $X$  (яка, за умовою, зсунута вліво).

**Етапи педагогічного експерименту.** Загальну характеристику етапів педагогічного експерименту подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

## Етапи педагогічного експерименту

Назва етапу	Роки	Експериментальна база	Методи
Констатувальний	2018-2019	Генічеський ліцеї Генічеської міської ради; Новоолексіївський ЗЗСО №1 Генічеської міської ради; Риківський ЗЗСО Генічеської міської ради; Комунальний заклад «Навчально-виховний комплекс «Якимівська гімназія» Якимівської селищної ради Якимівського району Запорізької області», Ліцей №10 Мелітопольської міської ради Запорізької області.	Спостереження, бесіда, аналіз уроків
		На базі Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Б. Хмельницького під час проведення сертифікаційних курсів для вчителів міста Мелітополя	Анкетування, бесіда, спостереження, аналіз розроблених вчителями інтерактивних плакатів
Пошуковий	2019-2020	Генічеський ліцеї Генічеської міської ради; Новоолексіївський ЗЗСО №1 Генічеської міської ради; Риківський ЗЗСО Генічеської міської ради; Комунальний заклад «Навчально-виховний комплекс «Якимівська гімназія» Якимівської селищної ради Якимівського району Запорізької області», Ліцей №10 Мелітопольської міської ради Запорізької області. Відповідні довідки наведено в Додатку Б.	Бесіда, спостереження, навчання, аналіз уроків, анкетування, розробка Інтерактивних плакатів. Апробація сучасних комп'ютерних засобів на уроках математики, консультації, бесіди, анкетування.
		Методичне об'єднання вчителів математики м. Мелітополь	Анкетування, бесіда, консультації.
Формувальний	2020-2021	Генічеський ліцеї Генічеської міської ради; Новоолексіївський ЗЗСО №1 Генічеської міської ради; Риківський ЗЗСО Генічеської міської ради; Комунальний заклад «Навчально-виховний комплекс «Якимівська гімназія» Якимівської селищної ради Якимівського району», Ліцей №10 Мелітопольської міської ради Запорізької області.	Бесіда, спостереження, анкетування, навчання, аналіз уроків, контрольні роботи, методи математичної статистики
Контрольний (адаптивно-корекційний)	2022-2026	Адаптація методики до умов воєнного стану та дистанційного навчання; оформлення загальних висновків і дисертації; отримання довідок про впровадження 2022 -2026 рр. у закладах освіти: Мелітопольській гімназії № 23 ММР ЗО, Запорізькому академічному ліцеї № 107 Запорізької міської ради, Комунальному закладі «Запорізька спеціалізована школа-інтернат II-III ступенів «Козацький ліцей»» Запорізької обласної ради, а також на базі Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Богдана Хмельницького в Освітньому центрі м. Тячів. Відповідні довідки наведено в Додатку Б.	Аналіз, синтез, узагальнення

Педагогічний експеримент, у ході якого перевірялися основні положення дисертаційного дослідження, проводився у чотири етапи.

**Під час першого етапу (2018-2019 рр.)** було здійснено аналіз психолого-педагогічної та науково-методичної літератури, навчальних програм, шкільних підручників, передового педагогічного досвіду, електронних освітніх ресурсів і сучасних комп'ютерних технологій, а також визначено базу проведення педагогічного експерименту.

До першого етапу дослідження також віднесено участь у сертифікаційних курсах «Педагогічний програмний засіб “Конструктор інтерактивних плакатів”» (26.12.2017 – 10.01.2018), у яких взяли участь 27 учителів Мелітопольської СШ № 25. У період 27.11.2018 р. – 30.11.2018 р. проведено у рамках програми Нової української школи сертифікаційні курси для працівників освіти «Педагогічний програмний засіб «Конструктор інтерактивних плакатів». Керівник курсів Бельчев П.В., викладач курсів Таблер Т.І. За результатами навчання спільно з учителями математики було розроблено збірку інтерактивних плакатів з алгебри та геометрії для 8 класу, під час створення якої використовувалися можливості програмного засобу «Конструктор інтерактивних плакатів» та знання, набуті під час курсів. Після завершення курсів серед учителів було проведено анкетування з метою оцінювання ефективності використання зазначеного програмного засобу в освітньому процесі.

Констатувальний експеримент проводився на базі 7-9 класів закладів загальної середньої освіти (у тому числі гімназій) і передбачав використання різноманітних методів дослідження, зокрема: спостереження за уроками, бесіди з учителями та учнями, анкетування, аналіз письмових і контрольних робіт. За результатами констатувального експерименту було:

- 1) з'ясовано особливості навчання у базовій школі;
- 2) констатовано рівень успішності, мотивації та пізнавального інтересу до вивчення математики;
- 3) встановлено, що освітній процес з математики недостатньо враховує психолого-педагогічні особливості, інтереси та нахили учнів, а тому методики та

технології навчання потребують модернізації;

4) виявлено, що наявні навчально-методичні розробки з використанням комп'ютерних засобів не повною мірою враховують когнітивні стилі мислення учнів цієї вікової групи, а також відмінності у сприйнятті навчальної інформації.

**На другому етапі (2019-2020 рр.)** проводився пошуковий експеримент, метою якого було виявлення сучасних комп'ютерних засобів навчання, що використовуються вчителями математики у педагогічній діяльності. У зв'язку із запровадженням карантинних обмежень та переходом до дистанційної форми навчання дослідження здійснювалося у дистанційному форматі. Зокрема, у співпраці з керівником методичного об'єднання вчителів математики м. Мелітополя І. Ігошиною було проведено анкетування за допомогою сервісу Google Forms. До анкетування долучилися вчителі математики шкіл Генічеського району Херсонської області та Мелітопольського, Якимівського районів Запорізької області. Апробували використання сучасних комп'ютерних засобів навчання, а також систематично проводилися консультації та бесіди щодо використання авторської методики.

Здійснювалося створення дидактичних засобів прикладного спрямування – зокрема, інтерактивних плакатів на основі педагогічного програмного засобу «Конструктор інтерактивних плакатів», до змісту яких інтегровано інші комп'ютерні засоби різних рівнів інтерактивності. Їх детальний опис подано у другому розділі дисертації. Запропоновані дидактичні засоби було апробовано та рекомендовано до використання в освітньому процесі.

**Третій етап (2020-2021 рр.)** – формувальний експеримент, метою якого була перевірка ефективності розробленої методики. На цьому етапі було апробовано та впроваджено методичні засади навчання математики учнів 7–9 класів гімназій. Серед методів дослідження використовувалися: анкетування, тестування учнів, спостереження за процесом навчання математики, бесіди з учнями та вчителями, статистичне опрацювання даних. Після завершення навчання здійснювався контроль навчальних досягнень учнів експериментальних і контрольних класів.

**Четвертий етап (2022-2026 рр.)** – контрольний (адаптивно-корекційний) – передбачав адаптацію методики до умов воєнного стану та дистанційного навчання, аналіз та обґрунтування рекомендацій щодо її вдосконалення та підвищення ефективності освітнього процесу; узагальнення результатів дослідження, формулювання загальних висновків, оформлення дисертаційної роботи та отримання довідок про впровадження результатів дослідження.

Учителі, які брали участь в експерименті, зазначали, що застосування розроблених автором дидактичних засобів сприяє підвищенню пізнавального інтересу, мотивації до навчання та рівня навчальних досягнень учнів. Водночас структурно-логічні схеми подання навчального матеріалу забезпечують підвищення ефективності, доступності та результативності навчання математики.

Автором дослідження також проводилися уроки математики у 7–9 класах, під час яких в експериментальних класах навчальний матеріал подавався із застосуванням запропонованої методики використання комп'ютерних засобів та навчально-методичного комплексу, тоді як у контрольних класах – за традиційною методикою навчання.

У класах, де навчання математики здійснювалося із застосуванням традиційних методичних підходів, рівень мотивації та пізнавального інтересу учнів залишився переважно незмінним. Натомість у класах, де навчання відбувалося з використанням комп'ютерних засобів (КЗ), спостерігалася позитивна динаміка. Учні відзначали, що використання звичних для них сучасних технічних засобів у навчальному процесі не лише підвищує інтерес до предмета, а й демонструє можливості їх застосування в освітніх цілях.

Результати дослідження засвідчують, що в експериментальних класах рівень пізнавального інтересу суттєво зріс, тоді як у контрольних класах зафіксовано лише незначне підвищення. Це можна пояснити, по-перше, особливостями змісту навчального матеріалу та його практичним спрямуванням, а по-друге – тим, що учні контрольних і експериментальних груп у межах одного

закладу освіти не є ізольованими та мають можливість обмінюватися інформацією у позаурочний час.

Таким чином, використання сучасних дидактичних засобів на основі комп'ютерних технологій сприяло зміні характеру мотивації навчання, підвищенню рівня пізнавального інтересу та зниженню математичної тривожності, що, у свою чергу, позитивно вплинуло на якість навчальних досягнень учнів.

Для оцінювання рівня засвоєння навчального матеріалу було проведено контроль навчальних досягнень учнів експериментальних і контрольних груп. Отримані результати подано в табл. 3.2-3.10.

Узагальнення результатів організаційно-методичного етапу експериментальної роботи дало змогу сформулювати такі висновки. Встановлено, що педагогічний експеримент є провідним методом перевірки наукової гіпотези дослідження, оскільки забезпечує можливість виявлення причинно-наслідкових зв'язків між впровадженням методики використання комп'ютерних засобів навчання та якістю математичної підготовки учнів 7-9 класів гімназії. Експериментальну роботу організовано як цілісний процес, що поєднує теоретичне моделювання інноваційних умов навчання та їх практичну апробацію в реальному освітньому середовищі.

Обґрунтовано доцільність проведення експерименту у чотири послідовні етапи: *констатувальний* (2018-2019 рр.), *пошуковий* (2019-2020 рр.), *формульвальний* (2020-2021 рр.), *контрольний (адаптивно-корекційний)* (2022-2026 рр.). Така структура забезпечує логічну послідовність дослідження та об'єктивність отриманих результатів.

Сформовано репрезентативну вибірку учасників експерименту, до якої увійшли учні контрольних (КГ) та експериментальних (ЕГ) груп. Встановлено, що в експериментальних групах навчання здійснювалося за авторською методикою з активним використанням інтерактивних комп'ютерних засобів на різних етапах уроку, тоді як у контрольних групах освітній процес організовувався за традиційними підходами. Це створило необхідні умови для

порівняльного аналізу та статистичного підтвердження ефективності запропонованих методичних рішень.

### 3.2. Результати експериментальної роботи зі впровадження методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії

*Інтерес до вивчення алгебри та геометрії, а також успішність у засвоєнні математичних дисциплін* вимірювалися за допомогою розроблених автором шкал самооцінки інтересу та успішності (за типом шкали Лайкерта). Для забезпечення порівняльного аналізу також наведено дані щодо аналогічних показників у процесі вивчення фізики та інформатики.

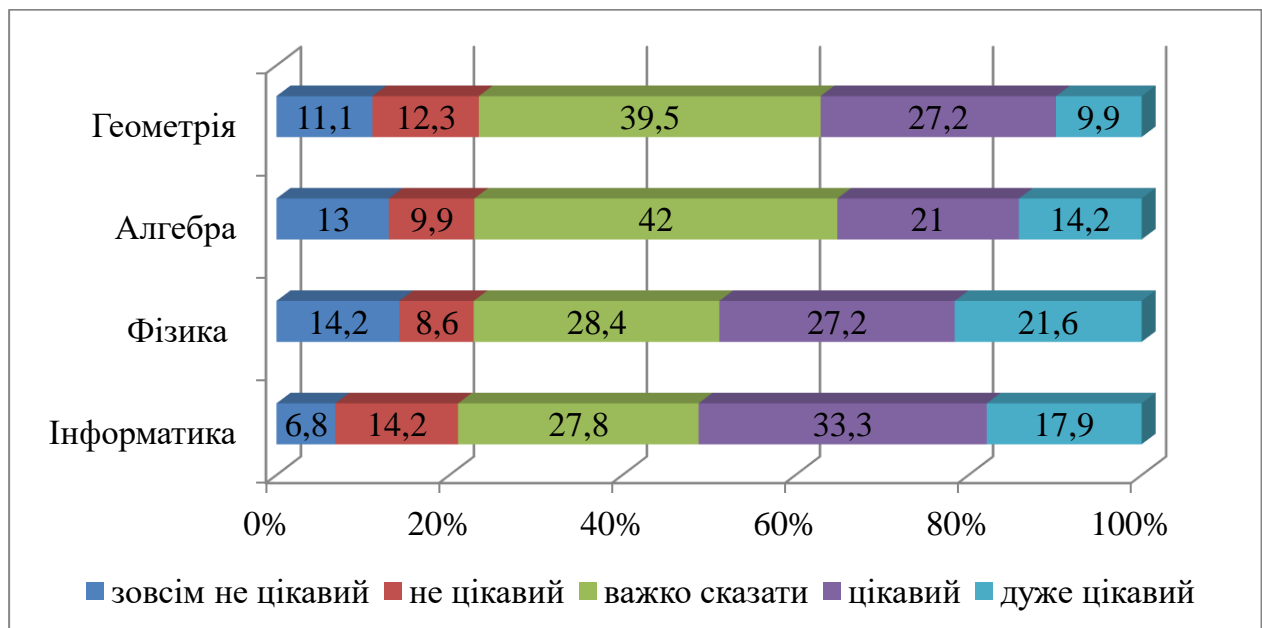


Рис. 3.1. Результати опитування учнів щодо самооцінки інтересу до вивчення шкільних дисциплін (% опитаних)

Узагальнені (медіанні) самооцінки інтересу учнів до вивчення алгебри та геометрії, як і самооцінки їхньої успішності, статистично значущо не відрізняються між собою (рис. 3.1 та рис. 3.2).

Водночас встановлено, що алгебра та геометрія є статистично значущо менш цікавими для учнів порівняно з інформатикою ( $p \leq 0,05$ ; відмінності за  $W$ -критерієм Вілкоксона). Крім того, самооцінки успішності з алгебри та геометрії є нижчими, ніж відповідні показники з фізики та інформатики ( $p \leq 0,05$ ;

відмінності за W-критерієм Вілкоксона).

З'ясовано, що самооцінки інтересу та успішності у вивченні алгебри й геометрії не мають статистично значущих відмінностей залежно від статі респондентів. Встановлено також, що з віком (класом навчання) зростає інтерес до вивчення алгебри ( $p \leq 0,05$ ; відмінності за K-критерієм Краскела-Уоллеса).

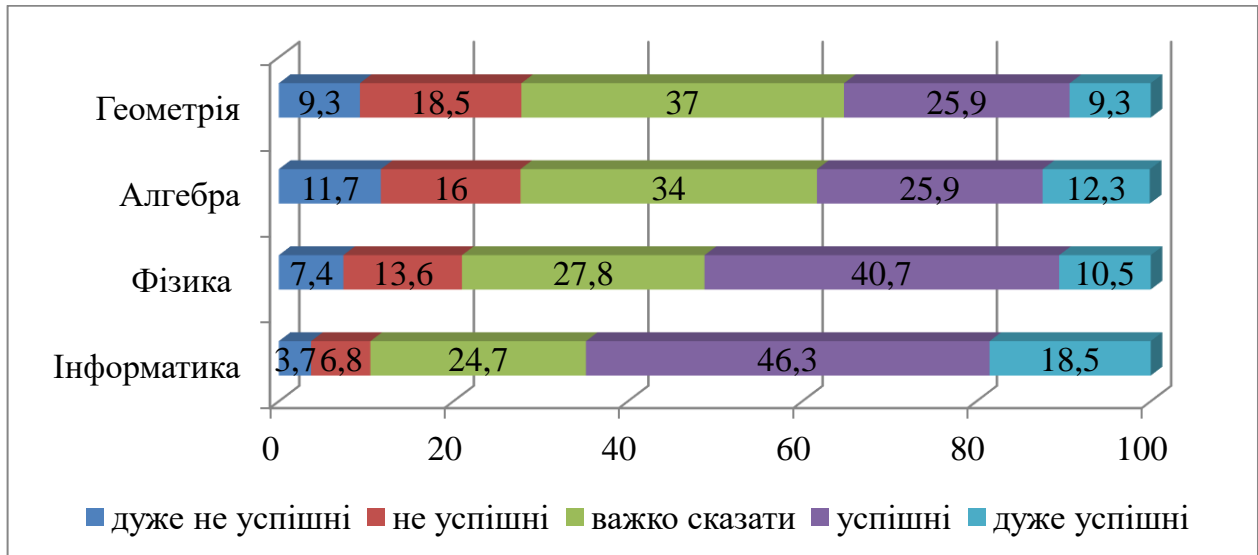


Рис. 3.2. Результати опитування учнів щодо самооцінки успішності у вивченні шкільних дисциплін (% опитаних)

*Мотиви навчання учнів у школі* діагностовано за методикою В.М. Галузьяк, І.Л. Холковської [29]. Мотиваційна структура навчальної діяльності учнів (див.рис.3.3) свідчить про її полімотивований характер: значна кількість мотивів – зокрема емоційні, пізнавальні, мотиви досягнення, саморозвитку та зовнішні мотиви – перебувають приблизно на одному рівні вираженості та впливу.

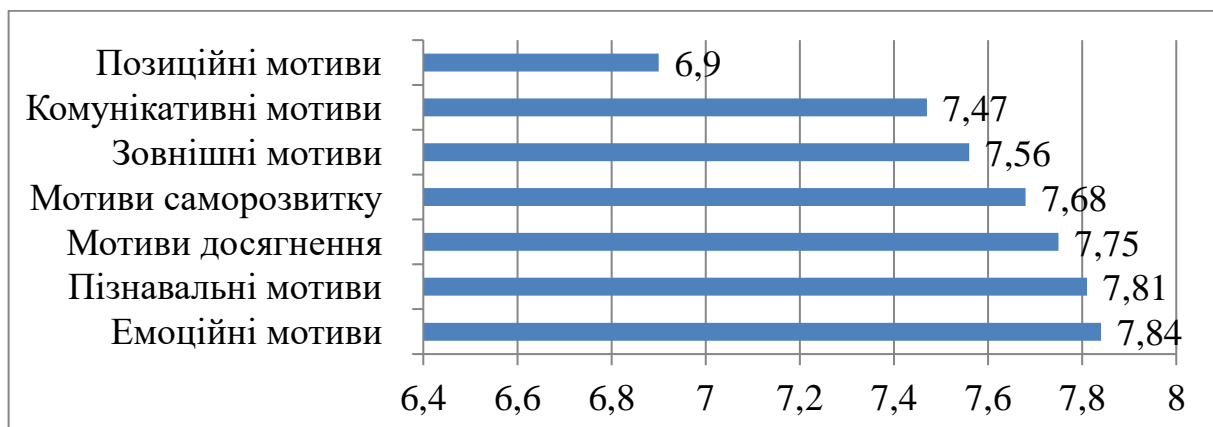


Рис. 3.3. Результати діагностики мотивів навчання учнів в школі за методикою В.М. Галузьяк, І.Л. Холковської (групова медіана по відповідним шкалам)

У структурі навчальної мотивації більшою мірою виражені пізнавальні та емоційні мотиви порівняно з комунікативними ( $p \leq 0,05$ ; відмінності за W-критерієм Вілкоксона).

Позиційні мотиви є статистично значущо менш впливовими порівняно з іншими групами мотивів ( $p \leq 0,05$ ; відмінності за W-критерієм Вілкоксона).

Встановлено, що пізнавальні, зовнішні мотиви та мотиви досягнення є більш значущими для учениць, ніж для учні ( $p \leq 0,05$ ; відмінності за U-критерієм Мана-Уїтні). Вікових відмінностей у мотиваційній структурі навчання не виявлено.

*Мотивація до вивчення окремих навчальних дисциплін, зокрема математичних, має певну специфіку, тому для її діагностики було використано додатковий інструментарій, що враховує особливості мотивації вивчення математики. У зв'язку з відсутністю вітчизняних методик діагностики мотивації навчання математики учнів було здійснено переклад та адаптацію методики Ю. Закарії та М. Баратуччі «Шкала математичної мотивації» [207].*

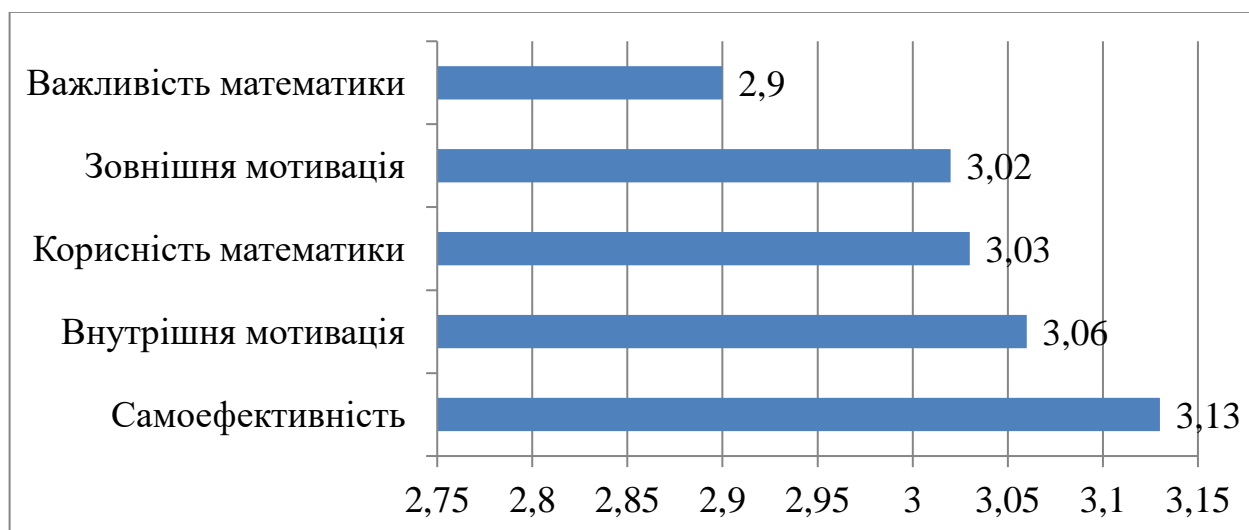


Рис. 3.4. Результати діагностики мотивів навчання учнів в школі за адаптованою методикою Ю. Закарії та М. Баратуччі «Шкала математичної мотивації» (групова медіана по відповідним унормованим шкалам)

Встановлено, що найбільш вираженим мотиваційним кластером у навчанні математики є «самоефективність» (рис.3.4). Інші мотиваційні кластери – «внутрішня мотивація», «корисність математики», «зовнішня мотивація» та

«важливість математики» – є статистично значущо менш впливовими ( $p \leq 0,05$ ; відмінності за W-критерієм Вілкоксона). Водночас статистично значущих відмінностей між показниками «внутрішньої мотивації», «корисності математики», «зовнішньої мотивації» та «важливості математики» не виявлено, що свідчить про їх порівнянний рівень вираженості. Виявлено, що показники внутрішньої мотивації та корисності математики є вищими в учениць, ніж в учнів ( $p \leq 0,05$ ; відмінності за U-критерієм Мана-Уїтні) та також у старших учнів порівняно з молодшими ( $p \leq 0,05$ ; відмінності за K-критерієм Краскела-Уоллеса), що свідчить про зростання зазначених показників із віком. За іншими показниками мотивації навчання математики, діагностованими за адаптованою методикою Ю. Закарії та М. Баратуччі «Шкала математичної мотивації», статистично значущих відмінностей за статтю та віком не виявлено.

Однією з найбільших перешкод у вивченні математики є математична тривожність, яку визначають як стан страху, напруження та невпевненості під час виконання математичних завдань, що супроводжується негативним ставленням до навчального предмета та до себе як суб'єкта навчання. Математичну тривожність учнів діагностовано за допомогою перекладеної та адаптованої методики Ю. Закарії «Шкала математичної тривожності» [206]. Результати діагностики за відповідними субшкалами подано на рис. 3.5.

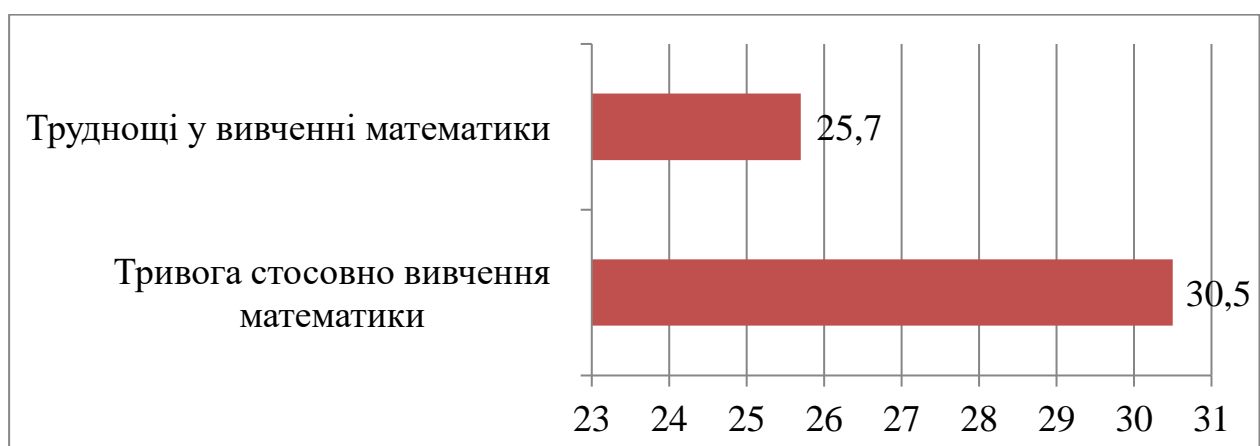


Рис. 3.5. Результати діагностики математичної тривожності учнів в школі за методикою Ю.Закарія «Шкала математичної тривожності» (групова медіана по субшкалам)

Показники загального балу методики, а також її двох субшкал – «Труднощі у вивченні математики» та «Тривога щодо вивчення математики» – не мають статистично значущих відмінностей залежно від віку учнів і класу навчання, однак виявляють тенденцію до відмінностей за статтю. Зокрема, учениці є більш тривожними щодо вивчення математики порівняно з учнями ( $p \leq 0,1$ ; відмінності за U-критерієм Мана-Уїтні).

Встановлено, що всі показники математичної тривожності мають статистично значущі негативні кореляційні зв'язки із самооцінками інтересу до алгебри та геометрії, успішності їх вивчення, а також із внутрішніми мотивами та самоефективністю у навчанні математики ( $p \leq 0,001$ ; кореляційний  $\rho$ -критерій Спірмена). З іншого боку, усі показники математичної тривожності статистично значуще та позитивно корелюють із емоційними, комунікативними і зовнішніми мотивами навчання в школі. Тобто, математичної тривоги тим більше, чим більше учні орієнтовані не на навчання в школі, а на спілкування із однолітками, емоційний обмін, вимушену присутність на уроках ( $p \leq 0,01$ ; кореляційний  $\rho$ -критерій Спірмена).

*Ступінь оволодіння математичними знаннями і способами діяльності оцінювалась вчителями математики.*

Відповідно до ступеня оволодіння математичними знаннями та способами діяльності виокремлюють такі рівні навчальних досягнень учнів з математики:

Початковий рівень – учень (учениця) називає математичний об'єкт (вираз, формулу, геометричну фігуру, символ), але тільки в тому випадку, коли цей об'єкт (його зображення, опис, характеристика) запропоновано йому (їй) безпосередньо; за допомогою вчителя виконує елементарні завдання.

Середній рівень – учень (учениця) відтворює засвоєну інформацію, виконує дії та операції за зразком, здатний(а) розв'язувати типові завдання.

Достатній рівень – учень (учениця) самостійно застосовує знання у стандартних ситуаціях, виконує математичні операції, загальні методи й алгоритми яких йому (їй) відомі, проте умови виконання змінено.

Високий рівень – учень (учениця) здатний(а) самостійно орієнтуватися в нових ситуаціях, планувати та реалізовувати власну діяльність, пропонувати нові способи розв’язання задач; його (її) діяльність має дослідницький характер.

На початковому етапі дослідження отримано такі результати щодо рівня сформованості математичних знань і способів діяльності (табл. 3.2). Встановлено, що оцінки учнів з алгебри часто є вищими, ніж з геометрії. Водночас лише у 3,8 % досліджуваних зафіксовано відмінності в рівнях навчальних досягнень з цих предметів. З огляду на статистичну незначущість зазначеної різниці, відповідні дані не враховувалися в подальшому аналізі, який здійснювався щодо рівнів навчальних досягнень з математики загалом, без диференціації на алгебру та геометрію.

Таблиця 3.2

Розподіл школярів за рівнями навчальних досягнень з математики

Рівні досягнень школярів з математики	Вибірка		7 клас		8 клас		9 клас	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Початковий рівень	18	5	7	5	8	6	3	2
Середній рівень	123	26	32	22	51	38	40	31
Достатній рівень	198	49	78	55	59	44	61	48
Високий рівень	65	20	25	18	16	12	24	19
Всього	404	100	142	100	134	100	128	100

Отримані дані свідчать, що майже половина (49%) учнів 7-9 класів мають достатній рівень навчальних досягнень з математики, близько чверті (26%) – середній рівень, п’ята частина (20%) – високий рівень і лише 5% - початковий рівень.

Аналіз розподілу рівнів навчальних досягнень учнів 7, 8 та 9 класів показав, що статистично значущих відмінностей між ними не виявлено (емпіричне  $\chi^2 = 11,48$ ; критерій  $\chi^2$  Пірсона).

Отже, на констатувальному етапі дослідження встановлено такі положення.

Інтерес до вивчення алгебри та геометрії, а також успішність у засвоєнні математичних дисциплін вимірювалися за допомогою авторських шкал самооцінки.

Встановлено, що відповідні показники статистично значущо не відрізняються між собою. Водночас алгебра та геометрія є менш цікавими для учнів порівняно з інформатикою, а самооцінки успішності з цих предметів – нижчими, ніж із фізики та інформатики. З'ясовано, що показники інтересу та успішності у вивченні алгебри й геометрії не мають статистично значущих відмінностей залежно від статі, проте з віком (класом навчання) зростає інтерес до вивчення алгебри.

Мотиви навчання учнів у школі діагностовано за методикою В. Галузяка та І. Холковської [29]. Встановлено, що мотиваційна структура навчання має полімотивований характер, оскільки значна група мотивів (емоційні, пізнавальні, мотиви досягнення, саморозвитку та зовнішні) перебуває приблизно на одному рівні вираженості та впливу. У межах цієї структури пізнавальні та емоційні мотиви є більш вираженими, ніж комунікативні.

Крім того, пізнавальні, зовнішні мотиви та мотиви досягнення є більш значущими для учениць, ніж для учнів, тоді як вікових відмінностей у мотиваційній структурі навчання не виявлено.

Мотивація до вивчення математичних дисциплін діагностувалася за допомогою перекладеної та адаптованої методики Ю. Закарії та М. Баратуччі «Шкала математичної мотивації». Встановлено, що найбільш вираженим мотиваційним кластером у навчанні математики є «самоефективність», тоді як інші кластери – «внутрішня мотивація», «корисність математики», «зовнішня мотивація» та «важливість математики» – є менш впливовими. Статистично значущих відмінностей між показниками зазначених мотиваційних кластерів не виявлено, що свідчить про їх порівнянний рівень вираженості. Водночас показники внутрішньої мотивації та корисності математики є вищими в учениць, ніж в учнів, а також у старших учнів порівняно з молодшими.

Математичну тривожність учнів, яку визначено як страх невдачі під час розуміння та розв'язування математичних завдань, що поєднується з негативним ставленням до навчального предмета та до себе як суб'єкта навчання, діагностовано за допомогою перекладеної та адаптованої методики Ю. Закарії «Шкала математичної тривожності». Встановлено, що показники загального балу методики та її двох субшкал – «Труднощі у вивченні математики» та «Тривога щодо вивчення математики» – не мають статистично значущих відмінностей залежно від віку учнів і класу навчання, однак виявляють тенденцію до відмінностей за статтю. Зокрема, учениці є більш тривожними щодо вивчення математики порівняно з учнями.

Встановлено, що всі показники математичної тривожності мають статистично значущі негативні кореляційні зв'язки із самооцінками інтересу до алгебри та геометрії, успішності їх вивчення, а також із внутрішніми мотивами та самоефективністю у навчанні математики. Водночас показники математичної тривожності демонструють статистично значущі позитивні кореляційні зв'язки з емоційними, комунікативними та зовнішніми мотивами навчання у школі. Отже, рівень математичної тривожності зростає, якщо учні більшою мірою орієнтовані не на навчальну діяльність, а на міжособистісне спілкування, емоційний обмін та формальну присутність на уроках.

Ступінь оволодіння математичними знаннями та способами діяльності оцінювалася вчителями математики. Отримані результати свідчать, що майже половина (49%) учнів 7-9 класів мають достатній рівень навчальних досягнень з математики, близько чверті (26%) – середній рівень, п'ята частина (20%) – високий рівень і лише 5% – початковий рівень.

Аналіз розподілу рівнів навчальних досягнень учнів 7, 8 та 9 класів показав, що статистично значущих відмінностей між ними не виявлено.

Для реалізації експериментальної процедури застосовано план двох рандомізованих груп із попереднім і підсумковим тестуванням (модель «претест – вплив – посттест»), що передбачає наявність експериментальної та контрольної груп і має відповідне схематичне представлення (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

## Схема експериментальної моделі «претест – вплив – посттест»

Група	Тест		
	До впливу		Після впливу
Експериментальна	R	ЕГ1	Х ЕГ2
Контрольна	R	КГ1	КГ2

Примітка. R– рандомізація; Х–вплив; Е1, Е2, К1, К2 – результати тестування груп; Е1 і Е2 екпериментальні групи (до – після); К1 та К2 – контрольні групи (до – після).

Для статистичного аналізу даних використано непараметричні критерії, що зумовлено невідповідністю розподілу багатьох змінних нормальному закону. Обчислювалися значення показників і здійснювалося їх порівняння між такими групами: 1) ЕГ<sub>1</sub> і ЕГ<sub>2</sub>; 2) КГ<sub>1</sub> і КГ<sub>2</sub>; 3) ЕГ<sub>2</sub> і КГ<sub>2</sub>; 4) ЕГ<sub>1</sub> та КГ<sub>1</sub>. Статистичну гіпотезу про вплив незалежної змінної на залежну приймали за умови виконання двох критеріїв: а) відмінності між Е<sub>1</sub> і Е<sub>2</sub> статистично значущі, між К<sub>1</sub> і К<sub>2</sub> – статистично незначущі; б) відмінності між Е<sub>2</sub> і К<sub>2</sub> статистично значущі, а між Е<sub>1</sub> та К<sub>1</sub> незначущі.

Відомо, що за такого експериментального плану ефекти природного розвитку та тестування контролюються завдяки їх однаковому прояву в експериментальній і контрольній групах, а ефекти складу груп і регресії – за допомогою процедури рандомізації. Це дає змогу мінімізувати вплив індивідуальних особливостей учасників на результати експерименту, а також забезпечує рівну ймовірність включення кожного представника генеральної сукупності до вибірки. У цьому дослідженні рандомізацію, з об'єктивних причин, здійснено не на індивідуальному, а на груповому рівні, тобто на рівні навчальних класів.

Чисельність контрольної групи (КГ) дослідження – 224 особи. Чисельність експериментальної групи (ЕГ) – 180 осіб.

Таблиця 3.4

Результати експериментального впливу на самооцінку цікавості до вивчення алгебри

	Контрольна група				Експериментальна група			
	До		Після		До		Після	
	N	%	N	%	N	%	N	%
зовсім не цікавий	27	12,1	29	12,9	25	13,9	22	12,2
не цікавий	25	11,2	22	9,8	16	8,9	13	7,2
важко сказати	92	41,0	90	40,2	78	43,3	52	28,9
цікавий	47	21,0	45	20,1	36	20,0	52	28,9
дуже цікавий	33	14,7	38	17,0	25	13,9	41	22,8

Аналіз розподілу оцінок після експериментального впливу на цікавість до алгебри свідчить про наявність значущих відмінностей ( $p \leq 0,01$ ) між оцінками цікавості алгебри до та після впливу в експериментальній групі ( $\chi_{\text{емп.}}^2 = 18,1$ ; критерій  $\chi^2$  Пірсона). Інтерес до вивчення алгебри зріс. У контрольній групі таких відмінностей не виявлено (табл. 3.4).

Таблиця 3.5

Результати експериментального впливу на самооцінку цікавості до вивчення геометрії

	Контрольна група				Експериментальна група			
	До		Після		До		Після	
	N	%	N	%	N	%	N	%
зовсім не цікавий	23	10,3	18	8,0	23	12,8	18	10,0
не цікавий	29	12,9	31	13,8	20	11,1	16	8,9
важко сказати	94	42	92	41,1	79	43,9	40	22,2
цікавий	58	25,9	56	25	40	22,2	76	42,2
дуже цікавий	20	8,9	27	12,1	18	10,0	30	16,7

Аналіз розподілу оцінок після експериментального впливу на цікавість до геометрії свідчить про наявність значущих відмінностей ( $p \leq 0,01$ ) між оцінками цікавості до вивчення геометрії до та після впливу в експериментальній групі ( $\chi_{\text{емп.}}^2 = 15,9$ ; критерій  $\chi^2$  Пірсона). Інтерес до вивчення геометрії підвищився. У контрольній групі таких відмінностей не виявлено (табл. 3.5).

Таблиця 3.6

Результати експериментального впливу на самооцінку успішності у вивченні алгебри

	Контрольна група				Експериментальна група			
	До		Після		До		Після	
	N	%	N	%	N	%	N	%
дуже не успішні	27	12,1	31	13,8	23	12,8	18	10,0
не успішні	36	16,1	38	17,0	25	13,9	23	12,8
важко сказати	74	33,0	78	34,8	63	35,0	38	21,1
успішні	56	25,0	50	22,3	47	26,1	63	35,0
дуже успішні	31	13,8	27	12,1	22	12,2	38	21,1

Аналіз розподілу оцінок після експериментального впливу на успішність у вивченні алгебри засвідчив наявність статистично значущих відмінностей ( $p \leq 0,05$ ) між показниками до та після впливу в експериментальній групі ( $\chi_{\text{емп.}}^2 = 9,5$ ; критерій  $\chi^2$  Пірсона).

Встановлено, що самооцінка успішності вивчення алгебри зросла. У контрольній групі статистично значущих відмінностей не виявлено (табл. 3.6).

Аналогічні результати отримано щодо геометрії. Аналіз розподілу оцінок показав наявність статистично значущих відмінностей ( $p \leq 0,05$ ) між показниками до та після експериментального впливу в експериментальній групі ( $\chi_{\text{емп.}}^2 = 9,7$ ; критерій  $\chi^2$  Пірсона). Водночас самооцінка успішності вивчення геометрії також зросла, тоді як у контрольній групі статистично значущих змін не зафіксовано (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Результати експериментального впливу на самооцінку успішності у вивченні геометрії

	Контрольна група				Експериментальна група			
	До		Після		До		Після	
	N	%	N	%	N	%	N	%
дуже не успішні	22	9,8	27	12,1	22	12,2	16	8,9
не успішні	41	18,3	46	20,5	27	15	21	11,7
важко сказати	83	37,1	74	33	76	42,2	49	27,2
успішні	58	25,9	52	23,2	41	22,8	67	37,2
дуже успішні	20	8,9	25	11,2	14	7,8	27	15

Отже, експериментальний вплив сприяв підвищенню рівня інтересу до вивчення математичних дисциплін та самооцінки успішності їх засвоєння. При цьому зміни в рівні інтересу до математики є більш вираженими, ніж зміни у показниках самооцінки успішності її вивчення.

Таблиця 3.8

Результати експериментального впливу на мотивацію вивчення математики

	Контрольна група		Експериментальна група	
	До	Після	До	Після
Самоефективність	3,12	3,11	3,11	3,17
Внутрішня мотивація	3,05	3,06	3,06	3,10
Корисність математики	3,04	3,04	3,03	3,04
Важливість математики	2,8	2,9	2,9	3,1
Зовнішня мотивація	3,1	3,2	3,02	2,8

Аналіз розподілу показників мотивації до вивчення математики після експериментального впливу (табл. 3.8) засвідчив наявність статистично значущих відмінностей ( $p \leq 0,05$ ) між рівнями самоефективності, внутрішньої та зовнішньої мотивації до і після впливу в експериментальній групі (W-критерій Вілкоксона). Встановлено, що показники самоефективності та внутрішньої мотивації зросли, тоді як зовнішня мотивація зменшилася. У контрольній групі статистично значущих змін не виявлено.

Таблиця 3.9

Результати експериментального впливу на математичну тривожність

	Контрольна група		Експериментальна група	
	До	Після	До	Після
Труднощі у вивченні математики	26,8	27,1	27,2	22,4
Тривога стосовно вивчення математики	31,3	31,9	30,5	24,7

Аналіз розподілу показників математичної тривожності після експериментального впливу (табл. 3.9) засвідчив наявність статистично значущих відмінностей ( $p \leq 0,05$ ) між значеннями шкал «Труднощі у вивченні математики» та «Тривога щодо вивчення математики» до і після впливу в експериментальній групі (W-критерій Вілкоксона). Встановлено, що показники

за обома шкалами зменшилися, що свідчить про зниження рівня математичної тривожності учнів. У контрольній групі статистично значущих змін не виявлено.

Таблиця 3.10

Результати експериментального впливу на розподіл школярів за рівнями навчальних досягнень з математики

	Контрольна група				Експериментальна група			
	До		Після		До		Після	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Початковий рівень	13	5,8	16	7,1	11	6,1	2	1,1
Середній рівень	56	25	51	22,8	47	26,1	28	15,6
Достатній рівень	108	48,2	114	50,9	88	48,9	103	57,2
Високий рівень	47	21,0	43	19,2	34	18,9	47	26,1

Отримані результати свідчать, що після експериментального впливу відбулися статистично значущі зміни ( $p \leq 0,01$ ) у розподілі рівнів навчальних досягнень з математики учнів 7-9 класів. Це зумовлено зростанням частки учнів із достатнім і високим рівнями навчальних досягнень (табл. 3.10.) (емпіричне  $\chi^2 = 15,3$ ; критерій  $\chi^2$  Пірсона).

Отже, експериментальний вплив сприяв підвищенню інтересу до вивчення математичних дисциплін, зростанню самооцінки успішності навчання, посиленню показників самоефективності та внутрішньої мотивації, а також зниженню зовнішньої мотивації та рівня математичної тривожності. Найважливішим результатом є збільшення кількості учнів із достатнім і високим рівнями навчальних досягнень з математики.

Аналіз результатів експериментальної роботи щодо впровадження методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії дає підстави сформулювати такі узагальнення.

Встановлено, що впровадження авторської методики сприяло статистично значущому підвищенню пізнавального інтересу учнів до вивчення алгебри та геометрії. Якщо на констатувальному етапі математичні дисципліни поступалися інформатиці за рівнем зацікавленості, то після експериментального впливу в експериментальних групах (ЕГ) зафіксовано позитивну динаміку

ставлення учнів до математики, що зумовлено використанням сучасних цифрових засобів як ефективних інструментів пізнання.

Застосування W-критерію Вілкоксона підтвердило наявність статистично значущих змін у показниках емоційного стану учнів експериментальних груп. Зафіксовано зниження показників за шкалами «Труднощі у вивченні математики» та «Тривога щодо вивчення математики», що свідчить про зменшення рівня математичної тривожності. Це підтверджує, що використання інтерактивних комп'ютерних засобів створює психологічно комфортні умови навчання та знижує страх помилки.

Статистична обробка даних за допомогою критерію Пірсона підтвердила ефективність запропонованої методики. В експериментальних класах відбувся перерозподіл учнів за рівнями навчальних досягнень: зменшилася частка учнів із початковим і середнім рівнями та зросла частка учнів із достатнім і високим рівнями (зокрема, частка учнів із високим рівнем зросла з 19 % до 26 %). У контрольних групах, де навчання здійснювалося за традиційною методикою, статистично значущих змін не виявлено.

Результати експерименту засвідчили, що систематичне використання комп'ютерних засобів навчання різних рівнів інтерактивності забезпечує не лише ефективне засвоєння навчального матеріалу, а й розвиток самооцінки успішності, внутрішньої мотивації та здатності до навчання впродовж життя. Це підтверджує ефективність розробленої методики та її відповідність вимогам Концепції НУШ у процесі математичної підготовки учнів гімназії.

### **3.3. Аналіз ефективності впровадження методики та рекомендації щодо її покращення і подальшого вдосконалення освітнього процесу**

Підсумовуючи результати експериментальної частини дослідження та аналізуючи ефективність розробленої методики, можна констатувати, що поставлену проблему – дослідження ефективності методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії – успішно розв'язано.

Далі тезово подано результати *аналізу ефективності зазначеної методики*.

1. Застосування методики передусім сприяє підвищенню мотивації та інтересу до вивчення математики, оскільки використання інтерактивних моделей і технологій візуалізації робить освітній процес більш привабливим, наочним і психологічно комфортним.

2. Візуалізація абстрактних понять і явищ. Комп'ютерні засоби дають змогу наочно демонструвати геометричні тіла, графіки функцій і динамічні процеси, що сприяє глибшому розумінню навчального матеріалу. Це особливо важливо, оскільки в значній частини учнів недостатньо сформована просторова уява, яка є необхідною під час вивчення як алгебри, так і геометрії.

3. Індивідуалізація навчання та темп роботи. Проаналізовані в дослідженні онлайн-платформи забезпечують можливість учням працювати у власному темпі, а автоматизована перевірка завдань економить час учителя та забезпечує оперативний зворотний зв'язок.

4. Розширення доступу до інформації. Використання комп'ютерних засобів надає учням доступ до альтернативних джерел інформації та створює умови для розвитку навичок самостійного пошуку й опрацювання знань.

5. Зниження рівня математичної тривожності. Для багатьох школярів суттєвою перешкодою в ефективному опануванні математики є емоційна напруженість, зумовлена пасивною роллю на уроці, нерозумінням навчального матеріалу та страхом негативної оцінки з боку однолітків. Застосування запропонованої методики сприяє створенню безбар'єрного освітнього середовища, у якому кожен учень має можливість пережити ситуацію успіху. Це є важливим складником реалізації дитиноцентрованого підходу в умовах НУШ.

Результати проведеного дослідження свідчать про те, що отримані висновки можуть бути екстрапольовані на інші актуальні проблеми сучасної освіти, а не лише на сферу математичної підготовки. Таким чином, теоретичні уявлення щодо використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії було розширено та підтверджено практичною реалізацією. Аналіз експериментальних даних показав, що раціональне використання комп'ютерних

засобів навчання сприяє суттєвому підвищенню ефективності навчання математики учнів 7-9 класів. При цьому спостерігається зростання інтересу до навчального предмета, підвищення рівня мотивації та пізнавальної активності учнів, а також зниження рівня математичної тривожності. Встановлено, що в умовах використання комп'ютерних засобів навчання ключовим завданням сучасного вчителя математики закладу базової середньої освіти є обґрунтований вибір програмного забезпечення та адаптація методів його використання відповідно до дидактичних цілей уроку. Отже, виважене та педагогічно доцільне застосування комп'ютерних засобів навчання у процесі вивчення математики учнями 7-9 класів сприяє підвищенню ефективності навчальної взаємодії та результативності освітнього процесу загалом.

Водночас у процесі реалізації методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії було виявлено низку об'єктивних викликів.

1. Формування математичної компетентності в сучасних умовах, зокрема в контексті реалізації концепції НУШ, є неможливим без використання цифрових освітніх платформ, особливо в умовах дистанційного та змішаного навчання. Нині, з огляду на воєнний стан, значна частина закладів базової середньої освіти – як внутрішньо переміщених, так і тих, що функціонують на підконтрольній території України, – організовує освітній процес саме в зазначених форматах.

Під час планування дослідження у 2018 році передбачалося його проведення в офлайн-форматі. Однак у подальшому, у зв'язку з пандемією COVID-19, виникла необхідність адаптації методики до умов дистанційного та змішаного навчання. Упродовж реалізації експерименту (2018-2026 рр.) відбулися суттєві зміни як у суспільстві, так і в системі загальної середньої освіти, що зумовило потребу подальшої адаптації методики до умов повністю дистанційного освітнього середовища. Зокрема, внаслідок повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну більшість закладів освіти у 2022-2023 роках функціонували виключно в дистанційному форматі. У 2024-2026 роках заклади загальної середньої освіти на підконтрольній території частково

відновили роботу в змішаному та очному форматах залежно від безпекової ситуації в регіоні. Водночас внутрішньо переміщені заклади загальної середньої та вищої освіти продовжують здійснювати освітній процес переважно в дистанційному форматі.

У межах дослідження зазначені обставини та пов'язані з ними виклики були враховані. Зокрема, у 2022-2026 роках здійснено апробацію методики в умовах дистанційного навчання, що підтверджується відповідними довідками. З метою підвищення результативності запропонованої методики та у відповідь на запити вчителів математики було розроблено навчально-методичний посібник-практикум з використання інтерактивних плакатів у навчанні математики учнів гімназії [154]. Посібник створено в межах викладання освітнього компонента «Методика навчання математики», а також у контексті апробації експериментальної частини дисертаційного дослідження. Структура посібника охоплює: вступ; інструкції щодо використання інтерактивних плакатів; опис інструментарію; методику застосування на уроці; авторські розробки уроків з алгебри та геометрії для 7-9 класів; список використаних джерел. Зміст посібника спрямований на забезпечення можливості майбутнім учителям математики та широкому колу користувачів глибоко засвоїти та практично застосувати поданий матеріал. Під час апробації результатів дослідження вчителі, які працювали за запропонованою методикою та використовували авторські програмно-методичні розробки в реальних умовах освітнього процесу, висловили потребу у створенні практикоорієнтованого науково-методичного продукту, придатного для використання відповідно до вимог Нової української школи на уроках математики у 7-9 класах гімназії.

Отримані результати дають підстави стверджувати, що реалізація методики використання комп'ютерних засобів навчання математики має значний потенціал для розвитку не лише математичних умінь і навичок, а й загальнонавчальних і ключових компетентностей учнів, зокрема здатності до самостійної пізнавальної діяльності, відповідальності та критичного мислення. Практичний досвід засвідчив, що за умови систематичної та цілеспрямованої

організації навчальної діяльності учні швидко опановують запропоновані підходи та активно включаються в пізнавальний процес. Особливо ефективною є робота з інтерактивними плакатами, яка підвищує мотивацію до навчання, стимулює поглиблення знань і сприяє формуванню самодисципліни та відповідальності.

Застосування методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії як в умовах змішаного, так і дистанційного навчання є багаторівневим процесом, що ґрунтується на комплексі взаємопов'язаних факторів і умов. Ефективність цього процесу залежить не лише від діяльності учня та вчителя, а й від організації освітнього процесу в закладі освіти, зокрема від обґрунтованого вибору підходів, методів і засобів навчання. Освітній підхід, що передбачає поєднання традиційного та онлайн-навчання, забезпечує можливість реалізації вимог сучасних освітніх стандартів і сприяє розвитку особистості учня, а також підвищенню рівня сформованості цифрової (комп'ютерної) та математичної грамотності в межах предметної підготовки. Значення математики у формуванні особистості є особливо вагомим, що підтверджено результатами проведеного дослідження. Встановлено, що ключову роль у цьому процесі відіграє організація навчального заняття на основі ефективної методики, зокрема із застосуванням комп'ютерних засобів навчання.

*Рекомендації* щодо подальшого вдосконалення методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії (за результатами експериментального дослідження):

1. Підвищення кваліфікації вчителів. Необхідним є системне навчання педагогічних працівників роботі з сучасними математичними програмами, онлайн-платформами та інструментами візуалізації. Результати дослідження засвідчили, що важливою умовою ефективної реалізації методики є високий рівень цифрової компетентності вчителя. Для забезпечення ефективного впровадження методики педагог має бути здатним організувати освітній процес в умовах цифровізації освіти, а також адаптуватися до викликів воєнного часу. З метою визначення ключових індикаторів цифрової компетентності

сучасного вчителя було проаналізовано цифрові освітні ресурси як невід'ємний компонент запропонованої методики. У процесі дослідження визначено їхні переваги та обмеження, а також здійснено добір сучасних освітніх платформ з урахуванням вимог державних стандартів базової середньої освіти.

З урахуванням сучасних викликів у галузі математичної освіти та обмеженої кількості доступних онлайн-платформ для забезпечення повноцінного освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти здійснено огляд сучасних мультимедійних ресурсів і освітніх інтернет-порталів, які можуть бути ефективно використані в професійній діяльності вчителя математики. Оскільки контроль і оцінювання навчальних досягнень учнів є одним із ключових етапів освітнього процесу, було підготовлено добірку онлайн-сервісів для перевірки та самоперевірки знань. Такі засоби віднесено до II рівня інтерактивності, оскільки під час роботи з ними відбувається активна взаємодія користувача з електронним освітнім ресурсом, що передбачає можливість керування темпом, обсягом і траєкторією виконання навчальних завдань.

До засобів III рівня інтерактивності віднесено ті, що забезпечують взаємну взаємодію учасників освітнього процесу та цифрового середовища. Ці засоби мають універсальний характер, оскільки можуть застосовуватися на різних етапах уроку: для актуалізації опорних знань, контролю та оцінювання результатів навчання, а також рефлексії. Їх використання передбачає моделювання та конструювання навчальної діяльності, зокрема через розв'язання складних навчальних завдань.

Кожен із представлених ресурсів має свої переваги й обмеження, специфіку та особливості використання. Водночас їх об'єднує те, що вони забезпечують можливість організації навчання математики в різних форматах – дистанційному, змішаному та очному, а також можуть використовуватися як тренажери для підготовки учнів до підсумкових іспитів з математики. З огляду на специфіку навчання математики в закладах базової середньої освіти, важливою умовою ефективності освітнього процесу, зокрема в дистанційному

форматі, є сформованість цифрової компетентності вчителя, що передбачає вміння працювати з інтерактивними середовищами, онлайн-сервісами, редакторами, планшетами та сучасним програмним забезпеченням. Ефективним засобом розв'язання цього завдання є авторський програмний інструмент «Конструктор інтерактивних плакатів», особливості та принципи роботи з яким детально висвітлено в попередніх дослідженнях. Використання цього інструмента забезпечує можливість створення інтерактивних матеріалів для кожного уроку, сприяє систематизації та структуруванню навчального контенту, а також дозволяє інтегрувати різні дидактичні матеріали та забезпечувати їх постійну доступність у процесі навчання.

З урахуванням викладеного та на основі результатів проведеного експериментального дослідження визначено складники цифрової компетентності сучасного вчителя математики:

- Знання функціональних можливостей програмного забезпечення: текстових процесорів, графічних редакторів, програм для створення електронних презентацій, табличних процесорів.

- Уміння розробляти інтерактивні навчальні завдання з використанням цифрових ресурсів.

- Уміння створювати комп'ютерні навчальні матеріали з урахуванням можливостей інформаційно-комунікаційних технологій та методики їх застосування на уроці.

- Здатність організувати освітню діяльність у межах мережевих комунікаційних проєктів, конкурсів, олімпіад.

- Уміння здійснювати цифрове оцінювання навчальних досягнень учнів із використанням електронних журналів та сервісів, зокрема Google Forms, Google Classroom та ін.

- Уміння організувати дистанційне навчання в електронному освітньому середовищі та на платформах дистанційного навчання, таких як Moodle, Google Classroom тощо.

- Знання інструментів для проведення онлайн-занять, зокрема Zoom,

Google Meet, Skype, а також сервісів для спільної роботи, таких як Miro.

– Уміння аналізувати та оновлювати програмне забезпечення, здійснювати його діагностику та встановлення сучасних ліцензійних програмних продуктів для забезпечення ефективного освітнього процесу.

– Уміння здійснювати пошук та відбір цифрових освітніх ресурсів за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій, пошукових систем та освітніх платформ.

– Прагнення до безперервного професійного розвитку, зокрема підвищення кваліфікації у сфері цифрової грамотності та використання сучасних ресурсів у математичній освіті.

2. Інтеграція комп'ютерних засобів у структуру уроку. Використання комп'ютерних засобів має бути педагогічно доцільним і змістово обґрунтованим, тобто виступати органічною складовою навчального заняття, що забезпечує досягнення його мети, а не виконувати роль відволікального чинника.

3. Проектна діяльність. Для підвищення ефективності запропонованої методики доцільно активніше впроваджувати метод проектів, у межах якого комп'ютерні засоби використовуються як інструмент для створення презентацій, виконання розрахунків і моделювання математичних процесів.

4. Реалізація змішаного (гібридного) навчання. Ефективним є поєднання традиційних методів навчання з цифровими інструментами, що сприяє розвитку критичного мислення, самостійності та пізнавальної активності учнів.

5. Дотримання здоров'язберезувальних вимог. У процесі використання комп'ютерних засобів навчання необхідно забезпечувати реалізацію здоров'язберезувальної компетентності як складової дитиноцентрованого підходу відповідно до положень Концепції НУШ. Це передбачає обов'язкове дотримання санітарно-гігієнічних норм тривалості роботи за екраном, а також чергування різних видів навчальної діяльності під час уроку. Зазначені вимоги мають бути враховані вчителем під час планування освітнього процесу.

6. Розвиток інтерактивності. Попри те, що інтерактивність є невід'ємною складовою запропонованої методики, доцільно додатково акцентувати увагу на

використанні віртуальних лабораторій та спеціалізованого програмного забезпечення, зокрема GeoGebra, для організації самостійної дослідницької діяльності учнів.

7. Використання дистанційних інструментів навчання. З огляду на виклики воєнного часу, особливої актуальності набуває активне застосування цифрових платформ для організації дистанційного навчання, а також підтримки ефективності самостійної навчальної діяльності учнів.

Узагальнюючи наведені рекомендації щодо вдосконалення методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії, слід зазначити, що їх упровадження має супроводжуватися систематичним моніторингом якості навчальних досягнень учнів та підвищенням готовності педагогів до використання цифрових технологій, що забезпечить максимальну ефективність освітнього процесу.

Подальше вивчення означеної проблеми доцільно спрямувати на поширення отриманого досвіду на інші освітні галузі закладів базової середньої освіти з метою забезпечення ефективного використання комп'ютерних засобів у межах усіх навчальних предметів. Перспективними напрямками наукових пошуків є також удосконалення якості організації освітнього процесу з урахуванням коригування та розвитку пізнавальної діяльності учнів в умовах реалізації положень НУШ.

### **Висновки до розділу 3**

Проведене експериментальне дослідження засвідчило, що основна емпірична гіпотеза про вплив розробленої методики навчання математики на ефективність навчання учнів 7-9 класів підтвердилася. На констатувальному етапі дослідження встановлено такі результати. Інтерес до вивчення алгебри та геометрії, а також успішність їх опанування визначалися за допомогою розроблених автором шкал самооцінки цікавості та успішності.

Виявлено, що показники самооцінки інтересу учнів до вивчення алгебри та геометрії (як і показники успішності їх опанування) статистично значуще не відрізняються між собою. Водночас алгебра та геометрія є менш цікавими для учнів порівняно з інформатикою. Установлено, що самооцінки успішності з алгебри та геометрії є нижчими порівняно із самооцінками успішності з фізики та інформатики. З'ясовано, що показники самооцінки інтересу та успішності вивчення алгебри й геометрії не мають статистично значущої залежності від статі учнів, однак із віком (класом навчання) спостерігається зростання інтересу до вивчення алгебри.

Мотиваційна структура навчання учнів у школі свідчить про полімотивованість навчальної діяльності, тобто наявність значної кількості мотивів (емоційних, пізнавальних, досягнення, саморозвитку та зовнішніх), що перебувають приблизно на однаковому рівні впливовості. У межах цієї групи мотивів більш вираженими є пізнавальні та емоційні мотиви порівняно з комунікативними.

Установлено, що пізнавальні, зовнішні мотиви та мотиви досягнення є більш значущими для учениць порівняно з учнями. Водночас вікових відмінностей у мотиваційній структурі навчання не виявлено. Визначено, що найдієвішим мотиваційним кластером у навчанні математики є «самоефективність», тоді як інші кластери – «внутрішня мотивація», «корисність математики», «зовнішня мотивація» та «важливість математики» – є статистично менш впливовими. З'ясовано, що показники внутрішньої мотивації та корисності математики є вищими в учениць порівняно з учнями, а також у старших учнів порівняно з молодшими.

Установлено, що показники математичної тривожності учнів 7-9 класів не мають статистично значущої залежності від віку та класу навчання, однак виявляють тенденцію до відмінностей за статтю: учениці, порівняно з учнями, характеризуються вищим рівнем тривожності у процесі вивчення математики.

Виявлено, що всі показники математичної тривожності статистично значуще та негативно корелюють із самооцінками цікавості до алгебри та

геометрії, успішності їх опанування, а також із внутрішніми мотивами та показниками самоефективності у навчанні математики. Водночас встановлено, що показники математичної тривожності статистично значуще та позитивно корелюють з емоційними, комунікативними та зовнішніми мотивами навчальної діяльності. Отже, підвищення рівня математичної тривожності пов'язане з орієнтацією учнів переважно на зовнішні та соціально-комунікативні аспекти навчання (спілкування з однолітками, емоційний обмін, формальна присутність на заняттях), а не на пізнавальну діяльність.

Педагогічний експеримент, проведений у чотири етапи (констатувальний, пошуковий, формувальний, контрольний), забезпечив можливість комплексного дослідження впливу комп'ютерних засобів навчання на освітній процес. Формування репрезентативної вибірки та поділ учасників на контрольні (КГ) й експериментальні (ЕГ) групи забезпечили об'єктивність порівняльного аналізу отриманих результатів. Установлено, що інтеграція комп'ютерних засобів навчання різних рівнів інтерактивності (реактивного, активного, взаємного) є визначальним чинником трансформації традиційного уроку в інноваційне дослідницьке освітнє середовище.

Експериментально доведено, що впровадження авторської методики сприяє подоланню розриву між високим рівнем зацікавленості учнів цифровими технологіями та недостатнім інтересом до математичних дисциплін. Результати статистичного аналізу підтвердили, що використання інтерактивних моделей знижує рівень стресогенності навчання математики та підвищує її привабливість для учнів 7-9 класів. У ЕГ зафіксовано усвідомлене сприйняття цифрових пристроїв як інструментів пізнавальної діяльності, а не лише засобів розваги.

Застосування W-критерію Вілкоксона виявило статистично значущі відмінності у рівнях математичної тривожності учнів експериментальних груп. Зокрема, зафіксовано суттєве зниження страху перед помилками та труднощами у вивченні предмета. Встановлено, що використання інтерактивної візуалізації абстрактних математичних понять сприяє компенсації недостатнього рівня розвитку просторової уяви в частини учнів, забезпечує комфортний темп

засвоєння навчального матеріалу та підвищення самооцінки успішності навчання.

Порівняльний аналіз результатів за критерієм Пірсона засвідчив якісний перерозподіл учнів за рівнями навчальних досягнень. В експериментальних групах частка учнів із високим рівнем знань зросла з 19% до 26%, тоді як кількість школярів із середнім і початковим рівнями суттєво зменшилася. У КГ, де навчання здійснювалося за традиційною методикою, статистично значущих змін не зафіксовано, що підтверджує пряму залежність результативності навчання від упровадження авторської методики.

Аналіз ефективності методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії засвідчив, що успішність цифровізації математичної освіти значною мірою залежить від рівня технічної та методичної компетентності вчителя. Доведено необхідність системного та педагогічно обґрунтованого використання комп'ютерних засобів навчання відповідно до дидактичних принципів науковості, доступності та наступності в контексті реалізації положень Нової української школи. Експериментальне дослідження показало, що автоматизація контролю навчальних досягнень та використання засобів візуалізації сприяють оптимізації діяльності вчителя, зокрема звільняють час для індивідуальної підтримки учнів і розвитку їх творчого потенціалу.

Основні наукові положення розділу 3 відображено в опублікованих працях [143], [147], [148], [150], [157], [160].

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та запропоновано нове розв'язання актуального наукового завдання щодо теоретичного обґрунтування, розроблення та експериментальної перевірки методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії. Результати проведеного дослідження дозволили сформулювати такі висновки відповідно до поставлених завдань:

1. У процесі теоретичного дослідження уточнено сутність основних понять і категорій термінологічного апарату. Встановлено, що в межах цього дослідження «комп'ютерні засоби навчання» доцільно трактувати як «програмно-апаратні комплекси, що поєднують математичний зміст, алгоритми інтерактивної взаємодії та інструменти візуалізації». Такі засоби забезпечують ефективне управління пізнавальною діяльністю учнів і сприяють реалізації особистісно орієнтованого підходу в навчанні математики.

Психолого-педагогічні засади використання комп'ютерних засобів навчання обґрунтовано з урахуванням специфіки когнітивного розвитку учнів 7-9 класів, для яких характерним є перехід від наочно-образного до абстрактно-логічного мислення. Встановлено, що комп'ютерні засоби навчання виконують функцію «когнітивного містка», дають змогу матеріалізувати абстрактні математичні об'єкти (функції, геометричні перетворення тощо) у вигляді динамічних візуальних моделей. Дидактичні засади їх використання ґрунтуються на посиленні принципів наочності (через її динамізацію), індивідуалізації (завдяки адаптації темпу навчання) та системності, що в сукупності забезпечує розвиток математичної інтуїції та логічної культури учнів 7-9 класів.

2. Аналіз науково-педагогічної спадщини та сучасних досліджень засвідчив, що, попри значний масив наукових праць (М. Жалдак, Ю. Горошко, Н. Тарасенкова та ін.), проблема методичної системності використання комп'ютерних засобів навчання саме в умовах гімназії залишається недостатньо

розробленою. Вивчення нормативно-правового забезпечення (Закони України «Про освіту», Концепція «Нова українська школа», Державний стандарт базової середньої освіти та ін.) підтвердило, що цифровізація математичної освіти є одним із пріоритетних напрямів державної освітньої політики, спрямованих на формування ключових компетентностей учнів. Водночас аналіз освітньої практики виявив суперечність: більшість вчителів (понад 70%) використовують комп'ютерні засоби навчання переважно на репродуктивному рівні (зокрема для демонстрації статичних слайдів), тоді як складні інструменти моделювання та віртуальні лабораторії застосовуються епізодично. Це зумовлено відсутністю чітких методичних алгоритмів інтеграції комп'ютерних засобів у різні типи уроків. Обґрунтовано, що ефективність використання комп'ютерних засобів навчання визначається їхнім дидактичним потенціалом, який реалізується через інтерактивність. Визначено три рівні інтерактивної взаємодії: «учень-програма», «учень-учень», «учень-учитель», які забезпечують оперативний зворотний зв'язок і створюють умови для рефлексії результатів навчальної діяльності. Це дає змогу вчителю оптимізувати процес контролю та корекції знань, вивільняючи час для організації творчої та дослідницької роботи на уроках алгебри й геометрії в гімназії.

Попри значний обсяг теоретичних напрацювань, у ході дослідження виявлено суперечність між технічними можливостями сучасних комп'ютерних засобів навчання математики та недостатньою розробленістю конкретних методик їх використання в освітньому процесі гімназії. Встановлено, що потребує подальшої деталізації алгоритм інтеграції комп'ютерних засобів навчання у структуру уроку математики у 7-9 класах, а також розроблення системи компетентісно орієнтованих завдань для роботи в динамічних цифрових середовищах.

3. Центральним результатом дослідження є розроблення авторської методики використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії. Визначено, що побудова методичної системи має ґрунтуватися на інтеграції загальнодидактичних принципів із принципами цифровізації

освітнього процесу. Провідну роль у цій системі відіграють принципи інтерактивної візуалізації та розвивальної наступності, які забезпечують поступовий перехід від наочно-образного до абстрактно-логічного мислення учнів 7-9 класів гімназії. Обґрунтовано, що сучасний учитель математики має володіти не лише окремими цифровими інструментами, а цілісною методикою організації навчально-пізнавальної діяльності у цифровому освітньому середовищі.

Дослідження сучасних вебсервісів (GeoGebra, LearningApps, Canva, Linoit тощо) підтвердило їхній високий дидактичний потенціал для візуалізації математичних об'єктів і організації колективної роботи. Водночас аналіз практичної діяльності вчителів засвідчує наявність суперечностей: попри широку популярність сервісів для створення презентацій і простих вправ, складні інструменти математичного моделювання використовуються епізодично (від 3% до 15% респондентів). Це підтверджує необхідність розроблення посібника-практикума з використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії.

На основі аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду обґрунтовано доцільність використання трирівневої моделі інтерактивності:

*I рівень (реактивний)* – спрямований на актуалізацію знань і перевірку домашнього завдання;

*II рівень (активний)* – передбачає формування вмінь і навичок у стандартних навчальних ситуаціях;

*III рівень (взаємний)* – орієнтований на організацію творчого моделювання, дослідницької діяльності та розв'язання прикладних задач. Доведено, що запропонована диференціація рівнів інтерактивності забезпечує можливість здійснення вчителем усвідомленого вибору цифрового інструментарію відповідно до дидактичної мети уроку.

У процесі дослідження розроблено методичні підходи до використання комп'ютерних засобів навчання на різних етапах формування математичних понять. Використання спеціалізованого інструментарію (зокрема, на прикладі

програмного середовища Smart Notebook) продемонструвало можливість створення адаптивних дидактичних матеріалів, які забезпечують індивідуалізацію навчання: кожен учень отримує змогу маніпулювати математичними об'єктами, здійснювати навчальні експерименти та отримувати оперативний зворотний зв'язок. Це, своєю чергою, сприяє трансформації ролі учня – від пасивного сприймача інформації до активного суб'єкта пізнавальної діяльності.

Розроблена методика має комплексний характер і забезпечує цілісну організацію навчання математики учнів 7-9 класів гімназії в умовах цифрового освітнього середовища. Її основу становлять системне використання інтерактивного цифрового контенту, диференційований добір комп'ютерних засобів відповідно до типу й етапу уроку математики та рівня інтерактивності, а практичну реалізацію - авторський алгоритм комп'ютерного уроку й створений дидактичний засіб «Конструктор інтерактивних плакатів».

4. У процесі дослідження виокремлено показники та обґрунтовано діагностичний інструментарій оцінювання ефективності методики використання комп'ютерних засобів у навчанні математики учнів гімназії. На констатувальному етапі дослідження встановлено такі результати.

Інтерес до вивчення алгебри та геометрії, а також успішність їх опанування вимірювалися за розробленими шкалами самооцінки рівня зацікавленості та навчальних досягнень. Виявлено, що показники самооцінки інтересу до вивчення алгебри та геометрії, як і показники успішності їх опанування, статистично значуще не відрізняються між собою.

Водночас встановлено, що алгебра та геометрія є статистично значуще менш привабливими для учнів порівняно з інформатикою. Показники самооцінки успішності з алгебри та геометрії також є нижчими, ніж відповідні показники з фізики та інформатики.

З'ясовано, що показники самооцінки інтересу та успішності у вивченні алгебри й геометрії статистично значуще не залежать від статі респондентів.

Водночас простежується тенденція до зростання інтересу до вивчення алгебри зі збільшенням віку (класу навчання).

Аналіз мотиваційної структури навчальної діяльності учнів засвідчив її полімотивований характер: різні групи мотивів (пізнавальні, емоційні, досягнення, саморозвитку та зовнішні) мають приблизно однаковий рівень вираженості та впливу. Водночас більшою мірою представлені пізнавальні та емоційні мотиви порівняно з комунікативними.

Пізнавальні, зовнішні та мотиви досягнення більшою мірою впливають для учениць порівняно з учнями. Вікових особливостей у мотиваційній структурі навчання не виявлено. Найдієвіший мотиваційний кластер у навчанні учнів математики – «Самоефективність». Інші кластери, а саме: «Внутрішня мотивація», «Корисність математики», «Зовнішня мотивація» та «Важливість математики», статистично менш впливові. Показники «Внутрішньої мотивації» та «Корисності математики» вищі в учениць і у старших класах порівняно з молодшими.

Математична тривожність учнів 7-9 класів не залежать від віку учнів та класу навчання, проте демонструє статистичну тенденцію до відмінностей за статтю: учениці є більш тривожними щодо вивчення математики, ніж учні.

Усі показники математичної тривожності статистично значуще та негативно корелюють із самооцінками цікавості до алгебри та геометрії, рівнем успішності в їх опануванні, внутрішніми мотивами та мотивами самоефективності. Натомість, показники тривожності статистично значуще та позитивно корелюють із емоційними, комунікативними і зовнішніми мотивами навчання, тобто рівень математичної тривоги зростає у тих учнів, які орієнтовані більше на соціальні та емоційні аспекти навчального середовища, а не на безпосереднє опанування навчального матеріалу.

5. Педагогічний експеримент, проведений у чотири етапи (констатувальний, пошуковий, формувальний, контрольний), дав змогу системно оцінити вплив методики використання комп'ютерних засобів навчання на освітній процес. Репрезентативна вибірка та розподіл на контрольні (КГ) і

експериментальні (ЕГ) групи забезпечили об'єктивність порівняльного аналізу. Встановлено, що інтеграція комп'ютерних засобів різних рівнів інтерактивності (реактивна, активна, взаємна) є ключовим чинником трансформації традиційного уроку в інноваційне дослідницьке середовище.

Експериментально доведено, що впровадження авторської методики сприяло подоланню розриву між високою цікавістю учнів до цифрових технологій та низьким рівнем інтересу до математичних дисциплін. Статистичний аналіз підтвердив, що використання інтерактивних моделей робить математику менш стресовою та більш привабливою для учнів гімназії 7-9 класів. У ЕГ учні усвідомлено сприймають цифрові інструменти як засіб пізнання, а не лише розваги.

Застосування W-критерію Вілкоксона виявило значущі відмінності у рівнях математичної тривожності учнів ЕГ. Зафіксовано суттєве зменшення страху перед помилкою та труднощами у вивченні предмета. Інтерактивна візуалізація абстрактних понять дозволяє компенсувати недостатній розвиток просторової уяви у частини школярів, що забезпечило комфортний темп засвоєння матеріалу та зростання самооцінки успішності.

Порівняльний аналіз результатів за критерієм Пірсона засвідчив якісний перерозподіл учнів за рівнями навчальних досягнень. В ЕГ частка учнів із високим рівнем знань зросла з 19 % до 26 %, водночас кількість школярів із середнім та початковим рівнями суттєво зменшилася. У КГ, де навчання проводилося за традиційною методикою, статистично значущих змін не зафіксовано, що свідчить про пряму залежність успішності від впровадженої методики. Отже, результати педагогічного експерименту дають підстави розглядати розроблену методику як ефективний засіб навчання математики учнів 7-9 класів гімназії. Зафіксовано її позитивний вплив на навчальні досягнення школярів, мотивацію до вивчення математики, інтерес до математичних дисциплін і зниження рівня математичної тривожності. У сукупності це узгоджується з висунутою гіпотезою дослідження.

Аналіз ефективності методики використання комп'ютерних засобів навчання підтвердив, що успіх цифровізації математичної освіти значною мірою залежить від технічної та методичної компетентності вчителя. Доведено необхідність системного використання комп'ютерних засобів навчання відповідно до дидактичних принципів науковості, доступності та наступності в контексті завдань Нової української школи. Експеримент показав, що автоматизація перевірки та візуалізація навчального матеріалу звільняють час учителя для індивідуальної підтримки та творчого розвитку учнів.

Узагальнюючи результати дослідження, можна констатувати, що авторська методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії є ефективним механізмом реалізації концептуальних засад НУШ. Вона забезпечує не лише підвищення якості предметних знань, а й розвиток цифрової грамотності, формування математичної компетентності, критичного мислення та самоефективності особистості. Перспективи подальших досліджень полягають у створенні цілісного інтерактивного каталогу комп'ютерних засобів навчання, який би автоматизував процес добору дидактичного інструментарію для вчителя залежно від конкретних освітніх завдань уроку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Архіпова Т. Л. Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів у процесі вивчення геометрії з використанням комп'ютера : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2002. 20 с.
2. Бевз Г. П. Виховання учнів математикою. Харків : Основа, 2004. 96 с. 7
3. Бевз Г. П. Геометрія чотирикутника. Харків : Основа, 2003. 80 с. (Серія «Бібліотека журналу «Математика в школах України» ; вип. 5).
4. Бевз Г. П. Математика в школах України. Київ : Педагогічна преса, 2009. 159 с.
5. Бевз Г. П. Методи навчання математики : навчально-методичний посібник. Київ : Генеза, 2010. 117 с.
6. Бевз Г. П. Методика викладання математики : навч. посібник. Київ : Радянська школа, 1989. 296 с.
7. Бех І. Д. Готовність педагога до інноваційної діяльності. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. 2003. № 13. С. 3–8. URL: <http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03bidpnd.zip> (дата звернення: 09.03.2020).
8. Бельчев П. В. Комп'ютерно-орієнтована лекція з фізики зі зворотнім зв'язком. *Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору* : темат. вип. Київ : КНУ ім. Т. Шевченка, 2009. Т. 4 (18), додаток 4. С. 27–36.
9. Бельчев П. В., Бельчева Т. Ф. Мультимедійні дидактичні засоби навчання у роботі сучасного вчителя. URL: <https://www.sworld.com.ua/index.php/uk/pedagogy-psychology-and-sociology-412/-theory-and-methods-of-studying-education-and-training-412/14970-412-1097> (дата звернення: 11.03.2018).
10. Бельчев П. В., Таблер Т. І. Мультискрипт як засіб реалізації інформаційної компетентності майбутніх вчителів. *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький ДПУ імені Григорія Сковороди»* : темат. вип. 2013. №

31, т. III (45). С. 255–263.

11. Бельчев П. В., Таблер Т. І. Реалізація сучасних принципів навчання математики за допомогою інтерактивної дошки Smart Board. *Гуманітарний вісник* : темат. вип. «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». Київ : Гнозис, 2012. Вип. IV (37). С. 36–42.

12. Биков В. Ю., Лапінський В. В. Методологічні та методичні основи створення і використання електронних засобів навчального призначення. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2012. № 2 (98). С. 2–6.

13. Бирка М. Ф. Інноваційні засоби навчання. URL: [http://ippobuk.cv.ua/images/mbyrka\\_article\\_024.pdf](http://ippobuk.cv.ua/images/mbyrka_article_024.pdf) (дата звернення: 12.03.2018).

14. Блог учителя математики вищої категорії Мелітопольської СШ № 25 ММР ЗО Жукової Оксани Борисівни. URL: <https://scool-znz4-geometria.blogspot.com/2020/04/8.html> (дата звернення: 10.02.2021).

15. Блог учителя математики Крамської Юнни Іванівни. URL: [http://kramska.blogspot.com/p/blog-page\\_13.html](http://kramska.blogspot.com/p/blog-page_13.html) (дата звернення: 09.02.2021).

16. Блог учителя математики та інформатики Діденко Юлії Юріївни. URL: <http://informaticdidenko.blogspot.com/> (дата звернення: 09.02.2021).

17. Бодненко Д. М., Жильцов О. Б., Лещинський О. Л., Мазур Н. П. Моніторинг навчальної діяльності : навчальний посібник. Київ : Київський університет імені Бориса Грінченка, 2014. 276 с.

18. Варава В. Ю. та ін. Концепція інноваційного розвитку загальноосвітніх навчальних закладів. 2012. URL: [http://undip.org.ua/photo/koncepciya\\_innovaciynogo\\_rozvytku\\_ZNZ.pdf](http://undip.org.ua/photo/koncepciya_innovaciynogo_rozvytku_ZNZ.pdf) (дата звернення: 25.09.2020).

19. Васильєва Д. В. Методика навчання математики учнів 5–6 класів з використанням мультимедійної дошки : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2013. 21 с.

20. Васильєва Д. В. Мультимедіа на уроках математики. 5–6 класи. Київ : Ред. газет природничо-математичного циклу, 2013. 128 с.

21. Вембер В. П. Навчально-методичні вимоги до електронного

підручника з інформатики. *Інформатизація освіти України: стан, проблеми, перспективи* : матеріали III міжнар. наук.-метод. конф. Херсон, 2005. С. 40–42.

22. Вишневецький О. І. Теоретичні основи сучасної української педагогіки : навчальний посібник. Київ : Знання, 2008. 566 с.

23. Вітюк О. В. Розвиток образного мислення учнів при вивченні стереометрії з використанням комп'ютера : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2001. 20 с.

24. Власенко К. В. Формування прийомів евристичної діяльності учнів на уроках геометрії в класах з поглибленим вивченням математики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2004. 20 с.

25. Волкова Н. П. Педагогіка : посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Академія, 2003. 576 с.

26. Воровка М. І. Ділова гра як засіб підготовки майбутніх учителів до професійної діяльності : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Тернопіль, 2007. 20 с.

27. Воровка М. І., Гришко С. В., Непша О. В. STEM-освіта як інструмент реалізації компетентнісного підходу в новій українській школі на уроках географії. *Вісник науки та освіти*. 2025. № 9 (39). С. 1018–1031.

28. Галузьяк В. М., Сметанський М. І., Шахов В. І. Педагогіка : навчальний посібник. 4-те вид., випр. і допов. Вінниця : Держ. картогр. ф-ка, 2007. 400 с.

29. Галузьяк В. М., Холковська І. Л. Педагогічна діагностика : курс лекцій. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2015. 155 с.

30. Ганжела С. І. Формування пізнавальної самостійності учнів основної школи в навчанні геометрії з використанням інформаційних технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2010. 20 с.

31. Глазова В. В., Бородаченко М. В. Методика застосування дидактичних ігор під час уроків математики засобами ІКТ. *Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ*. 2023. Вип. 13. С. 62–67.  
DOI: <https://doi.org/10.31865/2413-26672415-3079132023295350>

32. Гончаренко С. У. Методика як наука. Київ : Вища школа, 2005. 24 с.

33. Гончаренко С. У. Наука і навчальний предмет. *Шлях освіти*. 2006. № 1. С. 9–14.
34. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Київ : Либідь, 1997. 374 с.
35. Гончаренко С. У. Фундаментальність професійної освіти – проблема часу. *Професійно-технічна освіта*. 2005. № 1. С. 5–6.
36. Гончарова І. В. Методика формування евристичних умінь учнів основної школи на факультативних заняттях з математики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Черкаси, 2009. 20 с.
37. Гордієнко І. В. Метод аналогії у вивченні шкільного курсу стереометрії : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2003. 20 с.
38. Горошко Ю. В. Система інформаційного моделювання у підготовці майбутніх учителів математики та інформатики : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 2013. 35 с.
39. Грицай Я. Г. Цифрові інструменти для формувального оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти закладів загальної середньої освіти. *Імідж сучасного педагога*. 2025. № 3 (222). С. 80–84. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2025-3\(222\)-80-84](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2025-3(222)-80-84).
40. Грудинін Б. О. Теоретико-методичні засади розвитку дослідницької компетентності учнів ліцею у процесі навчання фізики : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 2019. 547 с.
41. Губар Д. Є., Непомняща Т. В. Інтерактивне навчання як основа підготовки майбутнього фахівця до ефективної професійної діяльності. URL: <http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN16/11gdeepd.pdf> (дата звернення: 15.08.2019).
42. Гулівата І. О. Використання інтерактивних комп'ютерних моделей математичних об'єктів у навчальному процесі. *Інтерактивний освітній простір ЗВО* : матеріали міжвуз. наук.-практ. вебінару. Вінниця : ВТЕІ КНТЕУ, 2018. С. 10–13.
43. Гуржій А. М., Гуревич Р. С., Коношевський Л. Л., Коношевський О. Л.

Мультимедійні технології та засоби навчання : навчальний посібник / за ред. А. М. Гуржія. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. 556 с.

44. Демкова В. О., Хомяковський Ю. Л. Класифікація засобів навчання фізики у вищій школі. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 1 (15). С. 187–190.

45. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1392 (зі змінами внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів № 538 від 07.08.20213, № 143 від 26.02.2020) URL: <https://surli.cc/svhruc> (дата звернення: 15.09.2021).

46. Дробін А. А. Класифікація цифрових освітніх ресурсів як засіб уточнення їх практичного цільового застосування. *Педагогічні науки : зб. наук. пр.* Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2021. № 201. С. 77–81. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-77-81>.

47. Жалдак М. І. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання – становлення і розвиток. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2010. № 9 (16). С. 3–9.

48. Жалдак М. І., Горошко Ю. В., Вінниченко Є. Ф. Математика з комп'ютером : посібник для вчителів. Київ : РННЦ «ДІНІТ», 2009. 282 с.

49. Жалдак М. І., Лапінський В. В., Шут М. І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики. *Інформатика*. 2004. № 42. С. 5–9.

50. Заболотній В. Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа : монографія. Вінниця : Едельвейс і К, 2009. 456 с.

51. Зайченко І. В. Педагогіка : підручник. Київ : Ліра-К, 2016. 608 с.

52. Зязюн І. А. Філософські проблеми гуманізації та гуманітаризації освіти. *Педагогіка толерантності*. 2000. № 3. С. 58–61.

53. Кадемія М. Ю. Інноваційні технології у викладанні фізико-математичних дисциплін. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : зб. наук. пр.* Київ ; Вінниця : Планер, 2013. Вип. 36. С. 25–28.

54. Кадемія М. Ю. Інформаційно-комунікаційні технології навчання : словник-глосарій. Львів : СПОЛОМ, 2011. 327 с.

55. Квас Л. Т. Використання електронних освітніх ресурсів на уроках математики. *Новітні інформаційно-комунікаційні технології у навчальному процесі: актуальні проблеми*. Тернопіль, 2017. URL: <http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4782/1/Kvas.pdf> (дата звернення: 15.01.2020).

56. Ковальчук М. Б. Комп'ютерно-орієнтована методика узагальнення і систематизації знань та вмінь в процесі навчання учнів геометрії : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2005. 20 с.

57. Кожевникова А. В., Воронка М. І. Розвиток інформаційно-комунікаційної культури особистості майбутнього педагога і її значення для роботи в умовах військового стану. *Науковий вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогіка*. 2022. Вип. 1 (28). С. 51–59. DOI: <https://doi.org/10.33842/22195203-2022-28-51-58>.

58. Кожевникова А. В., Кожевников П. П. Розвиток інноваційної культури в процесі професійної підготовки майбутніх викладачів: методологічні підходи. *Наука і техніка сьогодні*. 2025. № 5 (46). С. 763–784. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-5\(46\)-763-783](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-5(46)-763-783).

59. Комар О. А. Інтерактивні методи як інноваційна складова сучасної дидактики. URL: [http://dspace.udpu.org.ua:8080/jspui/bitstream/6789/379/1/interakt\\_inov\\_skladov.pdf](http://dspace.udpu.org.ua:8080/jspui/bitstream/6789/379/1/interakt_inov_skladov.pdf) (дата звернення: 02.05.2019).

60. Корольський В. В., Крамаренко Т. Г., Семеріков С. О., Шокалюк С. В. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики : навчальний посібник / наук. ред. М. І. Жалдак. Кривий Ріг : Книжкове видавництво Кирєєвського, 2009. 324 с.

61. Крамаренко Т. Г. Уроки математики з комп'ютером : посіб. для вчителів і студ. /за ред. М. І. Жалдака. Кривий Ріг :Видавничий дім, 2008. 272 с.

62. Крамаренко Т. Г. Формування особистісних якостей школяра у процесі комп'ютерно-орієнтованого навчання математики : автореф. дис. ... канд. пед.

наук : 13.00.02. Київ, 2008. 20 с.

63. Кремень В. Г. та ін. Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи : наукова доповідь. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2022. Т. 4, № 2. С. 1–49.

64. Кузьмінський А. І., Омеляненко С. В. Технологія і техніка шкільного уроку : навчальний посібник. Київ : Знання, 2010. 335 с.

65. Лапінський В. В. Дидактичні вимоги до комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання. *Нові технології навчання* : наук.-метод. зб. 2004. Спецвипуск. С. 104–107.

66. Лапінський В. В. Електронні освітні ресурси – дидактичні вимоги і класифікація. *Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології*. 2013. № 1 (3). С. 214–218.

67. Лапінський В. В. Навчальне середовище нового покоління та його складові. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2008. № 6 (13). URL: <http://www.ii.npu.edu.ua/zbirnyk-kosn/48-zbirnyk-13/161-2010-03-03-10-54-46> (дата звернення: 04.10.2019).

68. Лозова В. І. Цілісний підхід до формування пізнавальної активності школярів. 2-ге вид., доп. Харків : О.В.С., 2000. 164 с.

69. Лосєва Н. М. Активні методи навчання в курсі аналітичної геометрії. *Дидактика математики: проблеми і дослідження* : міжнар. зб. наук. робіт. Донецьк : ТОВ «Юго-Восток», 2008. Вип. 29. С. 29–34.

70. Лосєва Н. М., Панова А. Ю. Інтерактивні методи навчання математики на традиційних заняттях і заняттях з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. *Стратегія, зміст та нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою*. 2011. № 2. URL: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/1417> (дата звернення: 18.01.2019).

71. Лукомська С. О. Особливості математичної тривожності сучасних школярів. *Особистість у кризових умовах та критичних ситуаціях життя* :

матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. (Суми, 28 лют. – 1 берез. 2019 р.). Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2019. С. 291–293.

72. Лутченко Л. І. Організація самостійної навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів при вивченні математики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2003. 20 с.

73. Максименко С. Д. Психологія учіння людини: генетико-моделюючий підхід : монографія. Київ : Слово, 2013. 592 с.

74. Максимюк С. П. Педагогіка : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2005. 667 с.

75. Маланюк Н. М. Розвиток творчих математичних здібностей учнів засобами інформаційних технологій: результати дослідження. *Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Педагогіка і психологія*. 2013. Вип. 657. С. 87–98.

76. Малафіїк І. В. Теорія та методика формування системності знань у старшокласників : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.09. Рівне, 2007. 440 с.

77. Марченко В. С. Підготовка майбутніх учителів фізико-математичних спеціальностей до розвитку математичного мислення учнів основної школи : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Одеса, 2017. 266 с.

78. Марченко О. М. Систематизація знань старшокласників у процесі навчання математики з комп'ютерною підтримкою : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2007. 20 с.

79. Матяш О. І. Теоретико-методичні засади формування методичної компетентності майбутнього вчителя математики до навчання учнів геометрії : монографія / наук. ред. О. І. Скафа. Вінниця : ФОП Легкун В. М., 2013. 450 с.

80. Матяш О. І., Коновал В. В. Аналіз вітчизняних та закордонних підручників щодо прийомів формування інтересу до навчання математики. *Збірник наукових праць*. Вінниця : ВДПУ, 2007. С. 127–128.

81. Миколайко В.В., Рудницький С.О., Кучай О., Кучай Т. Теоретичні основи підготовки фахівців фізико-математичного спрямування. *Вісник науки та освіти (Серія «Педагогіка»)*. 2024. № 2(20). С. 972-980

82. Мізюк В. Цифрові компетентності вчителя для реалізації змішаного навчання. *Перспективи та інновації науки*, 2023, № 9 (27). С. 281-292.

83. Мізюк В., Дмитрієва М., Абросімов Є. Методологія змішаного навчання (Blendedlearning): ефективні стратегії поєднання онлайн і традиційних методів. *Вісник науки та освіти*. 2024. № 5(23). С.1181 – 1197.

84. Мойсеюк Н. Є. Педагогіка : навч. посібник. Київ : Білоцерківська книжкова фабрика, 2003. 616 с.

85. Морзе Н. В. Дистанційна технологія як основа сучасних інформаційних технологій у навчанні. *Нові технології навчання* : наук.-метод. зб. Київ : НМЦВО, 2001. Вип. 30. С. 32–42.

86. Музиченко С. В. Принципи використання інформаційних технологій у навчальному процесі. *Педагогічні науки*. 2017. Вип. 3. С. 39–47.

87. Муртазієв Е.Г., Сюсюкан Ю.М. Математичне моделювання: основні етапи та класифікація моделей. *Сучасні проблеми моделювання*. 2022. Випуск 24. С. 140-146. <https://doi.org/10.33842/2313125X-2022-24-140-146>

88. Муртазієв Е. Г., Титаренко Н. Є. Застосування GeoGebra на уроках геометрії. *Вища освіта України у контексті інтеграції до Європейського освітнього простору* : матеріали XIV Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2020. Вип. III (81). С. 203–209.

89. Муртазієв Е.Г. Інтеграція математичної статистики у процес педагогічної діагностики рівня здоров'язбережувальної компетентності. *Науковий вісник. Серія: Педагогіка*. 2025. Том 2 № 35. С. 200-205 <https://magazine.mdpu.org.ua/index.php/nv/article/view/3460>

90. Нелюбов В. О., Дубів О. В., Куруца О. С. Електронний підручник : електронний навчальний посібник. Ужгород : ДВНЗ «УжНУ», 2016. URL: <https://www.slideshare.net/ssuser634130/ss-84364623> (дата звернення: 26.02.2019).

91. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи / Л. Гриневич та ін. ; за заг. ред. М. Грищенка. Київ, 2016. 40 с.

92. Осадчий В. В., Осадча К. П. Сучасні реалії і тенденції розвитку інформаційно-комунікаційних технологій в освіті. *Інформаційні технології і*

засоби навчання. 2015. Т. 48, вип. 4. С. 47–57. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN\\_2015\\_48\\_4\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_48_4_6) (дата звернення: 27.02.2019).

93. Пальчевський С. С. Педагогіка : навчальний посібник. Київ : Каравела, 2007. 576 с.

94. Педагогічний експеримент : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Е. Жосан. Кіровоград : Вид-во КОІППО ім. В. Сухомлинського, 2008. 129 с.

95. Пихтар М. П. Розвиток математичних та дослідницьких здібностей учнів у рамках Малої академії наук України. *Математика в школі*. 2009. № 10. С. 24–28.

96. Підласий І. П. Практична педагогіка або три технології : інтерактивний підручник для педагогів ринкової системи освіти. Київ : Слово, 2004. 616 с.

97. Пометун О. Інтерактивні методи навчання. *Енциклопедія освіти* / голов. ред. В. Г. Кремень. Київ : Юрінком Інтер, 2008. С. 357.

98. Прач В. С. Методика евристичного навчання математики в класах гуманітарного профілю : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Черкаси, 2013. 20 с.

99. Про внесення змін до Типової освітньої програми для навчання дітей, які виїхали з України внаслідок повномасштабного вторгнення російської федерації і здобувають освіту одночасно в закладах освіти країни перебування та України : Наказ Міністерства освіти і науки України від 07.08.2025 № 1119.

100. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 № 898.

101. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1392.

102. Про затвердження плану заходів щодо проведення Року математичної освіти в Україні у 2020/2021 навчальному році : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25.06.2020 № 630-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-shchodo-provedennya-roku-matematichnoyi-osviti-v-ukrayini-u-202021-navchalnomu-roci-630-250620> (дата звернення: 18.09.2020).

103. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13.01.2021 № 131-р.

104. Про затвердження Положення про електронні освітні ресурси : Наказ Міністерства освіти і науки України від 01.10.2012 № 1060 (у редакції наказу МОН від 29.05.2019 № 749).

105. Про затвердження Порядку та умов здобуття загальної середньої освіти в комунальних закладах загальної середньої освіти в умовах воєнного стану в Україні : Наказ Міністерства освіти і науки України від 07.08.2024 № 1112. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1218-24> (дата звернення: 15.11.2024).

106. Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій : Наказ Міністерства освіти і науки України від 29.04.2020 № 574.

107. Про затвердження типової освітньої програми закладів загальної середньої освіти II ступеня : Наказ Міністерства освіти і науки України від 19.02.2021 № 235.

108. Про Національну доктрину розвитку освіти : Указ Президента України від 17.04.2002 № 347/2002. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002#Text> (дата звернення: 01.04.2019).

109. Про Національну програму інформатизації : Закон України від 01.12.2022 № 2807-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-20> (дата звернення: 26.01.2023).

110. Про оголошення 2020/2021 навчального року Роком математичної освіти в Україні : Указ Президента України від 30.01.2020 № 31/2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/31/2020#Text> (дата звернення: 06.03.2020).

111. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 28.01.2018).

112. Про повну загальну середню освіту : Закон України від 16.01.2020 № 463-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20> (дата звернення:

10.05.2020).

113. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа» : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 № 988-р.

114. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 № 960-р.

115. Пінчук О. П., Кремень В. Г., Биков В. Ю., Ляшенко О. І., Литвинова С. Г., Луговий В. І., Мальований Ю. І., Топузов О. М. Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи: наукова доповідь загальним зборам НАПН України «Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи», 18–19 листопада 2022 р. Вісник Національної академії педагогічних наук України. 2022. Т. 4, № 2. С. 1-49.

116. Пушкарьова Т. О. Електронний контент: особливості застосування і нові можливості пізнання світу. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2011. № 4. С. 7–10. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/komp\\_2011\\_4\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/komp_2011_4_3) (дата звернення: 18.02.2019).

117. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ : монографія. Харків : Факт, 2005. 360 с.

118. Рамський Ю. С. Формування інформаційної культури вчителя математики при вивченні методів обчислень у педагогічному вузі. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання* : зб. наук. пр. Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2000. Вип. 2. С. 25–47.

119. Ресурсно-орієнтоване навчання у вищій школі. *Освітній портал*. 2014. URL: <https://rbl3.webnode.com.ua/elektronn%D1%96-resursi/> (дата звернення: 27.02.2019).

120. Репкін В., Репкіна Н. До проблеми щодо теорії розвивального навчання (частина 1). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Психологія*. Вип. 64. С. 75–79. URL:

<https://periodicals.karazin.ua/psychology/article/view/11262> (дата звернення: 18.09.2022).

121. Рябчич Т. І., Бельчев П. В. Впровадження інтерактивної дошки Smart Board як новітнього комп'ютерно-орієнтованого засобу навчання на уроках математики в старшій школі. *Вища освіта України*. 2011. Т. IV (29), № 3, додаток 2. С. 623–630.

122. Сайт вчителя математики В. Волошиної. URL: <https://volochinaviv1.ucoz.ru/> (дата звернення: 09.02.2021).

123. Семенець С. П. Актуалізація проблеми розвивального навчання на сучасному етапі розвитку суспільства. *Нові технології навчання* : наук.-метод. зб. Київ : НМЦВО, 2005. Вип. 40. С. 61–67.

124. Семенець С. П. Методологія і теорія розвивального навчання математики : монографія. Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2015. 236 с.

125. Семеніхіна О. В. Теорія і практика формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. Слов'янськ, 2017. 41 с.

126. Семеніхіна О., Білошاپка Н. Про використання вчителями математики засобів комп'ютерної візуалізації. *Гуманізація навчально-виховного процесу*. 2018. № 1 (87). С. 289–301.

127. Сердюк З. О. Формування прийомів розумової діяльності учнів у процесі вивчення математики в школах і класах суспільно-гуманітарного напрямку : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Черкаси, 2011. 20 с.

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

129. Скафа О. І. Організація комп'ютерно-орієнтованого навчання доведенням математичних теорем. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики* : зб. наук. пр. Кривий Ріг : НМетАУ, 2005. Т. 1. С. 248–250.

130. Скафа О. І. Теоретико-методичні основи формування прийомів евристичної діяльності в процесі вивчення математики в умовах впровадження

- сучасних технологій навчання: дис. ... д-ра пед. наук :13.00.02. Київ, 2005. 544 с.
131. Скафа О. І., Павліна О. В. Презентація як елемент комп'ютерно орієнтованого уроку математики. *Математика в сучасній школі*. 2012. № 5. С. 35–39.
132. Слепкань З. І. Методика навчання математики : підручник. 2-ге вид., перероб. та доп. Київ : Вища школа, 2006. 582 с.
133. Слепкань З. І. Проблеми особистісно орієнтованої математичної освіти учнів середньої школи. *Дидактика математики: проблеми і дослідження*. Донецьк : ТЕАН, 2004. Вип. 19. С. 4–16.
134. Слепкань З. І. Психолого-педагогічні та методичні основи розвивального навчання математики. Тернопіль : Підручники і посібники, 2006. 239 с.
135. Слепкань З. І. Формування творчої особистості учня в процесі навчання математики. *Математика в школі*. 2003. № 1. С. 6–9 ; № 3. С. 7–13.
136. Слободянюк І. Ю. Методичні засади навчання фізики в класах суспільно-гуманітарного напрямку з використанням інформаційно-комунікаційних технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2019. 20 с.
137. Смалько О. А. Розвиток творчого мислення старшокласників на уроках математики з використанням інформаційних технологій навчання : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2003. 20 с.
138. Сморжевський Ю. Л. Диференційоване формування прийомів евристичної діяльності старшокласників на уроках стереометрії : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Черкаси, 2009. 20 с.
139. Соменко Д. В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій для організації навчальної діяльності учнів. *Засоби і технології сучасного навчального середовища* : тези доп. VII міжнар. наук.-практ. конф. (Кіровоград, 20-21 травня 2011 р.). Кіровоград, 2011. С. 145–146.
140. Співаковський О. В. Теоретико-методичні основи навчання вищої математики майбутніх учителів математики з використанням інформаційних

технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 2003. 534 с.

141. Таблер Т. І. Аналіз поняття «інтерактивні методи навчання математики». *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка*. 2018. Вип. 21. С. 212–219. DOI: <https://doi.org/10.33842/2219-5203-2018-2-21-212-219>

142. Таблер Т. І. Використання інтерактивного контенту в електронних освітніх ресурсах у навчальному процесі сучасної школи. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*. 2019. Vol. 7, issue 1. P. 54–66.

143. Таблер Т.І. Використання комп'ютерних засобів розвитку мотивації учнів до вивчення математики: критерії ефективності. *Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи: збірник наукових праць*. Умань. 2021. Вип. 2(6). С.126-134 DOI: [https://doi.org/10.31499/2706-6258.2\(6\).2021.248135](https://doi.org/10.31499/2706-6258.2(6).2021.248135)

144. Таблер Т. І. Використання на уроках математики електронних освітніх ресурсів, хмарних сервісів та сервісів веб 2.0 як сучасних комп'ютерних засобів навчання. *Актуальні питання гуманітарних наук*. Дрогобич : Гельветика, 2020. Вип. 29, т. 4. С. 167–173. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863.4/29.209669>

145. Таблер Т. І. Впровадження інтерактивних методів на уроках математики в Новій українській школі. *Особистісно-професійний розвиток вчителя в умовах реалізації Концепції НУШ* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Мелітополь : ФОП Однорог Т. В., 2018. С. 213–215. URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/2667/>

146. Таблер Т. І. До питання розподілу комп'ютерних засобів навчання математики за рівнями інтерактивності. *Інноваційна педагогіка*. 2020. Вип. 22, т. 3. С. 46–51. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/22-3.9>

147. Таблер Т. І. Дослідження впливу використання комп'ютерних засобів на розвиток мотивації учнів до вивчення математики. *Педагогіка та психологія сьогодні: постулати минулого і сучасні теорії*: зб. наук. робіт учасників міжнар. наук.-практ. конф. Одеса : Південна фундація педагогіки, 2021. С. 149–153. URL: [https://elar.khmnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/–](https://elar.khmnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/)

[c9ab9485-58fc-4566-86a8-7b57c7d2d6e3/content](https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/9700/)

148. Таблер Т. І. Експериментальна робота з впровадження авторського педагогічного програмного засобу «Конструктор інтерактивних плакатів». *Інформаційні технології в освіті та науці*. Мелітополь : ФОП Однорог Т. В., 2018. Вип. 10. С. 306–310. URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/9700/>

149. Таблер Т. І. Електронні освітні ресурси – інтерактивні засоби навчання математики. *Сучасний рух науки* : тези доп. ІХ Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Дніпро, 2019. Т. 3. С. 393–396. URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/9698/>

150. Таблер Т.І. Мотивація до вивчення математики і математична тривожність учнів. *Вісник науки та освіти (Серія «Філологія», Серія «Педагогіка», Серія «Соціологія», Серія «Культура і мистецтво», Серія «Історія та археологія»)*. 2022. № 2(2). С. 247-257 DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2\(2\)-247-257](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2(2)-247-257)

151. Таблер Т. І. Мультискрипт як засіб навчання третього рівня інтерактивності. *Інформаційні технології в освіті та науці*. Мелітополь : ФОП Однорог Т. В., 2019. Вип. 11. С. 295–297. URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/9702/>

152. Таблер Т. І. Огляд та класифікація онлайн-сервісів для підтримки процесів математичного моделювання. *Сучасні проблеми моделювання*. 2025. Вип. 28. С. 149–164. DOI: <https://doi.org/10.33842/2313-125X-2025-30-149-164>.

153. Таблер Т.І. Подолання математичної тривожності в новій українській школі. *Сучасні проблеми геометричного моделювання*: матеріали 27 міжнародної науково-практичної конференції. Запоріжжя: МДПУ, 2025. С. 54. URL: <https://magazine.mdpu.org.ua/index.php/spm/issue/view/133/60>

154. Таблер Т.І. Посібник-практикум з використання інтерактивних плакатів у навчанні математики учнів гімназії (у межах курсу «Методика навчання математики»). Запоріжжя: МДПУ імені Богдана Хмельницького, 2026. 170 с. URL: <https://surl.li/mbwhrl>

155. Таблер Т. І. Практика організації діалогу вчителя та учнів на уроках математики із застосуванням інтерактивних технічних засобів. *Формування стратегії міжкультурної комунікації особистості учня* : тези міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь : ФОП Однорог Т. В., 2018. С. 205–207. URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/2666/>

156. Таблер Т.І. Проблема математичної тривожності учнів і сучасна практика шкільного навчання. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Переяслав, 2022. Вип. 79. С. 50-52. URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/14750/>

157. Таблер Т. І. Сертифіковані курси «Педагогічний програмний засіб «Конструктор інтерактивних плакатів». *Розвиток сучасної природничо-математичної освіти: реалії, проблеми якості, інновації*. Запоріжжя: ЗОІППО, 2017. URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/2668/>

158. Таблер Т. І. Стан та проблеми організації математичної освіти в гімназіях. *Інноваційні наукові дослідження у галузі педагогіки та психології* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя : КПУ, 2021. С. 86–88. <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/14749/>

159. Таблер Т. І. Сучасні дидактичні засоби навчання математики. *Науковий вісник Львівської академії. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 5. С. 240–247. URL: <https://www.tsatu.edu.ua/vmf/wp-content/uploads/sites/17/sbornyk-5-2019.pdf>

160. Таблер Т. І. Сучасні інтерактивні комп'ютерні онлайн-ресурси другого і третього рівнів інтерактивності: аналіз, класифікація, досвід використання та педагогічна ефективність. *Науковий вісник Мелітопольського ДПУ імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогіка*. Запоріжжя, 2025. С. 227–235. DOI: <https://doi.org/10.33842/22195203-2025-35-136-227-235>.

161. Тарасенкова Н. А. Використання знаково-символічних засобів у навчанні математики : монографія. Черкаси : Відлуння–Плюс, 2002. 400 с.

162. Тарасенкова Н. А. Теоретико-методичні основи використання

знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів основної школи : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 2004. 40 с.

163. Таточенко В. І. Активізація навчально-пізнавальної діяльності невстигаючих з математики учнів. *Педагогічні науки*. Херсон, 2002. Вип. 32, ч. 1. С. 182–188.

164. Тверезовська Н. Т., Сидоренко В. К. Методологія педагогічного дослідження : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 440 с.

165. Тополя Л. В. Дидактичні ігри під час вивчення алгебри та геометрії в 7-9-х класах : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2003. 20 с.

166. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2010. № 9 (16). С. 16–29.

167. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики : монографія. Черкаси : Брама-Україна, 2005. 400 с.

168. Триус Ю. В., Бакланова М. Л. Проблеми і перспективи вищої математичної освіти. URL: [https://fi.npu.edu.ua/files/Zbirnik\\_KOSN/10/32.pdf](https://fi.npu.edu.ua/files/Zbirnik_KOSN/10/32.pdf) (дата звернення: 25.01.2021).

169. Ушинський К. Д. Вибрані педагогічні твори : в 2 т. Київ : Рад. школа, 1983. Т. 1. 486 с.

170. Федоренко О., Кот М. Електронні освітні ресурси для викладання математики в основній школі. *Технології електронного навчання*. 2023. Вип. 7. С. 23–32. URL: <https://texel.ddpu.edu.ua/index.php/tixel/article/view/64> (дата звернення: 19.09.2024).

171. Фіцула М. М. Педагогіка : навчальний посібник. 2-ге вид., випр. і допов. Київ : Академвидав, 2006. 560 с.

172. Хитрук В., Гончарук В., Кучай О., Кучай Т. Система професійного розвитку майбутнього вчителя фізико-математичних дисциплін. *Наука і техніка сьогодні (Серія «Педагогіка»)*. 2024. №2 (30). С. 704-713.

173. Цегельник Т., Мізюк В., Драгієва Л. Переосмислення інноваційної

компетентності педагога у дискурсі сучасних реалій. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2024. №12 (8) С. 89-95.

174. Чайка В. М. Основи дидактики : навчальний посібник. Київ : Академвидав, 2011. 238 с.

175. Черкасов Р. С., Столяр А. А. Методика викладання математики в середній школі. Харків : Освіта, 1992. 304 с.

176. Чому діти і дорослі бояться математики? *Освіторія*. URL: <https://osvitoria.media/experience/chomu-dity-i-dorosli-boyatsya-matematyky/> (дата звернення: 09.10.2020).

177. Швачич Г. Г. та ін. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології: [навч. посіб.]. Дніпро : НМетАУ, 2017. 230 с.

178. Швець В. О. Принципи формування базового змісту математичної освіти. *Дидактика математики: проблеми і дослідження*. Донецьк : ТЕАН, 2001. Вип. 16. С. 63–68.

179. Шевчук П. П., Фенрих П. Інтерактивні методи навчання : навч. посібник. Щецін : WSAP, 2005. 170 с.

180. Ягупов В. В. Педагогіка : навч. посібник. Київ : Либідь, 2002. 560 с.

181. Якунін Я. Ю. Лімітуючі фактори оптимального використання ІКТ на сучасному уроці. URL: [https://sites.google.com/site/iktseminary/home/sem\\_2](https://sites.google.com/site/iktseminary/home/sem_2) (дата звернення: 12.03.2022).

182. Aarnos E., Perkkilä P. Early signs of mathematics anxiety? *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2012. Vol. 46. P. 1495–1499. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812014577> (дата звернення: 07.02.2021).

183. Ashcraft M., Moore A. Mathematics Anxiety and the Affective Drop in Performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*. 2009. Vol. 27, № 3. P. 197–205. DOI: <https://doi.org/10.1177/0734282908330580>.

184. Chovriy S., Yatsenko O., Kozhevnikova A., Anisimova O., Horbatiuk O., Kolbina L. The power of partnership in higher education. *Amazonia Investiga*. 2024. Vol. 13, no. 83. P. 157–173. DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2024.83.11.12>.

185. Cunska A., Savicka I. Use of ICT teaching-learning methods make school math blossom. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2012. Vol. 69. P. 1481–1488.
186. Deni A., Zainal Z. «I Love It But I Don't Use It»: Students' Perceptions on the Use of Padlet as an Educational Tool for Learning. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 2017. Special Issue for INTE. P. 7–14. URL: [http://www.tojet.net/special/2017\\_10\\_1.pdf](http://www.tojet.net/special/2017_10_1.pdf)
187. Dewitt D., Alias N., Siraj S. Collaborative learning: Interactive debates using padlet in a higher education institution. *International Educational Technology Conference (IETC 2015)*. 2015. P. 172–183. URL: [http://www.iet-c.net/publication\\_folder/ietc/ietc2015.pdf](http://www.iet-c.net/publication_folder/ietc/ietc2015.pdf) (дата звернення: 05.05.2021).
188. Eden C., Heine A., Jacobs A. Mathematics Anxiety and Its Development in the Course of Formal Schooling – A Review. *Psychology*. 2013. Vol. 4. P. 27–35. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Mathematics-Anxiety-and-Its-Development-in-the-of-Eden-Heine/2f562a2c4f4b64094b1b996f482337d10ba73f4e> (дата звернення: 12.02.2021).
189. Furner J., Gonzalez-DeHass A. How do Students' Mastery and Performance Goals Relate to Math Anxiety? *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 2011. Vol. 7, № 4. P. 227–242. URL: <https://www.ejmste.com/article/how-do-students-mastery-andperformance-goals-relate-to-mathanxiety-4222> (дата звернення: 07.02.2021).
190. Geist E. The Anti-Anxiety Curriculum: Combating Math Anxiety in the Classroom. *Journal of Instructional Psychology*. 2010. Vol. 37, № 1. P. 24–31. URL: <https://www.andrews.edu/sed/gpc/faculty-research/montagano-research/the-anti-anxiety-cur.pdf> (дата звернення: 19.12.2019).
191. Hannafin M. J., Peck K. L. *The Design, Development, and Evaluation of Instructional Software*. New York: Macmillan Publishing, 1988. 412 p.
192. Keshavarzi A., Ahmadi S. A Comparison of Mathematics Anxiety among students by gender. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2013. Vol. 83. P. 542–546. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813011701>

(дата звернення: 19.12.2019).

193. Kozhevnikova A., Kozhevnykov P. Specifics of innovative educational environment and its influence on the development of future teachers' innovative competence. *Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Series "Pedagogy and Psychology"*. 2024. Vol. 10, no. 2. P. 72–80. DOI: <https://doi.org/10.52534/msu-pp2.2024.72>.

194. Legg A., Locker L. Math Performance and Its Relationship to Math Anxiety and Metacognition. *North American Journal of Psychology*. 2009. Vol. 11, № 3. P. 471–486. URL: [http://www.academia.edu/25623050/Math\\_performance\\_and\\_its\\_relationship\\_to\\_math\\_anxiety\\_and\\_metacognition](http://www.academia.edu/25623050/Math_performance_and_its_relationship_to_math_anxiety_and_metacognition) (дата звернення: 01.02.2021).

195. Mayrberger K., Hofhues S. Akademische Lehre braucht mehr «Open Educational Practices» für den Umgang mit «Open Educational Resources» – ein Plädoyer. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*. 2013. Jg. 8, Nr. 4. URL: <https://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/579>

196. Park Y., Kim Y. A Design and Development of micro-Learning Content in e-Learning System. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 2018. Vol. 8, no. 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.18517/ijaseit.8.1.2698>.

197. PISA-2022. Результати. Стан навчання та рівності в освіті: Міжнародний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 (переклад українською мовою) / перекл. Л. Овсяннікова; наук. ред. В. Терещенко; Український центр оцінювання якості освіти. Київ : УЦОЯО, 2024. 518 с. URL: <https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2024/08/-Mizhnarodnyj-zvit-PISA-2022-T1.pdf>

198. Rhodes D. M., Azbell J. W. Designing interactive video instruction professionally. *Training and Development Journal*. 1985. December. P. 31–33.

199. Rossnan S. Overcoming math anxiety. *Mathitudes*. 2006. Vol. 1, № 1. P. 1–4. URL: [https://www.academia.edu/36188181/Overcoming\\_Math\\_Anxiety](https://www.academia.edu/36188181/Overcoming_Math_Anxiety)

200. Sannikov S., Zhdanov F., Chebotarev P., Rabinovich P. Interactive

Educational Content Based on Augmented Reality and 3D Visualization. *Procedia Computer Science*. 2015. Vol. 66. P. 720–729. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/81171923.pdf> (дата звернення: 13.04.2020).

201. SEO Академія. Content (контент) : веб-сайт. URL: <https://seo-akademiya.com/ua/seo-wiki/content/> (дата звернення: 10.06.2020).

202. Sims R. Promises of interactivity: Aligning learner perceptions and expectations with strategies for flexible and online learning. *Distance Education*. 2003. Vol. 24, no. 1. P. 87–103.

203. Tabler T. Application of computer-based tools for mathematics teaching at various types of lessons in gymnasiums. *Periodyk Naukowy Akademii Polonijnej*. Częstochowa, 2020. 42 (2020). Nr 5. S. 117–125. URL: <https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/14748/>

204. Using Facebook as Social Learning Environment. *Informatics in Education*. 2018. Vol. 17, no. 2. P. 207–228. URL: <https://infedu.vu.lt/journal/INFEDU/article/41/info> (дата звернення: 14.11.2019).

205. Wilson F., Miller D. Enabling enhanced Mathematics teaching with interactive whiteboards. 2005. URL: <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20130401151715/http://www.keele.ac.uk/education/ict/nuffield/wilsonmiller.pdf> (дата звернення: 06.12.2019).

206. Zakariya Y. F. Development of mathematics anxiety scale: factor analysis as a determinant of subcategories. *Journal of Pedagogical Research*. 2018. Vol. 2, no. 2. P. 135–144.

207. Zakariya Y. F., Barattucci M. Development of mathematics motivation scale: A preliminary exploratory study with a focus on secondary school students. *International Journal of Progressive Education*. 2021. Vol. 17, no. 1. P. 314–324.

## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

## АНКЕТА «СТАВЛЕННЯ УЧНІВ ДО НАВЧАННЯ»

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

Пропонуємо Вам взяти участь у дослідженні ставлення учнів до навчання. Прохання відповідати на питання відверто і правдиво. Дослідження проводиться із науковою метою і жодним чином не впливатиме на Ваші стосунки із вчителями. Отримана інформація використовуватиметься в узагальненій формі.

Оцініть, наскільки значущі особисто для Вас причини, які спонукають вчитися в школі. Для цього обведіть кружечком потрібний бал: 1 бал = майже не має значення; 2 бали = має певне значення; 3 бали = має суттєве значення; 4 бали = дуже важливо.	майже не має значення	має певне значення	має суттєве значення	дуже важливо
1. Щоб я добре вивчав предмет, мені повинен подобатися вчитель.	1	2	3	4
2. Мені дуже подобається вчитися, розширювати свої знання про світ.	1	2	3	4
3. Спілкуватися з друзями, з компанією в школі набагато цікавіше, ніж сидіти на уроках, вчитися.	1	2	3	4
4. Для мене дуже важливо отримати гарну оцінку.	1	2	3	4
5. Все, що я роблю, я роблю добре – це моя позиція.	1	2	3	4
6. Знання допомагають розвинути розум, кмітливість.	1	2	3	4
7. Якщо ти школяр, то зобов'язаний вчитися добре.	1	2	3	4
8. Якщо на уроці панує атмосфера недоброзичливості, суворості, у мене пропадає всяке бажання вчитися.	1	2	3	4
9. Я відчуваю інтерес тільки до окремих предметів.	1	2	3	4
10. Вважаю, що успіх в навчанні – важлива основа для поваги і визнання серед однокласників.	1	2	3	4
11. Доводиться вчитися, щоб уникнути набридливих нотацій і нарікань з боку батьків і вчителів.	1	2	3	4
12. Я переживаю почуття задоволення, підйому, коли сам розв'язу важку задачу, добре вивчу правило тощо.	1	2	3	4
13. Хочу знати якомога більше, щоб стати цікавою, культурною людиною.	1	2	3	4
14. Добре вчитися, не пропускати уроки – мій громадянський обов'язок на даному етапі мого життя.	1	2	3	4
15. На уроці не люблю розмовляти і відволікатися, тому що для мене дуже важливо зрозуміти пояснення вчителя, правильно відповісти на його питання.	1	2	3	4
16. Мені дуже подобається, якщо на уроці організовують спільну з товаришами роботу (у парі, команді).	1	2	3	4
17. Я дуже чутливий до похвали вчителя, батьків за мої шкільні успіхи.	1	2	3	4
18. Вчуся добре, оскільки завжди прагну бути в числі кращих.	1	2	3	4
19. Окрім підручників я читаю багато інших книг (з історії, спорту, природи і т.д.).	1	2	3	4
20. Навчання в моєму віці – найголовніша справа.	1	2	3	4
21. У школі весело, цікавіше, ніж удома, у дворі.	1	2	3	4

Наскільки для Вас особисто *цікавий* кожен із вказаних предметів, які Ви вивчаєте у школі?  
Обведіть кружечком відповідні числа, виходячи з того, що  
1= зовсім не цікавий, 2= не цікавий, 3= важко сказати, 4= цікавий, 5= дуже цікавий

Алгебра	1	2	3	4	5
Геометрія	1	2	3	4	5
Інформатика	1	2	3	4	5
Фізика	1	2	3	4	5

Наскільки Ви особисто *успішні* у оволодінні кожним із вказаних предметів, які Ви вивчаєте у школі? Обведіть кружечком відповідні числа, виходячи з того, що  
1= дуже не успішні, 2= не успішні, 3= важко сказати, 4= успішні, 5= дуже успішні

Алгебра	1	2	3	4	5
Геометрія	1	2	3	4	5
Інформатика	1	2	3	4	5
Фізика	1	2	3	4	5

Наскільки Ви згодні або незгодні з твердженнями, що наведені нижче? Обведіть кружечком відповідні числа, виходячи з того, що 1= абсолютно не згодні, 2= не згодні, 3= важко сказати, 4= згодні, 5= повністю згодні	Абсолютно не згоден	Не згоден	Важко сказати	Згоден	Повністю згоден
1. Порівняно із іншими, я сильно нервую на уроках математики	1	2	3	4	5
2. Я можу стати хорошим учнем з математики	1	2	3	4	5
3. Математика важка для мене.	1	2	3	4	5
4. Математика бентежить мене	1	2	3	4	5
5. На уроках з математики мені важко зрозуміти, що мені робити	1	2	3	4	5
6. У мене завжди були проблеми з математикою	1	2	3	4	5
7. Зазвичай я відчуваю нездатність вирішувати математичні задачі	1	2	3	4	5
8. Що б я не робив, я завжди отримую низькі оцінки з математики	1	2	3	4	5
9. Я не з тих, хто добре справляється з математикою.	1	2	3	4	5
10. Зазвичай у мене виникають труднощі з математикою	1	2	3	4	5
11. Я не знаю, як вивчати математику	1	2	3	4	5
12. Математика - один із найнудніших предметів	1	2	3	4	5
13. Не думаю, що я міг би впоратися з більш складною математикою.	1	2	3	4	5
14. Мені завжди буде важко вивчати математику	1	2	3	4	5
15. Я з тих людей, які не були народжені для вивчення математики	1	2	3	4	5
16. Я знаю, що можу добре справлятися з математикою.	1	2	3	4	5
17. Мені не комфортно вивчати математику, порівняно з іншими предметами	1	2	3	4	5
18. Я ненавиджу вивчати математику, навіть найпростіші частини	1	2	3	4	5
19. За винятком кількох випадків, скільки б зусиль я не доклав, я не можу зрозуміти математику	1	2	3	4	5
20. Я завжди відчуваю страшне напруження на уроках математики.	1	2	3	4	5
21. Я боюся задавати питання на уроці математики	1	2	3	4	5

Наскільки Ви згодні або незгодні з твердженнями, що наведені нижче? Обведіть кружечком відповідні числа, виходячи з того, що 1= абсолютно не згодні, 2= не згодні, 3= важко сказати, 4= згодні, 5= повністю згодні	Абсолютно не згоден	Не згоден	Важко сказати	Згоден	Повністю згоден
1. На уроці математики я віддаю перевагу темам, які справді кидають мені виклик, щоб я міг вчитися новому.	1	2	3	4	5
2. Я вірю, що отримаю відмінну оцінку з іспитів з математики	1	2	3	4	5
3. Зараз для мене найприємніше - отримати хорошу оцінку з математики	1	2	3	4	5
4. Коли у мене є можливість, я вибираю минулі задачі з математики та вирішую їх самостійно	1	2	3	4	5
5. Я впевнений, що можу зрозуміти основні поняття, що викладаються в математиці	1	2	3	4	5
6. Якщо я можу, то я хочу отримати кращі оцінки в класі, ніж більшість інших учнів	1	2	3	4	5
7. Я думаю, що зможу використовувати те, що вивчаю з математики, для вивчення інших предметів	1	2	3	4	5
8. Я впевнений, що можу зрозуміти найскладніші поняття, представлені вчителем математики	1	2	3	4	5
9. Я хочу добре навчатися математиці, тому що важливо показати свої здібності своїй родині, друзям чи іншим	1	2	3	4	5
10. Мене дуже цікавить змістовна область математики	1	2	3	4	5
11. Я впевнений, що можу відмінно справитися із завданнями та тестами з математики	1	2	3	4	5
12. Я можу добре справлятися з математикою, якщо мої батьки зроблять мені якісь подарунки	1	2	3	4	5
13. Мені подобаються теми з математики	1	2	3	4	5
14. Я сподіваюся на успіх в математиці	1	2	3	4	5
15. Мені подобається вивчати математику, бо я знаю, що це обов'язковий предмет для вступу до вищих навчальних закладів	1	2	3	4	5
16. Розуміння тем математики для мене дуже важливо	1	2	3	4	5
17. Я впевнений, що зможу опанувати навички, яким навчають у математиці	1	2	3	4	5
18. Я хочу отримати хорошу оцінку з математики, щоб не розчарувати своїх батьків та вчителів	1	2	3	4	5
19. Я вважаю, що вивчення математики важливо, оскільки це стимулює моє мислення	1	2	3	4	5
20. Я впевнений, що можу добре справлятися з тестами та іспитами з математики	1	2	3	4	5
21. Я наполегливо вивчаю математику, тому що хочу представляти свою школу на змаганнях з математики, олімпіадах	1	2	3	4	5
22. Я готовий брати участь в уроці математики, тому що це цікаво.	1	2	3	4	5
23. Під час контрольної з математики я відчуваю себе найбільш задоволеним, коли отримую високий бал	1	2	3	4	5
24. Я хочу знати математику, щоб я міг навчати їй своїх друзів	1	2	3	4	5

Ваша стать: \_\_\_\_\_ Ваш вік: \_\_\_\_\_ Клас: \_\_\_\_\_

ДЯКУЄМО ЗА СПРИЯННЯ У ДОСЛІДЖЕННІ!

## ДОДАТОК Б

ДОВІДКИ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОГО  
ДОСЛІДЖЕННЯ

НОВООЛЕКСІВСЬКИЙ ЗАКЛАД ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ №1

ГЕНІЧЕСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ

вул. Лесі Українки, 42, с.м.т.Новоолексіївка, Генічеський район, Херсонська

область, 75560, тел. 51230, e-mail: [old\\_school\\_of\\_n@ukr.net](mailto:old_school_of_n@ukr.net)

Код ЄДРПОУ 24956826

від 17.09.2021 № 100

## Довідка

про впровадження результатів наукового дослідження

Таблер Тетяни Іванівни

з теми: «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики  
учнів гімназії»

Цією довідкою засвідчується, що результати дисертаційного дослідження Таблер Т.І. на тему «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії» упродовж 2018-2021 навчального років апробовані на базі Новоолексіївського закладу загальної середньої освіти №1 Генічеської міської ради. У навчальному закладі використовувались авторські інтерактивні плакати з алгебри та геометрії для учнів 7-9 класів, в яких відображена методика використання комп'ютерних засобів навчання, що пройшли апробацію.

Застосування авторських розробок інтерактивного контенту в електронних освітніх ресурсах у навчальному процесі сучасної школи з використанням комп'ютерних програмно-педагогічних засобів підвищило ефективність методики навчання математики учнів 7-9 класів.

Комплексне використання в інтерактивних плакатах різноманітних комп'ютерних засобів посприяло покращенню подачі відповідних розділів згідно вимог шкільної програми з математики та дало змогу забезпечити послідовність формування пізнавальної самостійності учнів в навчанні алгебри та геометрії.

Вчителі математики Аблякімова Антоніна Ігорівна та Ковальова Світлана Сергіївна, які долучилися до апробації матеріалів дисертаційного дослідження Т. І. Таблер схвалюють запропоновані автором засоби формування пізнавальної самостійності учнів основної школи в навчанні математики з використанням інформаційних технологій.

Результати анкетування засвідчують ефективність запропонованої методики щодо підвищення інтересу школярів до предмету, зниження математичної тривожності, підвищенню успішності стосовно алгебри, геометрії.

Директор закладу



Ленур ЛЮМАНОВ



ГЕНІЧЕСЬКИЙ ЛІЦЕЙ  
ГЕНІЧЕСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ

Вул. Гоголя, 26, м. Генічеськ, 75500, тел. (05534) 3-22-18

E-mail - [gimnaziagenichesk@meta.ua](mailto:gimnaziagenichesk@meta.ua), <https://gimnaziyaenichesk.wixsite.com/gimnaziya>

Код ЄДРПОУ 22756052



Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
Таблер Тетяни Іванівни

з теми: «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики  
учнів гімназії»

на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки

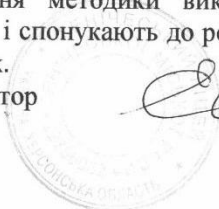
Методичні розробки за результатами дисертаційного дослідження здобувача кафедри педагогіки та педагогічної майстерності Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького Т.І. Таблер «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії» апробувались на уроках математики в 7-9 класах Генічеського ліцею Генічеської міської ради впродовж 2018-2021 навчальних років.

Упровадження в практику положень авторських розробок та рекомендацій значно сприяло активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів у процесі вивчення алгебри та геометрії з використанням комп'ютера. Методика Т.І. Таблер дає значний педагогічний ефект, полегшуючи процес викладання матеріалу, розширюючи і поглиблюючи математичне мислення і математичну компетентність учнів. Також відзначаємо доцільність і своєчасність упровадження методики і в умовах дистанційного навчання учнів. Розроблені інтерактивні плакати у авторському педагогічному програмному засобі «Конструктор інтерактивних плакатів» активно використовувались при підготовці навчальних занять з математики і вчителями-початківцями, і досвідченими вчителями та отримали схвальний відгук. На думку вчителя математики ліцею Неймет Ірини Василівни (вчителя вищої категорії, педагогічне звання «Вчитель-методист»), запропонована Т.І. Таблер дидактично виважена комп'ютерна підтримка процесу навчання математики в 7-9 класах дає змогу розширення меж у використанні засобів ІКТ і сприяє збільшенню смислової ємності трансляції навчального математичного змісту у процесі навчання.

Результати експериментальної перевірки засвідчують ефективність упровадження методики використання комп'ютерних засобів навчання математики і спонукають до розробок і застосування засобів ІКТ в суміжних дисциплінах.

Директор

Олена ФЕДОСОВА





**РИКІВСЬКИЙ ЗАКЛАД ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ  
ГЕНІЧЕСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ**

вул. Елеваторна, 9, смт. Рикове, 75550,  
E-mail: [rykivskyizzso@ukr.net](mailto:rykivskyizzso@ukr.net), <http://rykove.school/>  
Код ЄДРПОУ 24955554

17.09.2021 № 95

Довідка  
про впровадження результатів наукового дослідження  
Таблер Тетяни Іванівни  
з теми: «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики  
учнів гімназії»  
на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки

У період 2018-2021 навчальних років на базі Риківського закладу загальної середньої освіти Генічеської міської ради здійснювалась апробація методичних розробок дисертаційного дослідження Таблер Т.І. на тему «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії».

В освітній процес на уроках математики у 7-9 класах було впроваджено методику застосування комп'ютерних засобів та використання програмного педагогічного засобу «Конструктор інтерактивних плакатів». За експертною оцінкою вчителів впровадження «Конструктора інтерактивних плакатів» в навчальний процес є актуальним та результативним. Завдяки використанню на уроках інтерактивного плакату та інтерактивної дошки відбувається постійна взаємодія між учасниками навчання, учні проявляють зацікавленість до уроку, ведуть діалог і з вчителем, і з однокласниками, вони є більш відкриті до спілкування. У пропонуваній Т.І. Таблер методиці успішно поєднується раціональне використання міжпредметних зв'язків, наочних посібників, технічних засобів навчання та удосконалення форм контролю успішності учнів, реалізуються можливості колективних, групових та індивідуальних форм навчання. Впровадження в педагогічну практику викладання математики матеріалів дисертаційного дослідження Т.І. Таблер вважаємо успішним, воно схвально сприйняте вчителями математики, учнями 7-9 класів та адміністрацією

закладу, оскільки позитивно вплинуло на організацію процесу навчання математики та його результативність. Важливим і успішним педагогічним результатом дослідження вважаємо застосування в розробленій методиці використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії тих методів і прийомів роботи викладача, що активізують пізнавальну діяльність учнів, розвивають їх творчі здібності й інтерес до математики, що констатується результатами експериментального дослідження.

Директор Риківського ЗЗСО  
Генічеської МР



О.Б.Вітаник



**ЛІЦЕЙ № 10  
МЕЛІТОПОЛЬСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ  
ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ**

вул. Івана Алексєєва, 3, м. Мелітополь, 72319, тел. (0619) 422-690

E-mail: [gymnasiya10@gmail.com](mailto:gymnasiya10@gmail.com) Web: [g10.at.ua](http://g10.at.ua)

Код ЄДРПОУ 25492613

Довідка  
про впровадження результатів наукового дослідження  
Таблер Тетяни Іванівни  
з теми: «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів  
гімназії»

на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки

Цією довідкою засвідчується, що результати дисертаційного дослідження  
Таблер Т.І. на тему «Методика використання комп'ютерних засобів навчання  
математики учнів гімназії» апробовані на базі Ліцею № 10 Мелітопольської міської  
ради Запорізької області.

Запропоновані Т.І. Таблер до впровадження інтерактивні плакати у  
авторському педагогічному програмному засобі «Конструктор інтерактивних  
плакатів» отримали позитивну оцінку вчителів математики (Рак Людмили  
Олександрівни, Старини Людмили Юріївни, Бернацької Наталі Юріївни, Слюсар  
Тетяни Михайлівни) як ефективний засіб використання інтерактивного контенту  
електронних освітніх ресурсів у навчальному процесі сучасної школи під час  
роботи в класі та в умовах дистанційного навчання з математики для проведення  
та підготовки навчальних занять.

Викладачі відмічають, що пропонована Т.І. Таблер методика, що  
ґрунтується на принципах ефективного використання розвивальних засобів у  
навчанні математики, сприяє удосконаленню складових компонентів методичної  
системи навчання математики, розвитку інформаційно-комунікативних навичок і  
мотивації до навчання на уроках математики та можливість якісного контролю і  
корекції навчальних досягнень з математики учнів основної школи. Доцільно  
підібране програмне забезпечення засобу «Конструктор інтерактивних плакатів» та  
високий рівень наочності навчального матеріалу для уроків математики у 7-9-х  
класах дозволяє створювати сприятливі умови для розвитку в учнів геометричної  
інтуїції, творчих здібностей, а також активізації самостійної навчально-  
пізнавальної діяльності учнів в процесі навчання математики.

Апробація методики використання комп'ютерних інтерактивних засобів  
навчання математики в Ліцеї № 10 Мелітопольської міської ради Запорізької  
області засвідчує доцільність її використання для формування математичних знань  
та умінь учнів 7-9 класів.

Директор



Грина Анатоліївна Вольнюк



**КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНИЙ КОМПЛЕКС»  
ЯКИМІВСЬКА ГІМНАЗІЯ  
ЯКИМІВСЬКОЇ СЕЛИЩНОЇ РАДИ  
ЯКИМІВСЬКОГО РАЙОНУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Вул. Центральна, 73, смт Якимівка, 72503, тел/факс (06131) 9-25-51, 9-20-51  
e-mail: [nvk.yakymgymnasia@gmail.com](mailto:nvk.yakymgymnasia@gmail.com) Код ЄДРПОУ 25487960

17 вересня 2021 року

№ 306

Довідка  
про впровадження результатів наукового дослідження  
Таблер Тетяни Іванівни  
з теми: «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів  
гімназії»  
на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки

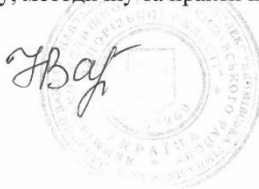
Апробація результатів дослідження Таблер Тетяни Іванівни за темою «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії» здійснювалася впродовж 2018-2021 навчальних років у Комунальному закладі «Навчально-виховний комплекс «Якимівська гімназія» Якимівської селищної ради Якимівського району Запорізької області» у рамках шкільної програми з математики для учнів 7-9 класів.

Застосування методики Т.І. Таблер у процесі вивчення алгебри та геометрії засвідчило активізацію навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів та можливості педагогічно цілеспрямованого використання комп'ютерних технологій у навчальному процесі. Констатуємо ефективність використання викладачами педагогічного програмного засобу «Конструктор інтерактивних плакатів» – більшість вчителів закладу опанували роботу з програмним засобом, самостійно виконали роботу над власним проектом та створили власні інтерактивні плакати.

Шкramsіда Наталя Василівна, Вагеник Наталя Анатоліївна, Сажньова Інна Вікторівна вчителі-методисти з математики відмічають позитивний вплив використання засобу на методичну систему навчання математики, забезпечення «математичного» спілкування не тільки на уроці, а й в позакласній роботі. Пропоноване автором унаочнення процесу навчання математики надає можливість зробити роботу над складним матеріалом доступною і цікавою, що дає значний педагогічний ефект, забезпечує можливості раціональної організації навчально-пізнавальної діяльності учнів, розкриття творчого потенціалу учнів і учителя та позитивно впливає на якість математичних знань учнів.

Результати дисертаційного дослідження Таблер Тетяни Іванівни «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії» на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки та методичні розробки мають наукову, методичну та практичну цінність.

Директор



Наталя ВАГЕНИК



МЕЛІТОПОЛЬСЬКА МІСЬКА РАДА ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ  
**МЕЛІТОПОЛЬСЬКА ГІМНАЗІЯ № 23**  
 МЕЛІТОПОЛЬСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ  
 проспект Соборний, буд. 164, м. Запоріжжя, 69107  
 e-mail: melgimnasium23@gmail.com Код ЄДРПОУ 26317266

#### Довідка

**про впровадження результатів наукового дослідження  
 Таблер Тетяни Іванівни  
 з теми: «Методика використання комп'ютерних засобів  
 навчання математики учнів гімназії»  
 на здобуття наукового ступеня доктор філософії  
 зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки**

Цією довідкою засвідчується, що результати дисертаційного дослідження Таблер Т.І. на тему «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії» апробовані на базі Мелітопольської гімназії № 23 Мелітопольської міської ради Запорізької області.

Упровадження в практику положень авторських розробок та рекомендацій значно сприяло активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів у процесі вивчення алгебри та геометрії з використанням комп'ютерних засобів. Методика Т.І. Таблер дає значний педагогічний ефект, полегшуючи процес викладання матеріалу, розширюючи і поглиблюючи математичне мислення і зменшуючи математичну тривожність учнів. Також відзначаємо доцільність і своєчасність упровадження методики саме в умовах дистанційного навчання учнів. Розроблені інтерактивні плакати у авторському педагогічному програмному засобі «Конструктор інтерактивних плакатів» активно використовувались при підготовці навчальних занять з математики вчителями гімназії та отримали схвальний відгук. На думку вчителів математики гімназії Князевої Вікторії Миколаївни (спеціаліст вищої категорії, педагогічне звання «учитель-методист»), Фоміної Оксани Валеріївни (спеціаліст вищої категорії, педагогічне звання «старший учитель»), запропонована Т.І. Таблер дидактично виважена комп'ютерна підтримка процесу навчання математики в 7-9 класах дає змогу розширення меж у використанні засобів ІКТ і сприяє збільшенню смислової ємності трансляції навчального математичного змісту у процесі навчання.

Вчителі відмічають, що запропонована Т.І. Таблер методика, яка ґрунтується на принципах ефективного використання розвивальних засобів у

навчанні математики, сприяє удосконаленню складових компонентів методичної системи навчання математики, розвитку інформаційно-комунікативних навичок і мотивації до навчання на уроках математики та можливість якісного контролю і корекції навчальних досягнень з математики учнів основної школи.

Апробація методики використання комп'ютерних інтерактивних засобів навчання математики в Мелітопольській гімназії № 23 Мелітопольської міської ради Запорізької області засвідчує доцільність її використання для формування математичних знань та умінь учнів 7-9 класів.

Директор Мелітопольської  
гімназії № 23 ММР ЗО



*I. Pokusa*  
Інна ПОКУСА



**КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД «ЗАПОРІЗЬКИЙ ОБЛАСНИЙ  
АКАДЕМІЧНИЙ ЛІЦЕЙ «КОЗАЦЬКИЙ» ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ  
(ЗАПОРІЗЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЛІЦЕЙ «КОЗАЦЬКИЙ»)**

вул. Щаслива, 2, м. Запоріжжя, 69065,  
тел-факс (061) 224 79 67, e-mail: zp.inter4@ukr.net,  
код ЄДРПОУ 20508841

Довідка  
про впровадження результатів наукового дослідження  
Таблер Тетяни Іванівни  
з теми: «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики  
учнів гімназії»  
на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки

У період 2025-2026 навчального року на базі нашого закладу освіти здійснювалась апробація методичних розробок дисертаційного дослідження Таблер Т.І. на тему «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії».

Упровадження в практику положень авторських розробок та рекомендацій значно сприяло активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів у процесі вивчення алгебри та геометрії. Методика Таблер Т. І. дає педагогічний ефект, полегшує процес викладання матеріалу, розширює і поглиблює математичне мислення і математичну компетентність учнів. Також відзначаємо доцільність і своєчасність упровадження методики в як в умовах змішаного навчання, так і дистанційного.

У пропонованій Таблер Т. І. методиці успішно поєднується раціональне використання міжпредметних зв'язків, наочних посібників, технічних засобів навчання та удосконалення форм контролю успішності учнів, реалізуються можливості колективних, групових та індивідуальних форм навчання. Впровадження в педагогічну практику викладання математики матеріалів дисертаційного дослідження Т.І. Таблер вважаємо успішним, воно схвально сприйняте вчителями математики, учнями 7-9 класів та адміністрацією закладу, оскільки позитивно вплинуло на організацію процесу навчання математики та його результативність.

Результати експериментальної перевірки засвідчують ефективність упровадження методики використання комп'ютерних засобів навчання математики і спонукають до розробки методик використання комп'ютерних засобів в суміжних дисциплінах.

Директор



Оксана ГУБІНА



**ЗАПОРІЗЬКА МІСЬКА РАДА  
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ  
ЛІВОБЕРЕЖНИЙ ВІДДІЛ ОСВІТИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ АКАДЕМІЧНИЙ ЛІЦЕЙ №107  
ЗАПОРІЗЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ**

пр-т Героїв Національної гвардії України, 59, м. Запоріжжя, 69003  
тел.764-86-40, тел.764-86-41, тел.764-86-44, E-mail: [zpkrrsc107@ukr.net](mailto:zpkrrsc107@ukr.net)  
Код ЄДРПОУ 20507913

16.03.2026 № 01-39/341

на № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Довідка  
про впровадження результатів наукового дослідження  
Таблер Тетяни Іванівни  
з теми: «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів  
гімназії»  
на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки

Авторські програмні засоби та методичні розробки за результатами дисертаційного дослідження Таблер Т.І. «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії» апробувались у нашому закладі освіти на уроках математики у рамках шкільної програми з математики для учнів 7-9 класів.

Маємо констатувати, що вчителі математики нашого ліцею відмітили позитивний вплив використання комп'ютерних засобів по методиці Таблер Т.І. на систему навчання математики учнів 7-9 класів. Пропоноване автором унаочнення процесу навчання через застосування інтерактивних плакатів дає можливість зробити роботу над складним матеріалом доступною і цікавою, забезпечує раціональну організацію навчально-пізнавальної діяльності дітей, розкриття творчого потенціалу як учнів, так і вчителя, позитивно впливає на якість математичних знань учнів, підвищення їх зацікавленості та мотивації до вивчення алгебри і геометрії, зменшення математичної тривожності.

Ми підтверджуємо ефективність використання вчителями математики педагогічного програмного засобу «Конструктор інтерактивних плакатів», адже більшість наших педагогів з легкістю опанували роботу з цим інструментом і самостійно змогли створити власні інтерактивні плакати.

Тож, беручи до уваги актуальність запропонованої Тетяною Іванівною методики використання комп'ютерних засобів навчання математики, підтверджуємо цією довідкою, що результати дисертаційного дослідження та методичні розробки Таблер Тетяни Іванівни, які було реалізовано в рамках дисертаційного дослідження на тему «Методика використання комп'ютерних засобів навчання математики учнів гімназії» на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки мають новизну, методичну та практичну цінність.

Директор  
«Запорізький академічний ліцей №107  
Запорізької міської ради»

Дмитро КОШЕЛЬ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО**

Юридична адреса: вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь, Запорізька область, Україна, 72312,  
Фактична адреса: вул. Наукового містечка, 59, м. Запоріжжя, Запорізька область, Україна, 69000,  
тел. (061) 286-23-60, (096) 21-61-372 E-mail: [rectorat@mdpu.org.ua](mailto:rectorat@mdpu.org.ua), [www.mdpu.org.ua](http://www.mdpu.org.ua),  
код ЄДРПОУ 02125237

31 ГРУ 2025

№ 01-15/2526

На № \_\_\_\_\_

**ДОВІДКА**

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження**

**Таблер Тетяни Іванівни**

**на тему: «Методика використання комп'ютерних засобів навчання  
математики учнів гімназій»,**

що подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 011 Освітні,  
педагогічні науки

Цим актом ми підтверджуємо, що результати дисертаційного дослідження аспірантки Таблер Т.І. було впроваджено в освітній процес хабу у місті Тячів протягом 2025-2026 н.р. За вказаний період застосовано педагогічний програмний засіб «Конструктор інтерактивних плакатів» при вивченні тем курсу математики 7–9 класів, комплекс уроків з алгебри і геометрії, розроблених Тетяною Іванівною для вчителів математики в контексті реалізації 4 етапу експериментального дослідження. Формами впровадження результатів дослідження були: уроки математики і гурткової роботи з використанням авторських розробок, презентація з доповіддю Таблер Т.І. про ефективність запропонованої методики на відкритті освітнього хабу. За експертною оцінкою вчителів впровадження «Конструктора інтерактивних плакатів» в навчальний процес є актуальним та результативним.

Використання запропонованої Таблер Т.І. методики дозволило: підвищити рівень навчальних досягнень учнів з математики за рахунок візуалізації складних абстрактних понять, активізувати пізнавальну діяльність

та підвищити мотивацію учнів до вивчення предмета, забезпечити ефективний зворотний зв'язок між учителем та учнем за допомогою автоматизованих засобів контролю знань, інтенсифікувати процес навчання та оптимізувати час на розв'язування типових задач, розширюючи і поглиблюючи математичне мислення і математичну компетентність учнів.

Результати дослідження Таблер Т.І. відповідають сучасним вимогам цифровізації освіти в контексті реалізації концепції НУШ та рекомендовані до подальшого використання в практиці роботи закладів загальної середньої освіти.

Ректор



Наталя ФАЛЬКО