

УДК 378.011.3-051:51

DOI <https://doi.org/10.32782/apv/2023.4.15>

**Тарас ВІЙЧУК**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри математики та економіки, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, вул. Івана Франка, 24, м. Дрогобич, Львівська область, Україна, 82100

**ORCID:** 0000-0001-5369-8594

**Наталія СТАСІВ**

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фундаментальних дисциплін початкової освіти, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, вул. Івана Франка, 24, м. Дрогобич, Львівська область, Україна, 82100

**ORCID:** 0000-0001-7919-5151

**Бібліографічний опис статті:** Стасів, Н., Війчук, Т. (2023). Математична освіта в умовах цифровізації суспільства. *Acta Paedagogica Volynienses*, 4, 95–100, doi: <https://doi.org/10.32782/apv/2023.4.15>

## МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА

У статті проаналізовано напрямки використання цифрових технологій для вдосконалення освітнього процесу. Зокрема, виділено шляхи застосування інформаційно-комунікаційні технології під час вивчення математики у закладах загальної середньої освіти. Розглянуто переваги використання цифрових технологій у навчанні та недоліки, які можуть виникати під час впровадження інформаційно-комунікаційні технології в освітній процес. Виокремлено ризики, які виникатимуть у зв'язку з необмеженим розвитком та поширення штучного інтелекту і запропоновано шляхи вдосконалення процесу навчання математики, для подолання цих ризиків. Враховано фактори, які виникли у зв'язку зі зростаючою роллю штучного інтелекту в сучасному світі та обумовлюють необхідність зміни парадигми освітнього процесу. Охарактеризовано основні підходи до організації навчання математики з метою розвитку мислення школярів. Це допоможе учням краще уявити об'єкт дослідження, зрозуміти математичні концепції та як застосовувати їх на практиці.

**Мета статті:** проаналізувати вплив цифрових технологій на організацію освітнього процесу, виділити виклики, які вносять у процес навчання математики інтенсивне впровадження штучного інтелекту та вказати шляхи їх подолання.

**Методологія:** аналіз наукових праць щодо стану цифрової трансформації освіти України, систематизація отриманих результатів, прогнозування результату впливу штучного інтелекту на розвиток суспільства, розробка рекомендацій щодо вдосконалення компонентів методичної системи навчання математики у закладах загальної середньої освіти.

**Наукова новизна:** виділено шляхи модернізації математичної освіти в умовах інтенсивної цифровізації суспільства.

**Висновки:** за умови інтенсивного розвитку цифрових технологій та машинного розуму виникає потреба у вдосконаленні змісту, форм та методів навчання, з метою формування у підростаючого покоління навичок необхідних їм для конкурентної переваги на ринку праці.

**Ключові слова:** цифровізація освіти, штучний інтелект, навчання математики, розвиток мислення.

**Taras VIICHUK**

Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor at the Mathematics and Economic Department, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Ivan Franko str., 24, Drohobych, Lviv region, Ukraine, 82100

**ORCID:** 0000-0001-5369-8594

**Nataliya STASIV**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Department of Fundamental Disciplines of Primary Schools Department, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Ivan Franko str., 24, Drohobych, Lviv region, Ukraine, 82100

**ORCID:** 0000-0001-7919-5151

**To cite this article:** Stasiv, N., Viichuk, T. (2023) Matematychna osvita v umovakh tsyfrovizatsii suspilstva. [Mathematics education in the conditions of digitalization of society]. *Acta Paedagogica Volynienses*, 4, 95–100, doi: <https://doi.org/10.32782/apv/2023.4.15>

## MATHEMATICS EDUCATION IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION OF SOCIETY

*The directions of using digital technologies to improve the educational process are analyzed. In particular, ways of using information and communication technologies during the study of mathematics in institutions of general secondary education are highlighted. The advantages of using digital technologies in education and the disadvantages that may arise during the implementation of information and communication technologies in the educational process are considered. The risks that will arise in connection with the unlimited development and spread of artificial intelligence are highlighted, and ways to improve the process of teaching mathematics to overcome these risks are proposed. The factors that arose in connection with the growing role of artificial intelligence in the modern world and determine the need to change the paradigm of the educational process are taken into account. The main approaches to the organization of mathematics education in order to develop the thinking of schoolchildren are characterized. This will help students better understand the object of research, understand mathematical concepts and how to apply them in practice.*

**The purpose of the article:** to analyze the impact of digital technologies on the organization of the educational process, to highlight the challenges that the intensive introduction of artificial intelligence brings to the process of teaching mathematics, and to indicate ways to overcome them.

**Methodology:** analysis of scientific works on the state of digital transformation of education in Ukraine, systematization of the obtained results, forecasting the result of the impact of artificial intelligence on the development of society, development of recommendations for improving the components of the methodical system of teaching mathematics in institutions of general secondary education.

**Scientific novelty:** the ways of modernization of mathematics education in conditions of intensive digitalization of society are highlighted.

**Conclusions:** under conditions of intensive development of digital technologies and machine intelligence, there is a need to improve the content, forms and methods of education, with the aim of forming the younger generation the skills they need for a competitive advantage in the labor market.

**Key words:** digitization of education, artificial intelligence, learning mathematics, development of thinking.

**Актуальність проблеми.** Розвиток сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема цифрових, має суттєвий вплив на різні сфери життя, такі як виробництво, науку, освіту, культуру, побут, соціальну взаємодію та інше. Наразі суспільний розвиток переживає процеси цифрової трансформації, які є фундаментальними та глобальними і освітній процес не може бути осторонь цих трансформацій.

До основних напрямів цифровізації освітнього процесу належать: використання доповненої, віртуальної і змішаної реальності, мобільних та інтернет технологій, дистанційної освіти, гейміфікацію освітнього процесу (Smal, 2022).

Проникнення цифрових технологій в освітній процес дозволяє полегшити доступ до інформації, візуалізувати навчальний матеріал, вдосконалити умови для індивідуального та диференційованого навчання. Але поряд із цим цифровізація освіти не дає очікуваного результату – підвищення рівня навчальних досягнень тих, що вчать. Дослідження впливу цифрових технологій на успішність учнів у провідних країнах світу демонструє зворотній ефект: чим

більше держава витрачала коштів на «компютеризацію» освітнього процесу, тим нижчий при цьому був рівень успішності (Ward, 2017, Beland, 2015, OECD 2015). А вплив штучного інтелекту на освітній процес, за умови незмінності підходів до організації навчання, також може підсилити цей негативний ефект (Elkin, 2023).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз наукових досліджень вказує на актуальність теми цифрової трансформації освіти, яка привертає увагу вчених різних галузей. Наприклад, В. Ю. Биков вивчає проблеми впровадження цифрових технологій у навчання та пропонує заходи для цифрової трансформації освіти. О. П. Буйницька, Б. І. Грицеляк, Л. О. Варченко-Троценко аналізують процес цифровізації вищих навчальних закладів, ідентифікують компоненти цифрового кампусу та вивчають міжнародний досвід. С. О. Карплюк досліджує особливості цифровізації вищої освіти, а С. Г. Литвинова концентрується на цифровізації загальної середньої освіти. В. М. Бабаєв, Г. В. Стадник, Т. В. Момот аналізують стратегічні орієнтири розвитку ІКТ

та цифровізації в Україні, визначають тренди в цифрових технологіях.

Крім того, у дослідженні (Alhumaid et al., 2023) проводиться оцінка того, як студенти сприймають використання програм штучного інтелекту в освіті, а також як навчальні заклади готові до цього та як суспільство загалом реагує на широке впровадження штучного інтелекту в освіту.

Нажаль в Україні мало уваги приділяють дослідженням негативного впливу екранних засобів отримання інформації (телевізор, комп'ютер, планшет, смартфон) на когнітивну сферу дитини. Серед найбільш цитованих зарубіжних досліджень у цьому контексті можна виділити:

1. Адріан Ф. Уорд, Крістен Дюк та інші. Як залежить рівень уваги учня від наявності смартфона на робочому місці (Ward, 2017).

2. Узагальнення досліджень PISA. Як змінився доступ учнів до пристроїв інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) і їх використання за останні роки, а також, як системи освіти та школи інтегрують ІКТ у навчальний процес учнів (OECD, 2015).

3. Луї-Філіп Беланд, Річард Мерфі. Чи впливає наявність смартфонів у студентів на їх рівень навчальних досягнень та емоційний стан (Beland, 2015).

Також вплив цифрових технологій на когнітивну сферу людини обговорюється у популярних закордонних засобах масової інформації:

– Betsy Sparrow, Jenny Liu, Daniel M. Wegner «Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips» (Вплив Google на пам'ять: когнітивні наслідки наявності інформації під рукою) та David B. Daniel, Daniel T. Willingham «Electronic Textbooks: Why the Rush?» (Електронні підручники: чому ажітаж?) опубліковані в одному із найпрестижнішому науковому журналі Американської асоціації сприяння розвитку науки «Science»;

– Jürgen Schaefer «Digital macht schlau!» (Цифрові технології роблять вас розумними!) опубліковано у міжнародному науково-популярному журналі «Geo»;

– Von Jan Guldner, Marion Schmidt « Stirbt das Schulbuch?» (Підручник вмирає?) опубліковано у популярній газеті «Zeit Online», що є онлайн версією друкованого видання «Die Zeit».

**Мета статті** – проаналізувати вплив цифрових технологій на організацію освітнього процесу, виділити виклики, які вносять у процес навчання математики інтенсивне впровадження штучного інтелекту та вказати шляхи їх подолання.

**Виклад основного матеріалу.** Цифровізація освітнього процесу суттєво впливає на процес навчання, зокрема математики, оскільки технології стають все більш доступними та зручними для використання на уроках та позаурочний час.

Цей вплив має як переваги так і недоліки. Серед головних переваг використання цифрових технологій у навчанні можна виділити:

– можливість забезпечити більш інтерактивний та зрозумілий процес навчання. Наприклад, використання комп'ютерних програм може допомогти у створенні візуальних матеріалів, які можуть бути корисними для учнів: 3-D зображення, динамічні моделі діаграм, графіки та ілюстрації. Це допоможе учням краще уявити об'єкт дослідження, зрозуміти математичні концепції та як застосовувати їх на практиці;

– вдосконалення індивідуального підходу у навчанні, оскільки учні можуть у навчальних цілях використовувати програми та додатки на своїх персональних пристроях у зручний для себе час, у власному темпі та на відповідному рівні знань;

– полегшує організацію проектної діяльності учнів, зокрема може допомогти у зборі та аналізі даних, візуалізації інформації та її анімації, що, у свою чергу, сприятиме кращому розумінню статистичних методів та інші математичних концепцій.

Хоча цифрові технології можуть вдосконалити організацію навчального процесу, вони також мають і негативний вплив:

– певна дискримінація навчальних закладів та учнів за фінансовим станом. Використання цифрових технологій є доволі витратними, особливо для шкіл та сімей з обмеженим бюджетом. Не всі громади можуть дозволити собі придбати для школи необхідне обладнання та програмне забезпечення, яке доцільно використовувати у навчанні. Також, не всі родини мають у своєму сімейному бюджеті достатньо коштів для придбання сучасних гаджетів за допомогою яких дитина зможе долучитись до цифрових освітніх технологій;

– зниження рівня взаємодії та спілкування між учнями та вчителями. Наприклад, якщо

урок проводиться за допомогою відеоконференції, то учні можуть почуватися менш залученими та менш зосередженими через відсутність прямого контакту з учителем та іншими учнями;

– зниження рівня зосередженості та уваги учнів. Легкий та необмежений доступ до інформації приводить до того, що мозок настільки перевантажений нею, що з'являються втома, перенасичення, нудьга, зміни емоційної чутливості, невміння розслабитися, підвищена тривожність.

Ще одним викликом, що ставить перед педагогами технічний прогрес, є поява штучного інтелекту (ШІ), який стає все більш розповсюдженим у сферах, які раніше були підвладними тільки людям. Наприклад, у фінансовому секторі, медицині, транспорті, літературі, мистецтві та інших. Це означає, що у майбутньому більшість робіт будуть виконуватися комп'ютерами та роботами. У такій ситуації людина може бути витіснена з ринку праці, якщо програє конкуренцію штучному інтелекту (Elkin, 2023).

Чи є ще сфери, де можлива перевага людини над машинним розумом?

1. Творчість. Людина здатна на творчість, що передбачає нестандартне мислення, оригінальні ідеї, нові рішення проблем. Машинний розум, зокрема, не може створювати нові мистецькі твори, писати книги, створювати нові теорії та концепції. Штучний інтелект може здійснювати компіляцію ідей запропонованих людиною.

2. Емоційний інтелект. Людина може розуміти іншу людину, відчувати її емоції, мотивації, виявляти співчуття та емпатію. Машинний розум поки що не має такої здатності, і хоча розробники створюють інтелектуальні системи, які можуть розпізнавати емоції, вони все ще далекі від того, щоб бути такими ж досконалими, як людський розум у цій сфері.

3. Прийняття рішень у нестандартних ситуаціях. Людина може приймати рішення в складних і нестандартних ситуаціях, де не можна використати шаблонні алгоритми та рішення, які можна знайти в машинному розумі. Це передбачає здатність аналізувати інформацію, брати до уваги різні фактори та враховувати особисті переконання.

4. Спілкування та міжособистісні взаємини. Людина має здатність спілкуватися з іншими

людьми та будувати взаємовідносини, що включає етику та моральність. Машинний розум, поки що, не має такої здатності та не може замінити людський фактор у спілкуванні.

Тому, не дивлячись на те, що штучний інтелект є доволі складним конкурентом для людини, вона все ще має можливість домінувати в деяких сферах.

Усі ці фактори, які виникли у зв'язку зі зростаючою роллю штучного інтелекту в сучасному світі та його можливостями швидко та бездоганно накопичувати інформацію та досконало виконувати завдання, які були раніше прерогативою людей, обумовлюють необхідність зміни парадигми освітнього процесу. І якщо раніше основною метою навчання в школі було накопичення знань та формування умінь їх застосування на практиці, то тепер навчальний процес має бути спрямований на розвиток мислення.

Для того, щоб накопичення знань учнем не було ціллю навчальної діяльності, а тільки засобом розвитку мислення, важливо організувати процес навчання таким чином, щоб учні мали можливість активно досліджувати математичні поняття, розв'язувати творчі задачі та застосовувати отримані знання у практичних ситуаціях.

Основні підходи до організації навчання математики з метою розвитку мислення включають наступні елементи:

1. Формулювання завдань, що сприяють розвитку мислення. Наприклад, можна давати учням задачі, які потребують застосування різних математичних методів та стратегій для їх розв'язання. Більшу увагу приділяти творчим методам розв'язування, а не репродуктивним

2. Розвиток критичного мислення. Учні повинні навчитись критично аналізувати результати своєї роботи, знаходити помилки та недоліки, а також робити висновки на основі аналізу результатів своєї навчальної діяльності.

3. Створення умов для самоосвіти та саморозвитку. Важливо давати учням можливість самостійно досліджувати нові проблеми, у індивідуальному режимі ознайомлюватись із навчальним матеріалом та методами розв'язування завдань, заохочуючи їх до пошуку нових знань та розвитку мислення.

4. Використання сучасних методик та технологій навчання. Важливо активно впроваджувати проектну діяльність учнів, інтерактивні



методи навчання, що включають в себе різноманітні дослідження, розв'язання складних задач, дискусії тощо. Вони дозволяють учням набувати практичних навичок та отримувати знання через власний досвід, формуватиме здатність застосовувати їх у практичній діяльності.

5. Вільне спілкування та обговорення математичних понять. Учні повинні мати можливість обговорювати та ділитись своїми думками та ідеями з іншими учнями та вчителем, обговорювати та дискутувати що до особистих ідей.

6. Використання візуалізації та моделювання. Використання графіків, діаграм, таблиць, а також моделювання математичних процесів може допомогти учням краще зрозуміти складні математичні поняття та їх взаємозв'язки.

7. Диференційований підхід. Навчальний процес повинен бути організований таким чином, щоб учні мали можливість вчитися на своєму рівні розвитку та з урахуванням своїх індивідуальних потреб та можливостей.

8. Розвиток мислення через розв'язування проблем. Математичні задачі та проблеми повинні бути сформульовані таким чином, щоб учні вчилися ставити запитання, досліджувати

альтернативні шляхи розв'язання проблеми та вибрати найефективніші.

Така, зміна принципів навчання, орієнтованих на розвиток мислення, може потребувати більшого часу та ресурсів, ніж традиційна форма навчання, орієнтована на передачу знань. Проте, варто враховувати, що це інвестиція в майбутнє, оскільки зміна підходу до навчання математики може принести значні результати в плані розвитку мислення учнів та підготовки їх до життя в цифровому світі.

Крім того, важливо зазначити, що нові методи навчання математики, орієнтовані на розвиток мислення, можуть бути більш цікавими та змістовними для учнів, що сприяє їх мотивації та інтересу до предмету. В результаті цього, учні можуть бути більш активними та залученими до навчального процесу, що забезпечує більш ефективну роботу класу в цілому.

**Висновки:** за умови інтенсивного розвитку цифрових технологій та машинного розуму виникає потреба у вдосконаленні змісту, форм та методів навчання, з метою формування у підростаючого покоління навичок необхідних їм для конкурентної переваги на ринку праці.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Alhumaid, K., Naqbi, S., ElSORI, D. & Mansoori, M. (2023). The adoption of artificial intelligence applications in education. *International Journal of Data and Network Science*, 7(1), 457–466. URL: [https://www.growingscience.com/ijds/Vol7/ijdns\\_2022\\_115.pdf](https://www.growingscience.com/ijds/Vol7/ijdns_2022_115.pdf).
2. Adrian F. Ward, Kristen Duke, Ayelet Gneezy. BosBrain Drain: The Mere Presence of One's Own Smartphone Reduces Available Cognitive Capacity. *Journal of the Association for Consumer Research* 2, № 2 (April 2017). URL: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1086/691462>
3. Биков В.Ю. Суспільство знань і освіта 4.0 // Освіта для майбутнього у світлі викликів XXI століття (польська, EDUKACJA W KONTEKŚCIE ZMIAN CYWILIZACYJNYCH). – Bydgoszcz : Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, 2017. – С. 30–45. [https://lib.iitta.gov.ua/708567/1/%D0%91%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%92\\_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F2017.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/708567/1/%D0%91%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%92_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F2017.pdf)
4. Духаніна, Н. М., Лесик Г.В. Цифровізація освітнього процесу: проблеми та перспективи. The 12th International scientific and practical conference “Modern directions of scientific research development” (May 18–20, 2022), Chicago, USA. – Chicago : BoScience Publisher, 2022. – P. 406–409.
5. Елькін О. Віртуальне вчительство: чи замінить штучний інтелект людей у школах? 2023. URL: <https://nus.org.ua/view/virtualne-vchytelstvo-chy-zaminyt-shtuchnyj-intelekt-lyudej-u-shkolah/>
6. Louis-Philippe Beland, Richard Murphy. Ill Communication: Technology, Distraction & Student Performance, CEP Discussion Papers № 1350, Centre for Economic Performance, LSE, 2015.
7. Мар'єнко, М., Коваленко, В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 48–53. Режим доступу: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>
8. Сисоєва С. Цифровізація освіти: педагогічні пріоритети. Режим доступу: [https://naps.gov.ua/ua/press/about\\_us/2545/](https://naps.gov.ua/ua/press/about_us/2545/)
9. Смаль К. Цифрова трансформація освітнього процесу. Режим доступу: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.pdpu.edu.ua/bitstream/123456789/16288/1/%D0%A1ifrova%20transformaciya%20osvitnogo%20procesu.pdf>
10. OECD, Students, Computers and Learning: Making the Connection, PISA, OECD Publishing, Paris, 2015. URL: <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>.

11. Уманська Г. О. Застосування комп'ютерних технологій у навчальному процесі // Математика в школах України, 2009, № 4, С. 2–4.

#### REFERENCES:

1. Alhumaid, K., Naqbi, S., ElSORI, D. & Mansoori, M. (2023). The adoption of artificial intelligence applications in education. *International Journal of Data and Network Science*, 7(1), 457–466. Retrieved from [https://www.growing-science.com/ijds/Vol7/ijdns\\_2022\\_115.pdf](https://www.growing-science.com/ijds/Vol7/ijdns_2022_115.pdf).
2. Adrian F. Ward, Kristen Duke, Ayelet Gneezy. *BosBrain Drain: The Mere Presence of One's Own Smartphone Reduces Available Cognitive Capacity*. *Journal of the Association for Consumer Research* 2, no. 2 (April 2017). Retrieved from <https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1086/691462>
3. Bykov V.Iu. (2017) *Suspilstvo znan i osvita 4.0 // Osvita dlia maibutnoho u svitli vyklykiv KhKhI stolittia [Knowledge society and education 4.0 // Education for the future in the light of the challenges of the 21st century]*. Bydgoszcz : Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, pp. 30–45 (in Ukrainian) Retrieved from [https://lib.iitta.gov.ua/708567/1/%D0%91%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%92\\_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F2017.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/708567/1/%D0%91%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%92_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F2017.pdf)
4. Dukhanina, N. M., Lesyk H.V. (2022). *Tsyfrovizatsiia osvitnoho protsesu: problemy ta perspektyvy [Digitization of the educational process: problems and prospects]*. The 12th International scientific and practical conference “Modern directions of scientific research development”, Chicago, USA, (pp. 406–409). Chicago: BoScience Publisher (in Ukrainian).
5. Elkin O. (2023) *Virtualne vchytelstvo: chy zaminyt shtuchnyi intelekt liudei u shkolakh? [Virtual teaching: will artificial intelligence replace people in schools?]* Retrieved from <https://nus.org.ua/view/virtualne-vchytelstvo-chy-zaminyt-shtuchnyj-intelekt-lyudej-u-shkolah/> (in Ukrainian).
6. Louis-Philippe Beland, Richard Murphy. (2015) *Ill Communication: Technology, Distraction & Student Performance*, CEP Discussion Papers № 1350, Centre for Economic Performance, LSE.
7. Marienko, M., Kovalenko, V. *Shtuchnyi intelekt ta vidkryta nauka v osviti [Artificial intelligence and open science in education]*. *Fyzyko-matematychna osvita*, vol. 38(1), pp. 48–53 (in Ukrainian).
8. Sysoieva S. (2021) *Tsyfrovizatsiia osvity: pedahohichni priorytety [Digitization of education: pedagogical priorities]*. *Osvita i suspilstvo*, vol. 10–11, pp. 8–9 (in Ukrainian).
9. Smal K. (2019) *Tsyfrova transformatsiia osvitnoho protsesu [Digital transformation of the educational process]*. Retrieved from <http://dspace.pdpu.edu.ua/bitstream/123456789/16288/1/%d0%a1ifrova%20transformaciya%20osvitnogo%20procesu.pdf>
10. OECD, *Students, Computers and Learning: Making the Connection*, PISA, OECD Publishing, Paris, 2015. Retrieved from: <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>
11. Umanska H. O. (2009) *Zastosuvannia kompiuternykh tekhnolohii u navchalnomu protsesi [Application of computer technologies in the educational process]*. *Matematyka v shkolakh Ukrainy*, vol. 4, pp. 2–4 (in Ukrainian).