

ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ЗІ СТАРШОКЛАСНИКАМИ ЗІ ЗНИЖЕНИМ ЗОРОМ

Боряк Олександр Валерійович,

аспірант кафедри спеціальної та інклюзивної освіти

Сумського державного педагогічного університету

імені А. С. Макаренка

ORCID ID: 0000-0003-3302-7958

У статті висвітлено проблему формування знань з математики у старшокласників зі зниженим зором, здійснено дослідження факторів, що обмежують участь слабозорих школярів у галузі математики, здійснено аналіз тематичної літератури, узагальнено результати сучасних науковців у галузі використання STEM-технологій на уроках математики (Mbulaheni Maguvhe, M S Oyebanji & Ubong Sam Idiong).

Оскільки вчитель, як і раніше, залишається одним із головних та впливових на формування особистості дитини фактором, важливо дослідити труднощі викладання математики для учнів з порушеннями зору. Науковцями було встановлено, що тоді як технології включаються у викладання математики відповідальність за їх використання також розвивається. Учні з порушеннями зору можуть зіткнутися з проблемами в математичній освіті через брак доступних матеріалів, призначених для підтримки концептуального розуміння математики.

Метою дослідження є узагальнення сучасних науково обґрунтованих знань про електронні та цифрові технології навчання математики серед дітей зі зниженим зором.

Крім того, із появою цифрових технологій заохочення школярів також змінилося. Багатьом учням сьогодні пропонують комп'ютери, що оснащені дедалі ширшим складним програмним забезпеченням, динамічною геометрією та вебпрограмами, що пропонують віртуальні навчання. Новий освітній ландшафт має великий потенціал для розширення можливостей учнів, щоб підвищити рівень навчання, а в нашому випадку задовольнити потреби школярів зі зниженим рівнем зору. Допоміжні технології стали інструментом для дослідження та вивчення математики в різних сферах навчальної програми. Деякі програми можуть охоплювати багато областей математики, тоді як інші призначені для поглибленого дослідження лише однієї області. Програми наповнені вмістом, який можна налаштувати для широкого діапазону режимів навчання, спрямовуючи учня крок за кроком до більш відкритих досліджень.

Поява технологій ширшої математичної виразності встигла вплинути на діапазон тем навчального плану. Цифрові інструменти, які «порожні від контенту», як-от: електронні таблиці, програмне забезпечення для графіків, системи комп'ютерної алгебри (CAS), є технологіями, які слабо пов'язані з конкретними навчальними контекстами, але підходять для математичних розрахунків, створень матеріалів та розвідки. Ці інструменти частіше використовуються учнями середньої та старшої шкіл.

У цій статті висвітлено приклади можливих варіантів STEM-технологій під час викладання математики в учнів старшої школи зі зниженою гостротою зору.

Ключові слова: STEM, учні зі зниженим зором, математика для слабозорих дітей, STEM у старшій школі.

Boriak Oleksandr. The use of STEM technologies in mathematics lessons with visually impaired high school students

The article highlights the problem of teaching mathematics classes for high school students with low vision, a study of factors limiting the participation of visually impaired schoolchildren in the field of mathematics, an analysis of thematic literature, the results of modern scientists in the field of using STEM technologies in mathematics lessons (Mbulaheni Maguvhe, M S Oyebanji & Ubong Sam Idiong) are summarized.

Since the teacher is still one of the most important and influential factors in the formation of a child's personality, it is important to investigate the problems of teaching mathematics to visually impaired students. Scientists have found that while technology is being incorporated into the teaching of mathematics, responsibility for its use is also evolving. Visually impaired students may experience problems in mathematics education due to the lack of accessible materials designed to support a conceptual understanding of mathematics. The purpose of our study is to summarize modern evidence-based knowledge about electronic and digital technologies for teaching mathematics among children with low vision.

In addition, with the advent of digital technology student rewards have also changed. Many students today are offered computers equipped with increasingly sophisticated software, dynamic geometry and web applications that offer virtual teaching. The new educational landscape has great potential to empower students to improve learning. And in our case – to meet the needs of schoolchildren with a reduced level of vision. Assistive technology has become a tool for the exploration and study of mathematics in various areas of the curriculum. Some programs may cover many areas of mathematics, while others are designed to in-depth study of only one area. The programs are filled with content that can be customized for a wide range of learning modes, guiding the student step by step towards more open exploration.

The advent of technologies of wider mathematical expressiveness has managed to influence the range of curriculum topics. Digital tools “empty of content” such as spreadsheets, graphing software, computer algebra systems (CAS) are technologies that are loosely associated with specific learning contexts, but are suitable for mathematical calculations, material creation and intelligence. These tools are more commonly used by middle and high school students.

This article reflects examples of possible options for STEM technologies in teaching mathematics to high school students with a reduced level of vision.

Key words: STEM, visually impaired students, mathematics for visually impaired students, STEM in high school.

Вступ. Сучасний світ живиться технологіями, інформацією і рухається знаннями. Знання – валюта сучасності життя, а якісна освіта для всіх є необхідністю, але не можливістю. Серед категорій осіб із порушеннями психофізичного розвитку (ППФР) виокремлена категорія, яка стрімко збільшується в кількісному плані. Це особи зі зниженим зором різного віку. Погіршення гостроти зору є стійкою тенденцією до поширення переважно у шкільному віці.

Учні зі зниженим рівнем зору трапляються практично в усіх суспільствах світу. Тоді як природничо-математична освіта легко доступна для дітей з високим рівнем зору, вона менш доступна для слабозорих дітей, оскільки багато з її понять представлені графічно і є багато понять, які неможливо вивчити на дотик, але можна зрозуміти за допомогою візуального спостереження.

Із декількох причин для дітей зі зниженим рівнем зору шанси отримати освіту невеликі. Проте факт залишається фактом, що учні, котрі погано бачать, наділені тією ж пізнавальною здатністю, що й учні з нормальною гостротою зору.

Усі учні повинні мати можливість отримати певний рівень компетенції з математики відповідно до їхніх здібностей. Проте учні зі зниженим зором стикаються з більшими труднощами під час навчання з цифровими технологіями. Крім того, це порушення може маскувати їхні справжні математичні здібності, творче мислення та потенціал академічних досягнень.

Учні з низьким рівнем зору потребують позитивної взаємодії зі своїми вчителями. Їхнє ставлення може сформувати дитячий досвід. Отже, вчителі відіграють вирішальну роль у створенні значущого досвіду з математики для слабозорих учнів.

Матеріали та методи. Під час дослідження було здійснено систематичний огляд інформації, що включав детальну, комплексну, сплановану стратегію пошуку, розроблену з метою зменшення упередженості шляхом виявлення, оцінки та синтезу відповідних досліджень. Щоб знайти відповідні матеріали, було здійснено пошук у таких інформаційних джерелах, як SCOPUS, PubMed, ERIC та Web of Science, використовуючи такі пошукові терміни, як: «порушення зору», «слабозорість», «математика», «STEM-освіта».

Результати. Проблематиці освіти дітей зі зниженим зором присвячені наукові дослідження як вітчизняної, так і зарубіжної наукової спільноти (Ю. Бондаренко, Ю. Войтюк, К. Глушенко, Т. Гребенюк, Т. Дегтяренко, Л. Медведок, О. Паламар, В. Ремажєвська, С. Риков, І. Сасіна, Т. Свиридчук, Г. Серпутько, Є. Синьова, С. Федоренко, М. Федоренко та ін.).

Слід зазначити, що більшість проведених нині досліджень науково-практичного спрямування стосуються вивчення навчального матеріалу з різних предметів зазначеною категорією школярів саме спеціальних закладів загальної середньої освіти (СЗСО) для дітей з порушенням зору, навчання в яких здійснюється за спеціальними навчальними програмами, розробленими і затвердженими саме для зазначеної категорії дітей.

Навчально-виховний процес у зазначених закладах освіти здійснюється вчителями-тифлопедагогами, які володіють спеціальними методиками та прийомами навчання. З огляду на це з метою забезпечення якості освітнього процесу постає питання дослідження особливостей засвоєння навчального матеріалу з різних предметів, у тому числі математики, учнями зі зниженим зором, які знаходяться в умовах інклюзивного навчання.

Учні з порушеннями зору являють неоднорідну групу, не в останню чергу через широкий спектр зорових функцій, тому важливо враховувати висновки лікарів, стан зору та історію зорових розладів. Залежно від ступеня тяжкості проявів порушення зору застосовуються певні новітні технології. Пропонуємо проаналізувати найбільш поширені з них.

Аудіодевайси. Учнів зі зниженим зором часто характеризують як людей з порушенням здатності читати друкованим текстом. Багато дітей з обмеженими можливостями читання друкованого тексту використовують слухове введення як засіб отримання інформації. До пристрою можна додати аудіофункцію. Аудіо, додане до пристрою, може бути засобом для надання інформації про візуальні математичні явища, а також для покращення навчання та пізнання. Однак потрібні додаткові знання про те, як когнітивні процеси активуються для розуміння тексту на слух, не в останню чергу математичного тексту, а також про ефективні навігаційні стратегії з використанням технологій перетворення тексту на мовлення.

Результати дослідження показують, що цифрові підручники та слуховий зворотний зв'язок стали важливими в технологіях навчання для учнів з порушеннями зору. Сфери застосування варіюються від повної заміни шрифту Брайля до додаткових медіа та тактильного читання.

Braille – це механічна друкарська машинка Брайля, розроблена для людей з порушеннями зору. Це друкарська машинка може бути використана в усіх дисциплінах, але особливо корисна для лекційної аудиторії.

У класі STEM-брайлер можна використовувати для конспектування чи виконання математичних вправ. Учень може мати перед собою і задачу, і свою роботу одночасно.

Використання аудіо, доданого до пристроїв, відкриває нові можливості в освітньому контексті, але будь-які припущення про те, що аудіо може бути альтернативою шрифту Брайля, слід розглядати з обережністю у сфері візуальної освіти.

Для доступу та взаємодії з текстом у різних формах як друкований, так і безпаперовий шрифт Брайля є, на нашу думку, найкращим рішенням. Двовимірне представлення математичного змісту стосується не лише графіки та діаграм, але й отримання загального уявлення про просторову структуру, наприклад, ділянки стебла та листя або письмового вираження розрахунку рівняння. Тоді як тактильна графіка може відображати взаємозв'язки між компонентами технологія зчитування тексту з екрана може покращити спосіб взаємодії

читача з вадами зору з текстом і додатково збільшить швидкість, з якою читач може отримати інформацію. Потенційно поєднання слухової та тактильної інформації може надати учням більш повну концепцію [1].

Геометрія та графічні приклади. Наш огляд показує, що існують проблеми щодо читання та засобів читання, які насамперед характеризують дослідження математичної освіти та допоміжних технологій у сфері порушень зору. Технології як інструменти для навчання та дослідження математики в основному пов'язані з геометрією та графікою. Результати показали, що сенсорні допоміжні технології є потенційними інструментами для надання графічного контенту учням зі зниженим зором і покращують їхні можливості навчання та соціальну інтеграцію. Школярі, які читають шрифтом Брайля та мають доступ до оновлених дисплеїв Брайля з математики, можуть пройти навчання користування електронними таблицями чи подібними програмами. Учні навчають вводити текст, числа та формули в клітинках, але залежать від допомоги для інтерпретації результатів, коли вони представлені у вигляді графіків і стовпців. Іншими словами, є потреба в інструментах для відображення графічних представлень для дітей з вадами зору. Однак виникає проблема, коли пристрої залишаються прототипами і не стають доступними для більших груп школярів [2].

Нині доступні різноманітні технології, які дозволяють брати участь сліпим і слабозорим учням у навчанні математики. За знайденими нами даними, головна проблема полягає в тому, що вчителі не мають достатнього обладнання для викладання математики дітям з порушеннями зору.

Науковці вважають, що вчителям бракує практичних знань щодо можливостей слабозорих учнів у математиці – звідси їхні сумніви щодо здібностей учнів у цьому предметі. Учителям також бракує знань про порушення зору, щоб вони могли задовольняти потреби своїх учнів у математиці. Багато учнів процвітають завдяки своїм особистим амбіціям та ініціативам.

Дослідження показало, що вчителям бракує спеціальної підготовки для навчання школярів зі зниженим зором, включаючи суворий контроль педагогічної практики під час такого навчання. Як наслідок, вони не є компетентними в передачі своїх знань учням з особливими навчальними потребами, особливо слабозорим. Учителі, які не є фахівцями, не можуть ефективно сформулювати предмет дітям з вадами зору. Поточний результат демонструє гостру потребу в підготовці спеціалістів.

Нині на всіх рівнях системи освіти триває процес її модернізації з урахуванням європейської системи освіти. Це стосується і середньої її ланки. У зв'язку із введенням і поширенням «Нової української школи» ключових змін потребує система навчання у середній і старшій школі. Оскільки тепер уроки в початковій школі спрямовані не на розбір і засвоєння положень окремих навчальних дисциплін, а на вирішення конкретної практичної задачі, на дослідження конкретного об'єкта із залученням положень усіх навчальних дисциплін, що вивчаються в школі.

На нашу думку, можливість ведення уроків за технологією STEM буде розширюватися в міру зростання числа викладачів потрібної кваліфікації і відповідних розроблених і апробованих завдань.

Нині навчання школярів зі зниженим зором, які не мають інтелектуальних порушень, на рівні загальної середньої освіти здійснюється за програмами, призначеними для роботи зі школярами з нормотиповим розвитком.

Специфіка освітнього процесу вибраної категорії школярів визначається необхідністю корекційної роботи, спрямованої на задоволення особливих освітніх потреб цих учнів, зумовленої порушенням зору. Відповідно, кожна з предметних областей повинна виконувати як освітню, так і корекційно-розвиваючу функції.

Зміст шкільної як загальної, так і спеціальної освіти за останні десять років зазнав значних змін. Особливо пильної уваги до себе потребує рівень загальної осередньої освіти, що зумовлено наявними протиріччями:

- по-перше, відсутні адаптовані загальноосвітні програми для учнів зі зниженим зором, призначені для закладів загальної середньої освіти;

- по-друге, виникає необхідність у розробці навчально-методичних комплексів, що відповідають як положенням тифлодидактики і принципу наступності, що покладений в основі Державного стандарту загальної середньої освіти, так і змісту програм закладів загальної середньої освіти;

- по-третє, потрібно співвіднести заплановані результати програм уже реалізованих на рівні основної загальної середньої освіти з тими, що визначаються нині у межах «Нової української школи» для початкової школи.

Усе це зумовило необхідність аналізу змісту навчання школярів зі зниженим зором на рівні основної загальної середньої освіти.

Нами були проаналізовані підручники з алгебри та геометрії для 10–11 класів ЗЗСО, які відповідають програмовим вимогам МОН України. Діючими є: А. Мерзляк. Алгебра і початки аналізу: підручник для 10 класів з поглибленим вивченням математики. Харків: Гімназія, 2010. 415 с.; А. Мерзляк. Алгебра і початки аналізу: профільний рівень: підручник для 11 класів закладів загальної середньої освіти. Харків: Гімназія, 2019. 352 с.; А. Мерзляк. Геометрія: профільний рівень: підручник для 10 класів закладів загальної середньої освіти. Харків: Гімназія, 2018. 240 с.; А. Мерзляк. Геометрія: профільний рівень: підручник для 11 класів закладів загальної середньої освіти. Харків: Гімназія, 2019. 204 с.

Аналогічно було опрацьовано підручники для спеціальних закладів загальної середньої освіти для дітей зі зниженим зором.

Було з'ясовано, що зміст навчальних програм математичного циклу середньої школи з інклюзивною формою навчання спрямований вирішувати як освітні, так і корекційні завдання. Однак такі навчальні курси, як «Математика», «Алгебра», «Геометрія», все ще потребують науково обґрунтованих методів навчання,

підходів і прийомів роботи зі школярами зі зниженим зором, які б відповідали сучасним вимогам загальної та спеціальної дидактики.

Методика навчання математики для початкової школи, своєю чергою, володіє значним інструментарієм, необхідним для формування в учнів зі зниженим зором програмним вимогам математичних знань, а також сприяють розвитку у них компенсаторних механізмів. Зокрема, особлива увага вченими-методистами приділяється виготовленню і застосуванню різноманітної наочності, що забезпечує формування, заповнення предметних, просторових і геометричних уявлень (Л. Вавіна, І. Гудим, В. Деніскіна, С. Кондратенко, Т. Костенко, О. Легкий, Р. Малих, Н. Малюхова, Л. Плаксина та ін.).

Вченими й практиками обґрунтовано алгоритм роботи з наочною під час формування математичних понять, розширення можливостей учнів у пізнанні навколишнього світу, у ході розвитку зорового і дотикового сприйняття зорової, дотикової пам'яті, в уточненні і поглибленні різноманітних уявлень.

Значна увага приділяється корекції практичної діяльності. Завдяки цьому в учнів формуються математичні знання, складаються позитивні особистісні якості, необхідні для побудови адекватної міжособистісної взаємодії.

У результаті у школярів розвиваються зорове і дотикове сприйняття, просторове орієнтування, пізнавальні процеси. В їхній активний словник вводяться математичні поняття і вирази.

Для цього пропонуються різноманітні підходи, що дозволяють навчити школярів самостійного оперування наочними засобами, що використовуються під час порівняння та розв'язання математичних завдань, під час обґрунтування вибору арифметичної дії.

Для організації дієвого освітнього процесу з вибраною категорією школярів педагогам необхідно мати уявлення про специфіку викладання конкретних математичних дисциплін. У зв'язку з цим (О. Паламар, 2021) було актуалізовано проблему розширення професійних компетенцій учителів математики.

Реалізовані нині на рівні загальної середньої освіти методики викладання математики, алгебри та геометрії потребують науково обґрунтованих і апробованих на практиці методичних інструментів для вирішення різноманітних навчально-пізнавальних завдань, прийомів для адаптації підручників, контрольних-вимірювальних матеріалів, а також дидактичних засобів навчання.

Усе це повинно базуватися на отриманих у ході складного експерименту уявленнях, про роль засвоєваних школярами зі зниженим зором математичних знань

у процесі корекційно-розвиваючого навчання. Ці відомості повинні підкріплюватися як роботами вчителів математики, так і новими трактуваннями самої методики навчання математики вибраної категорії школярів.

З'ясовано, що у сучасній тифлопедагогіці спостерігається досить-таки суперечлива ситуація. Предметні області, що володіють складною, багатокomпонентною дидактичною системою, перевіреною в ході тривалого часу і довгою копійкою практичною роботою, є сусідами з навчальними дисциплінами, яким тільки належить отримати власну концептуальну модель корекційно-розвиваючого навчання.

Ключовим аспектом, що спонукає удосконалення методики навчання учнів зі зниженим зором до розвитку, слід визнати певний практичний досвід учителів математики, асистентів-учителів, які є першопрохідцями у зазначеному напрямі.

Пандемія COVID-19 наочно показала важливість і перспективи грамотної організації онлайн-освіти. Використовуючи отримані напрацювання, доцільно перевести освітні програми середньої освіти в змішаний формат: офлайн плюс онлайн. Такий підхід допоможе здобувачам вільніше планувати свій графік. Закладам освіти – залучити висококваліфікованих викладачів, які не можуть викладати очно. У змішаному форматі заклади освіти зможуть оптимізувати викладачів і аудиторії і підвищити загальну ефективність. У довгостроковій перспективі STEM повинна стати не тільки частиною освітніх програм вищих закладів освіти, а й шкіл. Це допоможе вибудувати єдину систему підготовки, підвищити ефективність усієї системи освіти, конкурентоспроможність вітчизняної науки і промисловості на світовій арені.

Висновки. Інтерактивне електронне навчання з аудіо та сенсорними допоміжними технологіями є потенційними інструментами для покращення хороших математичних навичок у учнів з вадами зору. Новітні технології пропонують функції, які дозволяють користувачам отримувати доступ до інформації, що передається шрифтом Брайля, друкованими та аудіоапаратами, і працювати з нею більш ефективно. Компетентність і мотивація вчителя, а також навчальне середовище є важливими факторами для досягнення успіху у навчанні учнів зі зниженим зором. Крім того, брак інформації про нову технологію та можливість додавання нових допоміжних засобів у навчальну обстановку може бути ускладненим.

Успішна математична освіта для слабозорих учнів потребує розширення можливостей учителя через ретельне навчання та розвиток обох підходів до предмета та загального усвідомлення унікальних навчальних потреб учнів з різними ступенями втрати зору.

Література:

1. Антонов В.М. Акмеологія креативності дитини на основі STEM-освіти. *Інноваційні технології навчання обдарованої молоді* : матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 20 грудня 2018 р.). Київ : Інститут обдарованої дитини. 2018.
2. Багашова В., Ісак Т. STEM-освіта – від уроку до інновації. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2017. 56 с.

3. Бойченко В.В. Інновації в магістерській підготовці STEM-учителів: досвід США. *Інноваційні технології навчання обдарованих дітей та молоді* : матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції, 13 жовтня 2019 р., м. Одеса. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України. 2019. С. 28.
4. Гончарова Н.О. Професійна компетентність вчителя у системі навчання STEM. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2015. 123 с.
5. Худецький І.Ю., Антонов В.М. Акмеологія геніальності та STEM-освіта на основі кібернетичної акмеології. *Інноваційні технології навчання обдарованої молоді* : матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 20 грудня 2018 р.). Київ : Інститут обдарованої дитини. 2018. С. 25–34.
6. Хмара наук. У лабораторії «МАНЛаб» презентували Всеукраїнський науково-методичний віртуальний STEM-центр. 2017. URL: http://man.gov.ua/ua/news/academy_news/khmara--nauk-br-u-laboratoriyi--manlab--prezentovali-vseukrayinskiy-naukovo-metodichniy-virtualniy-stem-tsentr.

References:

1. Antonov, V.M. (2018). Akmeolohiia kreatyvnosti dytyny na osnovi STEM-osvity [Acmeology of child creativity based on STEM education]. *Innovative technologies for teaching gifted youth: Materials of the 10th International Scientific and Practical Conference*. Kyiv: Institute of Gifted Child [in Ukrainian].
2. Bagashova, V., Isaacs, T. (2017). STEM-osvita – vid uroku do innovatsii [STEM education – from lesson to innovation]. *Scientific Notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine* [in Ukrainian].
3. Boichenko, V.V. (2019). Innovatsii v mahisterskii pidhotovtsi STEM-uchyteliv: dosvid SSHA [Innovations in master's training of STEM teachers: US experience]. *Innovative technologies of teaching gifted children and youth: materials of the XI International Scientific and Practical Conference, Odessa*. Kyiv: Institute of Gifted Children of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine [in Ukrainian].
4. Goncharova, N.O. (2015). Profesiina kompetentnist vchytelia u systemi navchannia STEM [Professional competence of the teacher in the STEM learning system]. *Scientific Notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine* [in Ukrainian].
5. Khudetsky, I.Yu., Antonov, V.M. (2018). Akmeolohiia henialnosti ta STEM-osvita na osnovi kibernetichnoi akmeolohii [Genius acmeology and STEM education based on cybernetic acmeology]. *Innovative technologies of teaching gifted youth: Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference (Kyiv, December 20, 2018)*. Kyiv: Institute of Gifted Children [in Ukrainian].
6. Cloud of Sciences (2017). The All-Ukrainian scientific and methodical virtual STEM center was presented at the “MANLab” laboratory. Retrieved from: http://man.gov.ua/ua/news/academy_news/khmara--nauk-br-u-laboratoriyi--manlab--prezentovali-vseukrayinskiy-naukovo-metodichniy-virtualniy-stem-tsentr.