



” Баруліна Ю. Впровадження теорії графів до розв’язування задач з логічним навантаженням у початковій школі. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2024. Том 12, № 1. С. 17-24. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i1-003>

Barulina Yu. Vprovadzhenia teorii hrafiv do rozv'язuvannia zadach z lohichnym navantazhenniam u pochatkovii shkoli [Implementation of graph theory to solve problems with logical dimension in primary school]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2024. Vol. 12, No 1. S. 17-24. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i1-003>

УДК 373.3016:519.17

DOI: 10.31110/2616-650X-vol12i1-003

Юлія БАРУЛІНА

Криворізький державний педагогічний університет, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-4053-5216>

julja.barulina@gmail.com

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕОРІЇ ГРАФІВ ДО РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ЛОГІЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ У ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ

Анотація. У статті підкреслюється важливість формування та розвитку логічного мислення учнів у початковій школі, як фундаменту до подальшого розвитку дитини; необхідність розв’язування задач з логічним навантаженням для формування гнучкості мислення, всебічного аналізу, врахування взаємозв’язків між вказаними та невідомими величинами. Для введення поняття «графи» окреслюється низка таких дефініцій, як: «множина», «відношення» «бінарне відношення», а саме: «множина» як сукупність елементів, що мають спільні ознаки; «відношення» як взаємозв’язок між предметами, явищами, а «бінарне відношення» як зв’язок, що відбувається безпосередньо між двома елементами (об’єктами).

Представлені види задач з логічним навантаженням, що розв’язуються у початковій школі, наводяться приклади задач, що розв’язуються із застосуванням теорії графів: представлені задачі на різні види графів (орієнтовані, неорієнтовані та «дерево-граф»). Наголошується, що застосування способу графів до розв’язування задач з логічним навантаженням посилить наочне сприйняття учнями інформації та прискорить процес розв’язування задач за таких умов: урахування індивідуальних та вікових особливостей учнів молодшого шкільного віку; поетапного та системного застосування способу графів при розв’язуванні задач з логічним навантаженням на уроках математики з 1 класу; необхідності стимулювання вчителем потреби учнів у розв’язуванні задач з логічним навантаженням. Для реалізації завдань нової змістової лінії навчальної програми з математики «Робота з даними» у статті наголошується на необхідності урізноманітнення представлення навчальної інформації.

У рамках дослідження представлені результати опитування, що проводилося з метою з’ясування готовності вчителів початкових класів до використання теорії графів у шкільній практиці та формування вмій в учнів початкової школи розв’язувати логічні задачі за допомогою графів.

Ключові слова: теорія графів; задачі з логічним навантаженням; множина; відношення; бінарні відношення; вчителі початкової школи; учні початкової школи.

Yuliia BARULINA

Kryvyi Rih State Pedagogical University, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-4053-5216>

julja.barulina@gmail.com

IMPLEMENTATION OF GRAPH THEORY TO SOLVE PROBLEMS WITH LOGICAL DIMENSION IN PRIMARY SCHOOL

Abstract. The article emphasizes the importance of the formation and development of logical thinking of students in primary school as a foundation for the further development of the child; the need to solve problems with logical load to form flexibility of thinking, comprehensive analysis, taking into account the relationship between known and unknown values. For the introduction of the concept of "graphs", several definitions are outlined, such as: "set", "relation" and "binary relation", namely: "set" as a set of elements that have the same features; "relation" as a relationship between objects, phenomena and "binary relation" as a connection that occurs directly between two elements (objects).

The types of problems with logical load, which are solved in primary school, are presented, and examples of problems solved using graph theory are given: problems for different types of graphs (directed, unoriented, and "tree-graph") are presented. It is emphasized that the use of the graph method to solve problems with logical load will enhance the visual perception of information by students and accelerate the process of solving problems under the following conditions: taking into account individual and age characteristics of pupils of primary school age; step-by-step and systematic application of the graph method in solving problems with logical load in mathematics lessons from the 1st grade; the need for the teacher to stimulate the students' need to solve problems with logical load. For the implementation of the tasks of the new content line of the mathematics curriculum "Working with data," the article emphasizes the need to diversify the presentation of educational information.

Within the framework of the study, the results of a survey conducted to determine the readiness of primary school teachers to use graph theory in school practice and to form the skills of primary school students to solve logical problems with the help of graphs are presented.

Keywords: graph theory; problems with logical load; plural; relation; binary relationships; primary school teachers; elementary school students.

Постановка проблеми. Важливим періодом для формування та розвитку дитини є початкова освіта. У Концепції Нової української школи зауважується, що саме в школі ще можна вирівняти дисбаланс у розвитку дітей, саме на цьому етапі вирішується, чи дитина захоче і чи зможе навчатися впродовж життя [5].

Одним із головних напрямів розвитку учнів молодших класів є формування в них логічного мислення, адже саме логіка дає можливість пояснити учням різноманітні життєві явища та дати змогу підтвердити їхню думку. Якщо вчителю вдається вчасно сприяти розвитку здатності мислити та виконувати логічні дії, то учень обов'язково набагато краще адаптується в житті та стане більш розвинутою особистістю. Щоб досягнути такої мети, педагоги повинні використовувати різноманітні ігрові завдання, цікаві задачі, створювати логічні ігрові ситуації, які зроблять уроки математики не просто цікавими, але й стануть максимально корисними для учнів, тому що головне завдання таких методів – розвиток мислення та інтелекту. Вони змушують мозок дитини мислити з подвоєною силою та знаходити логічну відповідь і рішення.

Задля всебічного та високоінтелектуального розвитку учнів початкової школи на уроках математики, окрім стандартних задач, вважаємо необхідним пропонувати розв'язувати задачі з логічним навантаженням, тобто задачі, які вимагають гнучкості мислення, всебічного аналізу, раціонального та критичного підходу до розв'язання, врахування взаємозв'язків між вказаними та невідомими величинами.

Слід зазначити, що програмні задачі, у процесі розв'язування яких необхідно узагальнювати або порівнювати результати, теж вважаються задачами на логіку. Зазвичай подібні задачі в підручниках позначають зірочкою. Але необхідно розуміти, що логічні задачі мають випереджувальний характер, тобто задачі, які для учнів 1 класу є задачами підвищеної складності, то для більшості учнів 4 класу вважаються звичайними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У Новій українській школі немає затвердження навчального предмета логіка, хоча програми з логіки для 2-4 класу запропоновані О. Митником [8], відповідно, навчити учнів елементів логічного мислення таких, як: аналіз, синтез, конкретизація, узагальнення, класифікація, розвинути в учнів просторове мислення покладено на вчителя під час уроків математики.

Авторський колектив науковців-педагогів: Н. Бібік, І. Большакова, Ю. Найда, О. Онопрієнко, М. Пристінська, Н. Софій за результатами досліджень зазначає, що увага першокласників ще слабо організована, має невеликий об'єм, погано розподіляється та нестійка, тому дослідники пропонують для її концентрації вчителю залучати зовнішню допомогу (часту зміну завдань, наочність). Проте науковці стверджують, що в першокласників добре розвинена мимовільна пам'ять, яка фіксує яскраві, емоційно насичені для дитини відомості та події її життя, отже, у навчанні доцільно використовувати цікаві й захопливі матеріали, яскраві візуальні опори тощо [9, с. 40].

На цих аспектах наголошує й І. Любченко: «З 6 років провідне значення набуває наочно-образне мислення, яке також включає спроби, спрямовані на пошуки розв'язання задачі, але ці спроби виконуються подумки, за допомогою образів. Тепер перед дитиною можна поставити пізнавальні, логічні завдання (пояснити явище, відгадати загадку, розв'язати головоломку тощо), у процесі розв'язання яких дитина починає співставляти між собою свої судження, доходить певних висновків, таким чином виникають найпростіші форми індуктивних і дедуктивних умовиводів» [7, с. 210].

Л. Коваль та С. Скворцова поділяють думку про необхідність наочного представлення розв'язання задачі у вигляді допоміжних моделей як предметних, так і схематичних, і наполягають, що саме вони забезпечують необхідне орієнтування в задачній ситуації та є переважною евристиком при її розв'язуванні [4, с. 326].

Зважаючи на те, що продемонструвати під час уроку на дошці всі процеси чи предмети вивчення абсолютно неможливо, в учнів виникають складнощі з розумінням навчального матеріалу та його засвоєнням.

Для того щоб процес розв'язування задач не зводився тільки до виконання за зразком, вчителю необхідно сприяти розвитку розумової діяльності учнів.

М. Бурда наголошує на доцільності використання моделей для розв'язування задач як принципу діяльнісного підходу до навчання математики, який вбачає у спрямуванні змісту предмета на вироблення таких якостей мислення, що допоможуть учню адаптуватися до повноцінного функціонування в суспільстві, тобто засвоєння математичного апарату як засобу розв'язання проблем реальної дійсності [1, с. 23].

Г. Білоусова та О. Віхрова відводять логічним задачам особливе місце в шкільному курсі математики як таким, що сприятимуть розвитку логічного мислення учнів. Науковці наголошують, що логічні задачі не вимагають громіздких арифметичних обчислень, але їх розв'язування неможливе без специфічних логічних навичок; не зв'язані з жодною конкретною темою, тому можуть застосовуватися на розгляд вчителя протягом всього курсу математики [2, с. 61].

Мета дослідження. Обґрунтувати важливість та доцільність необхідності розв'язування задач з логічним навантаженням за допомогою графів учнями початкової школи задля унаочнення всіх логічних можливостей ситуації. Представити результати опитування, що проводилося з метою

з'ясування готовності вчителів початкових класів до використання теорії графів у шкільній практиці та формування вмінь в учнів початкової школи розв'язувати логічні задачі за допомогою графів.

Методи дослідження. Теоретичні (аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури, її узагальнення, вивчення нормативних документів, систематизація теоретичного та практичного матеріалу); емпіричні (опитування та його аналіз).

Виклад основного матеріалу дослідження. Зазначимо види задач з логічним навантаженням, які найбільше використовують у початковій школі: задачі з паличками (сірниками); задачі на основні відношення початкової школи; задачі з основ комбінаторики та статистики.

На рис. 1. наведемо приклад задачі зі сірниками для учнів 1 класу, для цього скористаємося прикладами на платформі Logiclike:

Як можна переставити 1 сірник, щоб рівність стала правильною?



Рис. 1. Приклад задачі зі сірниками

Підказка: переставити у третьому доданку сірник таким чином, щоб отримати число 6.

Приклади задач з основ комбінаторики та статистики в початковій школі ми наведемо далі під час розкриття дефініції «графи».

Зважаючи на те, що темою нашого дослідження пропонується розв'язувати задачі з логічним навантаженням за допомогою графів, постає необхідність окреслити низку таких дефініцій, як: «відношення», «множина», «графи» та їх різновиди.

Уже в першому класі учні розв'язують задачі на відношення. Але слід розрізняти задачі на кількісні відношення, наприклад: учні перших класів вирушили на екскурсію двома автобусами, в одному автобусі їхало 25 учнів 1-А класу, а в другому учні 1-Б, і їх було на 3 більше. Скільки учнів їхало в другому автобусі?

Зауважимо, що в задачах, які розв'язуються за допомогою графів, буде використовуватися бінарне відношення, а не кількісне. Розберемо теоретичний аспект використання теорії графів при розв'язуванні задач з логічним навантаженням у початковій школі.

Теорія графів – це відносно молода сфера дискретної математики, яка використовується в інженерії, економічній, психологічній, біологічній та хімічній сферах, кібернетиці тощо. Використання мови та методів теорії графів унаочнює, полегшує сприйняття та прискорює розв'язання практичних задач, спрощує обчислення.

Сьогодні цей термін увійшов і в початковий курс математики задля реалізації завдань нової змістової лінії навчальної програми з математики «Робота з даними» [10] відповідно до вимог Державного стандарту початкової освіти [3].

Граф – це засіб, який на практичному рівні забезпечує ознайомлення учнів зі способом подання інформації у формі схем та розв'язуванні задач з логічним навантаженням [11, с. 28].

У математиці граfi використовуються для моделювання парних (бінарних) відношень між об'єктами. У цьому контексті у графах об'єкти (елементи) зображуються точками, які називаються вершинами графа, а відношення між ними лініями, що їх з'єднують, і називаються ребрами графа [6, с. 5]. При чому положення точок і довжина ліній між ними не мають значення. Головним є відповідність того, який об'єкт з яким зв'язується.

Дефініцію «відношення» будемо розуміти як взаємозв'язок між предметами, явищами [11, с. 21]. Бінарне відношення показуватиме, що зв'язок буде відбуватися безпосередньо між двома елементами (об'єктами).

Треба зауважити, що відношення може задаватися між елементами однієї множини. Під множиною будемо розуміти сукупність елементів, що мають спільні ознаки. Наприклад: множина учнів класу, множина квітів на клумбі, множина зошитів у клітинку тощо.

У початковій школі для наочного представлення розв'язання задач використовують: орієнтовані граfi, неорієнтовані та граф-дерево (дерево можливостей).

Граfi, у яких елементи (точки) з'єднані лініями, називаються неорієнтованими графами.

Наведемо приклад задачі для початкової школи, що розв'язується за допомогою неорієнтованого графа.

Задача. У шаховому турнірі брали участь шість друзів: Борис, Влад, Захар, Ліда, Катерина та Максим. Кожний учасник зіграв з усіма іншими учасниками турніру по одному разу. Скільки всього партій було зіграно?

На рис. 2. продемонструємо наочне розв'язання задачі за допомогою неорієнтованого графа. Друзів (елементи графа) позначимо точками, а відношення «один з одним» лініями. Для легшої орієнтації серед друзів – позначимо точки першими літерами їх імен.

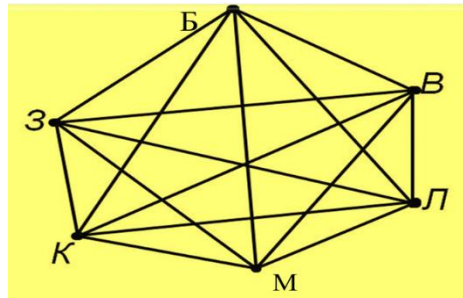


Рис. 2. Неорієнтований граф

Для того щоб відповісти на питання задачі, необхідно порахувати кількість отриманих відрізків (відрізок враховувати тільки один раз). Відповідь: 14 партій.

Наведемо приклад задачі для початкової школи, що розв'язується за допомогою графа-дерева (дерева можливостей).

Задача. У Данила є жовта і синя бейсболки, жовта і синя футболки та жовті і сині шорти. Скількома способами він може одягнути бейсболку, футболку і шорти на прогулянку?

На рис. 3. пропонуємо наочне розв'язання задачі за допомогою графа «Дерево можливостей».

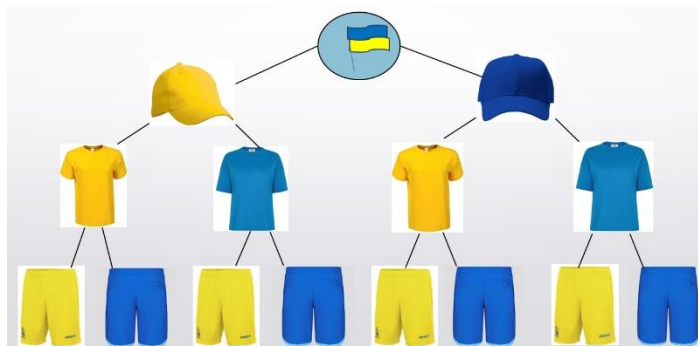


Рис. 3. Граф «Дерево можливостей»

Послідовності представлені на графі як з'єднані між собою елементи, а відповідь на питання про кількість способів ми отримаємо, порахувавши кількість елементів в останньому рядку, тобто 8.

Орієнтований граф (орграф) – схема, у якій елементи (точки) з'єднані один з одним стрілками, які відповідають заданому відношенню.

Наведемо приклад задачі для початкової школи, що розв'язується за допомогою орієнтованого графа.

Задача. Сергій, Мар'яна, Уляна та Матвій вирішили позмагатися, хто більше квітів назбирає, та пішли на галявину за різнобарвними квітами. У результаті у Мар'яни квітів було менше, ніж у Уляни, але більше, ніж у Сергія. В Уляни менше, ніж у Матвія. У кого з дітей було найбільше квітів, а в кого – найменше.

На рис. 4. продемонструємо наочне розв'язання задачі за допомогою орієнтованого графа.

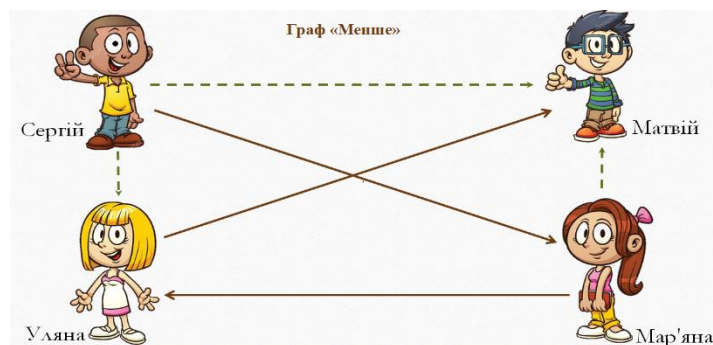


Рис. 4. Орієнтований граф

З графа ми бачимо, що найменше квітів зібрав Сергій, а найбільше – Матвій.

Проаналізуємо результати опитування готовності вчителів початкових класів до формування вмінь учнів початкової школи розв'язувати логічні задачі за допомогою графів.

У дослідженні взяли участь 94 вчителі початкової школи міста Кривого Рогу, а саме: вчителі 1 класу – 15 осіб, 2 класу – 26, 3 класу – 15, 4 класу – 38. У відсотковому відношенні результат представлений на діаграмі (рис. 5.).

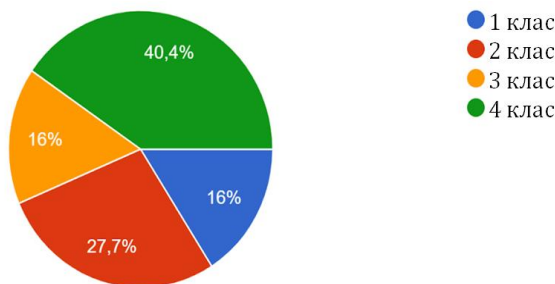


Рис. 5. Відсоткова участь учителів в опитуванні по класах

У своїй роботі на уроках математики вчителі використовують підручники таких авторів: С. Скворцова, О. Онопрієнко – 36,2%, Н. Листопад – 19,1%, В. Бевз, Д. Васильєва – 10,6%, С. Логачевська, Т. Логачевська, О. Комар – 5,5%, Г. Лищенко, С. Тарнавська, К. Лищенко – 6,4%, Н. Будна – 5,3%, О. Гізь, І. Філяк – 1,1%; 16% вчителів використовують підручники інших авторів. Наочно представимо результати на рис. 6.

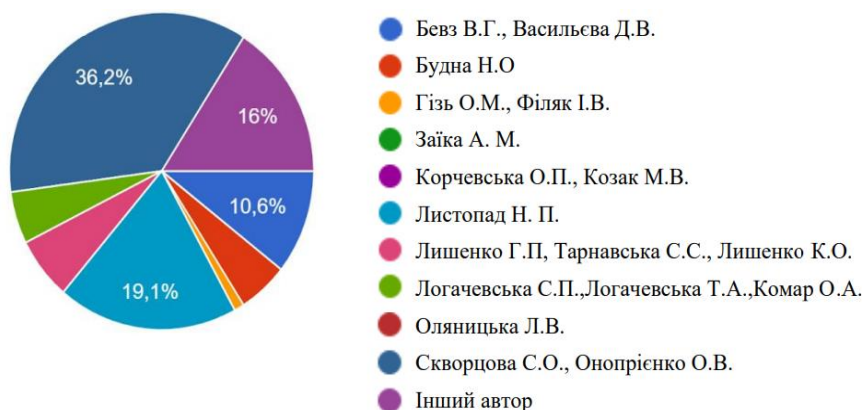


Рис. 6. Аналіз використання підручників з математики (у %)

Підручники авторів А. Заїки, Л. Оляницької та О. Корчевської, М. Козак взагалі не використовуються вчителями, що взяли участь у нашому дослідженні. Натомість підручники автора Л. Оляницької містять цікаві логічні завдання на відношення.

На питання «Чи використовуєте Ви задачі з логічним навантаженням?» ми побачили такі відповіді, що представлені на рис. 7 у кількості та %.

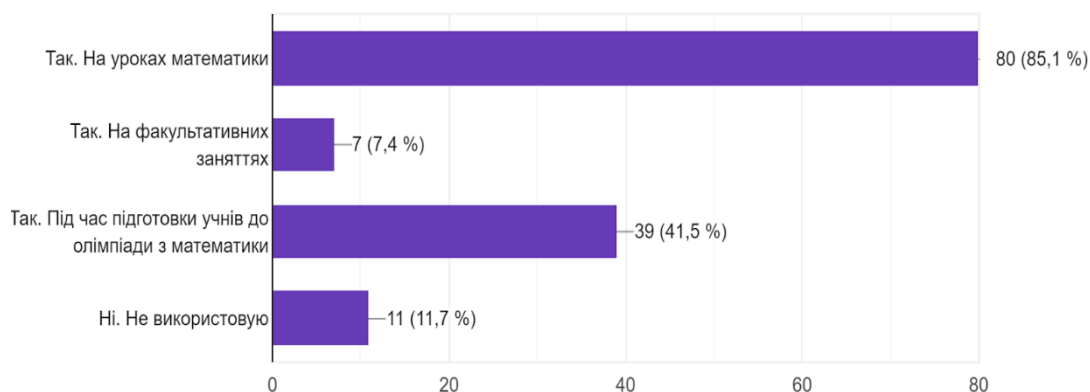


Рис. 7. Показник використання задач на логіку при вивченні математики

У дослідженні ми попросили вчителів вказати, які види задач вони використовують як ті, що мають логічне навантаження. Результати представлені на рис. 8. у кількісному та відсотковому відношенні.

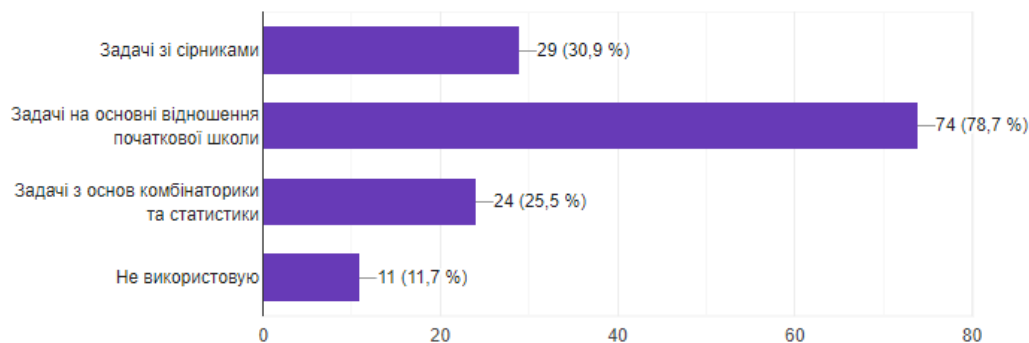


Рис. 8. Використання видів задач на логіку

На питання про те, де саме вчителі добирають завдання з логічним навантаженням, були отримані такі відповіді: підручник, інтернет, посібники з математики, складаю самостійно. Показники представлені на рис. 9.

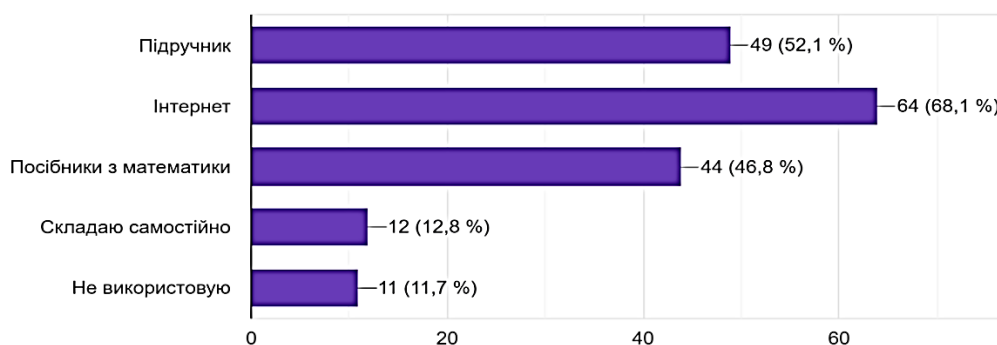


Рис. 9. Інформаційні джерела, що використовують вчителі

З отриманих відповідей ми бачимо, що 11,7% вчителів взагалі не використовують у своїй практиці задачі на логіку.

Задачі з логічним навантаженням мають різний характер, і навіть задачі на подвійне кількісне відношення (3 клас) можуть трактуватися як задачі підвищеної складності для 1 класу. У нашому дослідженні йдеться про застосування графів до розв'язування задач з логічним навантаженням, тому наступним питанням було питання про те, чи знають вчителі про теорію графів та про її можливості щодо застосування до розв'язування задач.

З аналізу результатів опитування ми бачимо, що знають дуже гарно теорію графів 5,5% вчителів, знають теорію, але не використовують на практиці, – 29,8%, використовують у своїй практиці вчителя теорію графів – 31,9 %, взагалі не знають про теорію графів 33% вчителів початкової школи.

Результати подано у вигляді діаграми на рис. 10.



Рис. 10. Показники обізнаності вчителів початкової школи у теорії графів (у %)

На питання про те, чи використовують вчителі спосіб графів для розв'язання задач на розвиток логіки на уроках математики, відповіді розподілилися так (рис. 11.):

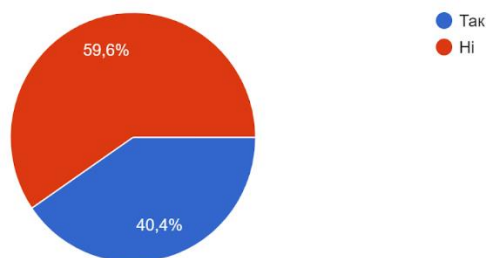


Рис. 11. Відсоткове співвідношення вчителів щодо використання графів під час розв'язування задач

Для нас було важливим питання, які види графів використовують на уроках математики вчителі початкових класів, що взяли участь в опитуванні. Результат опитування показав, що орієнтовані граfi використовують для розв'язування задач тільки 29,8% вчителів. Інші варіанти відповідей представлені на рис. 12.

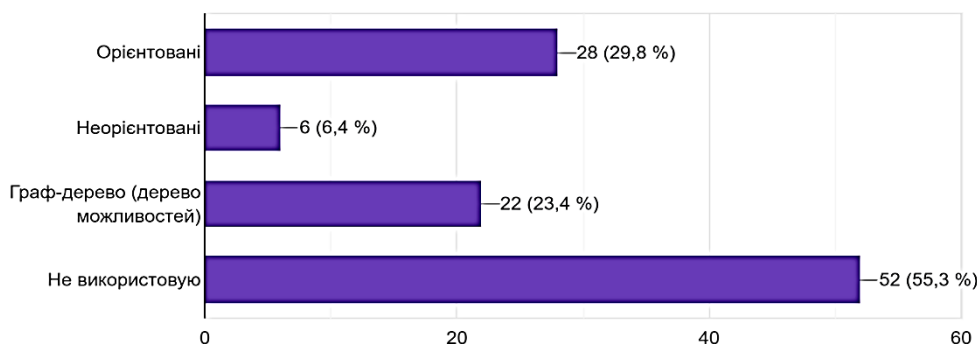


Рис. 12. Кількісне та відсоткове відношення застосування різних видів графів під час розв'язування задач

На питання про те, чи хотіли б вчителі отримати більше інформації про способи використання графів для розв'язування задач, що розвивають логічне мислення учнів початкової школи, ми отримали такі відповіді: ні – відповіли 9,6% учителів, іншим – 90,4% учителів цікава запропонована тема для професійного вдосконалення та використання на уроках. Більш детально результати опитування представлені у вигляді діаграми на рис. 13.

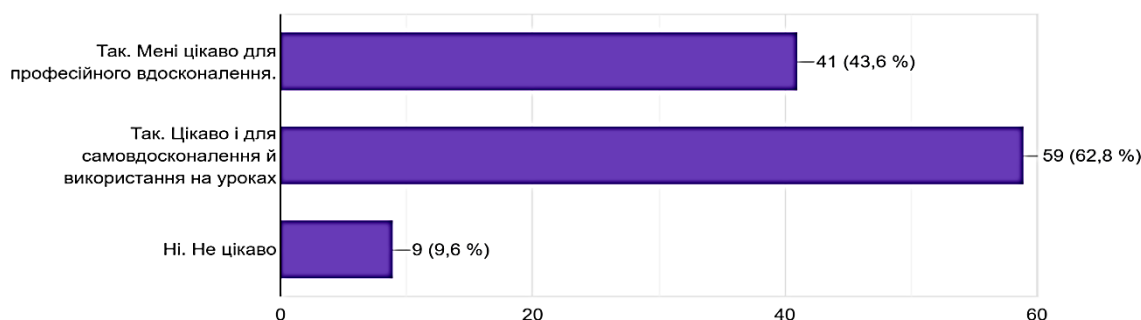


Рис. 13. Показники зацікавленості вчителів темою дослідження

Висновки і перспективи подальших досліджень. Зважаючи на те, що вік дітей у початковій школі – це 6-10 років, науковці одностайні в тому, що з 6 років процес сприймання в учнів готовий до переходу на якісно інший рівень, на якому виникає можливість формування складних еталонів, які ґрунтуються на взаємно підпорядкованих ознаках, а розвиток логічного мислення в ранньому віці є фундаментальним та закладає довгострокові наслідки, без яких не буде відбуватися подальший розвиток дитини на високому рівні (вміння аналізувати ситуацію, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, приймати обґрунтовані раціональні рішення).

У початкових класах є важливим застосування наочних засобів навчання під час освітнього процесу. Вони, безперечно, покращують сприймання навчального матеріалу, збагачують та розширюють чуттєвий досвід учнів, розвивають спостережливість у пізнанні властивостей предметів, створюють умови для систематизації навчального матеріалу.

Перспективою вважаємо подальше збільшення методичного забезпечення щодо розв'язування задач за допомогою графів та дослідження результативності впровадження його під час розв'язування логічних задач на бінарні відношення у початковій школі.

Список використаних джерел

1. Бурда М. І. Зміст шкільної математики як предмет методичного дослідження. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2015»: матеріали II міжнар. наук.-метод. конф., м. Суми, 3-4 груд. 2015 р. / Міністерство освіти і науки України, Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, Інститут педагогіки АПН України, 2015. С. 21–25.
2. Віхрова О. В., Білоусова Г. М. Навчання розв'язуванню логічних задач на уроках математики. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. 2005. Вип.1. С. 61–64.
3. Державний стандарт початкової освіти. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-derzhavnogo-standartu-pochatkovoyi-osviti>.
4. Коваль Л. В., Скворцова С. О. Методика навчання математики: теорія і практика: Підручник. Частина I. Одеса : Видавництво - Автограф, 2008. 284 с.
5. Концепція Нової української школи. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.
6. Кузьменко І. М. Теорія графів : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 71 с.
7. Любченко І. І. Розвиток логічного мислення у старших дошкільників як запорука успішного навчання і виховання. Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. 2014. Вип. 3. С. 209–214.
8. Митник О. Логіка. Програма курсу для 2-4-х класів загальноосвітньої школи. URL: <https://osvita.ua/school/method/2170/>.
9. Нова українська школа: порадник для вчителя / за заг. ред. Н. М. Бібік. Київ : ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2017. 206 с.
10. Типові освітні програми для 1-2 та 3-4 класів НУШ (під кер. О. Савченко, під кер. Р. Шияна). URL : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-10programi-dlya-pochatkovoyi-shkoli>.
11. Тлумачний українсько-російський словник-довідник термінів з математики / упор. Н. Д. Дика, Ю. О. Баруліна. Кривий Ріг, 2022. 152 с.

References

1. Burda M. I. Zmist shkilnoi matematyky yak predmet metodychnoho doslidzhennia. Rozvytok intelektualnykh umin i tvorchykh zdibnostei uchniv ta studentiv u protsesi navchannia dystsyplin pryrodnycho-matematychnoho tsykladu «ITM*plus – 2015»: materialy II mizhnar. nauk.-metod. konf., m. Sumy, 3-4 hrud. 2015 r. / Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy, Sumskiy derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni A. S. Makarenka, Instytut pedahohiky APN Ukrainy, 2015. S. 21–25.
2. Vikhrova O. V., Bilousova H. M. Navchannia rozviazuvanniu lohichnykh zadach na urokakh matematyky. Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. 2005. Vyp.1. S. 61–64.
3. Derzhavnyi standart pochatkovoi osvity. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-derzhavnogo-standartu-pochatkovoyi-osviti>.
4. Koval L. V., Skvortsova S. O. Metodyka navchannia matematyky: teoriia i praktyka: Pidruchnyk. Chastyna I. Odesa : Vydavnytstvo - Avtohrاف, 2008. 284 s.
5. Kontseptsiia Novoi ukrainskoi shkoly. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.
6. Kuzmenko I. M. Teoriia hrafiv : navch. posib. dlia zdobuvachiv stupenia bakalavra za osvitnoiu prohramoiu «Kompiuterni monitorynh ta heometrychne modeliuвання protsesiv i system» spetsialnosti 122 «Kompiuterni nauky». Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2020. 71 s.
7. Liubchenko I. I. Rozvytok lohichnoho myslennia u starshykh doshkilnykiv yak zaporuka uspishnoho navchannia i vykhovannia. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Pavla Tychyny. 2014. Vyp. 3. S. 209–214.
8. Mytnyk O. Lohika. Prohrama kursu dlia 2-4-kh klasiv zahalnoosvitnoi shkoly. URL: <https://osvita.ua/school/method/2170/>.
9. Nova ukrainska shkola: poradnyk dlia vchytelia / za zah. red. N. M. Bibik. Kyiv : TOV «Vydavnychiy dim «Pleiady», 2017. 206 s.
10. Typovi osvitni prohramy dlia 1-2 ta 3-4 klasiv NUSH (pid ker. O. Savchenko, pid ker. R. Shyiana). URL : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-10programi-dlya-pochatkovoyi-shkoli>.
11. Tlumachnyi ukrainsko-rosiiskiy slovnyk-dovidnyk terminiv z matematyky / upor. N. D. Dyka, Yu. O. Barulina. Kryvyi Rih, 2022. 152 s.