

УДК 37.02(ZDM C33, F40)  
DOI: 10.24144/2524-0609.2020.47.218-225

**Якоб Еніке Бейлівна**

аспірантка

Докторська школа математичних та комп'ютерних наук

Дебреценський університет

м.Дебрецен, Угорщина

[jakab.eniko@science.unideb.hu](mailto:jakab.eniko@science.unideb.hu)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9514-655X>

## ПЕРЕВАГИ НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ГЕНЕРАЦІЇ (ПРИГАДУВАННЯ) МАТЕРІАЛУ

**Анотація.** Метою статті є розробити, науково обґрунтувати та експериментально перевірити технологію застосування методу генерації (пригадування) (тестування) в порівнянні з традиційними методами вивчення математики. Для визначення ефективності процесів навчання та учіння застосовувалися наступні засоби та методи дослідження: спостереження, тестові листи-завдання, тести із відкладанням, статистичні та математичні методи дослідження, описовий аналіз порівняння-співставлення результатів. Нами здійснено порівняння ефективності навчального процесу з математики методами генерації (тестування) та традиційними методами повторення. Проведено експеримент в навчальному закладі повної загальної середньої освіти з угорською мовою навчання на Закарпатті щодо можливості інтеграції методу генерації в повсякденну практику навчального процесу та щодо її результативності. Навчальний експеримент проводився у рамках навчальних годин з контентом, що відповідає навчальному плану. Ідентичний навчальний матеріал був опрацьований в двох паралельних класах. В експериментальній групі застосовувався метод генерації (пригадування), в контрольній групі навчання проводилося за традиційними методами.

**Ключові слова:** пам'ять, пригадування, забування в процесі навчання математики; вплив методу навчання-пригадування.

**Вступ.** Однією з головних цілей навчального процесу є забезпечення тривалого навчання, тобто довгострокових знань. «Повторення – мати навчання», стверджує відоме прислів'я, і воно виражає те бачення, що введення інформації, її довгострокове збереження та здатність відтворити дану інформацію, тобто отримання стабільних знань, можна досягти найефективніше через повторюване учіння.

За традиційними методами навчання учневі потрібно прочитати отриманий навчальний матеріал, а через певний час він повинен ще декілька разів перечитати його. До 70-х років ХХ століття вважали, що наша пам'ять працює подібно до складського контейнера, тобто до того, як певний товар потрапляє на полиці складу. Інформація потрапляє до складу короткочасної пам'яті, деякий час там перебуває, поки не відбудуться певні зміни на складі довготривалої пам'яті, в результаті яких цю інформацію в майбутньому можна буде «викликати» зі складу, тобто відбувається все аналогічно тому, як читач знімає з полиці книжку, після того, як її придбав і помістив на певній полиці. У зв'язку з цим поглядом стосовно процесу учіння основний акцент ставився на процес внесення інформації. Однак можуть трапитися труднощі з доступом до товару, тобто у нашому у випадку з пригадуванням інформації. Тому в повсякденному житті, під час навчального процесу, при опитуванні, тестуванні, проведенні контрольних робіт, важливим є пригадування інформації. Останнім часом в значній мірі змінилися погляди щодо ефективності навчання та набуття стійких знань. Відомо, що навчання з повторенням в першу чергу підтримує короткочасну пам'ять, а стійкі знання можна досягти шляхом чітко спланованого багаторазового генерування (пригадування) [1; 2].

З традиційної точки зору щодо генерування (пригадування) є частиною тестування (опитування, контрольні роботи, іспити, тести) і демонструє, наскільки успішно засвоїли учні вивчений ними матеріал. Хоча процедури моніторингу та оцінювання знань учнів дають важливі рефлексії і для здобувача

освіти, і для вчителя, проте вони все ж перебувають, умовно кажучи, у певному розумінні на узбіччі навчального процесу, відбуваються відокремлено.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Починаючи з Аристотеля, дослідники намагаються довести, що генерація (пригадування) знань може стати інструментом навчання. Позитивні наслідки генерації (пригадування) доведені різними дослідженнями:

- *Повторне пригадування зміцнює пам'ять* [3; 4; 5].

- *Відносна незалежність наявності інформації та її доступності.* Ми здатні сприймати одночасно більше інформації, аніж спроможні її одночасно відтворити. Відповідні знання, а також репрезентація освоєних методів містять і ті елементи навколишнього середовища, де відбувалося навчання. Це означає, що, якщо навчання та пригадування відбуваються в однакових умовах (це можуть бути емоційні чи фізичні стани), тоді, по суті, це призводить до значно кращої продуктивності генерування – пригадування. Таким чином, через згадування епізодичних елементів можна допомогти генерації (пригадуванню). [6]

- *Генерація активізує, а також змінює інформацію.* Своєчасна генерація (пригадування), наприклад в кінці навчального уроку, запобігає помилковому закріпленню інформації, коригує її. Вчитель може спрямувати увагу учнів на ті моменти, які для структуризації їх знань є важливими. [7]

- *Правильно спланована генерація зменшує, уповільнює забування* [8; 9].

- *Повторне тестування дає кращі результати довгострокової генерації* [10].

- *Повторне тестування уповільнює темп забування* [11].

- *Вплив умов генерації (тестування).* Більш ефективними у випадку зворотного зв'язку є тестові питання з короткою відкритою відповіддю, а у випадку відсутності зворотного зв'язку – тестові питання з вибором правильної відповіді. [10]

- *Вплив генерації (пригадування) на кількісні та*

якісні показники учіння [12; 13; 14].

- Вплив генерації на вивчення текстів та іншомовних слів [15; 16; 17; 18; 19].

- Вплив генерації-тестування на різні вікові групи [20].

В Угорщині дослідження методу генерації (пригадування) проводив М.Рачмань та його колеги на кафедрі когнітивно-наукових досліджень Будапештського політехнічного університету в тематиці вивчення іноземної мови із застосуванням функціональної магнітної резонанції [21].

Вплив методу генерації в тематиці вивчення математики в повсякденній освітній практиці досліджували члени наукової групи з питань теорії навчання математики та психології на чолі з Ч.Сабо при Науковому Університеті ім. Етвеша Лоранта (ЕЛНУ) м.Будапешт, Угорщина. Спостереження проводилися з:

- елементарної математики серед учнів 9-их класів ліцею з економічним профілем навчання ім. Б. Телекі та Варошмайорської гімназії;

- стереометрії серед учнів 12-х класів ліцею з економічним профілем навчання ім. Б. Телекі;

- теорії чисел серед студентів факультету ЕЛНУ по підготовці викладачів математики в рамках курсу алгебри та теорії.

На цьому підґрунті нами проведено дослідження щодо методу генерації (пригадування).

Існує кілька аргументів, які підтримують можливість застосування методики генерації (пригадування) при проведенні шкільних уроків саме з математики в навчальних закладах з державними навчальними програмами. До угорських традицій навчання математиці належить випереджальне тестування на зразок: «оціни», «сформулюй свою гіпотезу», «наскільки це може бути». Фронтальне опитування на уроці, прямі запитання по темі з очікуванням короткої відповіді, питання з ціллю отримання розгорнутої чи детальної відповіді, відповіді з обґрунтуванням, виконання міні-самостійних робіт, математичних диктантів, тестів є органічною частиною навчального процесу, адже не тільки вимірює результативність навчання, але й впливає на нього. Зворотна рефлексія є важливою, особливо у випадку генерації у формі тестів з вибором правильної відповіді, тому що в цьому випадку учень зустрічається також з хибною інформацією.

Сучасні цифрові технології стали надійною базою для ефективною інтеграції новітніх методик в навчально-виховний процес. Арсенал ІКТ засобів та можливості їх застосування в значній мірі розширилися. Стали доступними для широкого загалу найрізноманітніші е-матеріали. З використанням ІКТ засобів, в тому числі в онлайн режимі з миттєвим оцінюванням, а також з можливістю індивідуального зворотнього зв'язку, може проводитися оцінювання рівня знань, детальна статистична обробка результатів тестування. Отож варто зазначити, що для методу генерації (пригадування) засоби ІКТ є надзвичайно важливою опорою. В свою чергу, ІКТ в поєднанні з методом генерації (пригадування), допомагають досягти кращих результатів у глибшому, більш ґрунтовному засвоєнні навчального матеріалу.

**Мега статті** – розробити, науково обґрунтувати та експериментально перевірити технологію застосування методу генерації (пригадування) (тестування) в порівнянні з традиційними методами навчання математики.

**Методи дослідження:**

- Проведення спостереження в контрольній

групі. В двох групах співпадають вчителі, а також зміст та розподіл навчального матеріалу. В двох групах відрізняється методика закріплення та пригадування знань. В експериментальній групі проводиться сплановане пригадування згідно заздалегідь визначеного графіка (опитування, тестування).

- Для визначення ефективності освітнього процесу застосовувалися наступні засоби та методи: спостереження, тестові листи-завдання, тести із затримкою, статистичні та математичні дослідження, описовий аналіз порівняння-співставлення результатів тощо.

- Методи математичної статистики використовувалися для обробки результатів експериментальної роботи.

**Виклад основного матеріалу.** Надзвичайно важливими є ті програмні засоби та способи, які використовуються при викладанні та вивченні математики. За допомогою комп'ютера є можливість демонструвати і такі навчальні матеріали, які без нього надзвичайно важко реалізувати. Емпіричні спостереження стосовно використання ІКТ засобів на уроках математики показують, що «чудові» презентації, програми динамічної геометрії спрямовують процес учіння в напрямку повторного учіння («Пізніше завантажу презентацію, пізніше роздрукую, пізніше буду мати час перечитати»). А повторне учіння не є достатньо ефективним засобом для забезпечення довготривалих знань. Задля усунення цих негативних процесів, необхідним є усвідомлення цього явища та його впливу на навчання, а також пошук можливості його компенсування. Метод генерації (пригадування) є одним з тих, яка ефективно допомагає підтримувати пам'ять, процес запам'ятовування.

Метод генерації та його застосування вивчалися в ряді навчальних закладів освітньої системи Угорщини. Предметом статті стало дослідження використання цього методу серед учнів, які навчаються на угорській мові, проте не в угорській освітній системі. Реалізований навчальний експеримент відрізняється від попередніх тим, що стосовно його учасників діють інші фактори впливу, але також потрібно зауважити і те, що був використаний інший інструментарій для проведення спостережень.

В двох групах, де проводилося дослідження, попередні умови можна вважати ідентичними. В попередньому навчальному році перед проведенням навчального експерименту один і той самий викладач здійснював викладання математики в обох класах згідно діючих навчальних програм. Отримані знання учнів цих груп можна вважати подібними.

Під час проведення експерименту не змінилася особа викладача, в обох класах учні працювали з використанням тестових зошитів. Дослідження проводилося в рамках формальних шкільних уроків (тобто не лабораторні умови) зі змістом, який відповідає навчальному плану класу. Один і той же матеріал був опрацьований в двох паралельних класах. Один клас був експериментальним, тут навчання проводилося із застосуванням методу генерації. Інший клас – контрольним, в ньому навчання проводилося за традиційними методами. Експериментальну групу було проінформовано про опитування, яке планувалося проводити в кінці заняття. Було важливим, щоб учні усвідомили, що не будуть мати додаткову можливість повторити матеріал перед опитуванням.

Учасниками експерименту були другокласники (6-й рік навчання) Берегівської угорської гімназії ім. Бетлена Габо́ра (див. Табл. 1).

Таблиця 1.

**Кількісний розподіл учнів за статтю по групах, які брали участь в дослідженні**

Група	Хлопці	Дівчата	Всього
Контрольна група	14	8	22
Експериментальна група	15	12	27
<i>Всього</i>	29	20	49

*Математичний зміст навчального дослідження*

Обидва класи, експериментальна група та контрольна група, відповідно до календарного плану вивчали алгебраїчну тему. Під час експерименту була опрацьована тема про дії з раціональними дробами. До цієї теми відносяться додавання, віднімання, множення та ділення раціональних дробів, а також їх властивості. Базові знання та навички учнів, опрацьований раніше матеріал були однакові, учням були відомі ті ж самі базові поняття. Дослідження проводилося на протязі семи тижнів, було чотири тижневих годин математики, всього було проведено 26 уроків, було написано 2 тематичні контрольні роботи.

Учні експериментальної групи кожного разу в кінці уроку писали невеличкий тест із двох завдань з матеріалу, який опрацьовувався на уроці. За ці тести можна було отримати десять балів в залежності від правильності та повноти відповіді. Учні щоразу отримували назад виправлені тестові роботи. На основі загальної кількості балів за написання міні тестів (самостійних робіт) з базових дій з дробовими числами, були виставлені оцінки.

З чотирьох базових дій з дробовими числами обидві групи написали підсумкову тематичну контрольну роботу. В обох класах були повністю однакові

завдання, критерії оцінювання були також однаковими. За правильну думку, твердження можна було отримати 1 бал, за одне обчислення  $\frac{1}{2}$  балів. Максимальна кількість балів, які можна було отримати за виконання всіх завдань контрольної роботи, становила 35 балів. В першому завданні перевіряли знання виконання базових дій над різними множинами. Завдання були підібрані з угорських та українських підручників з математики.

Для вивчення ефективності методу ми використали три різні показники: порівняння попередніх результатів груп з математики; порівняння результатів навчання груп на основі підсумкової тематичної контрольної роботи; після завершення дослідження, через п'ять місяців на основі проведення повторного тестування здійснено порівняння результатів у двох групах, а також порівняння з власними попередніми результатами.

На Закарпатті застосовується українська система оцінювання навчальних досягнень учнів і використовується 12-ти бальна шкала, де найвищий бал – це 12, а 4-ка – це задовільна оцінка. В Таблиці 2 наведено переведення цієї шкали в традиційну 5-ти бальну шкалу, що використовується в Угорщині. Таблиця складена за Інструкцією про вступ до вищих навчальних закладів Угорщини.

Таблиця 2.

**Порівняльна таблиця системи оцінювання навчальних досягнень України та Угорщини**

У відсотках	Система оцінювання в Україні	Система оцінювання в Угорщині
25%	3	2
33%	4	
42%	5	3
50%	6	
58%	7	
67%	8	4
75%	9	
83%	10	5
92%	11	
100%	12	

*Результати попереднього тестування*

Попередні знання учнів ми порівнювали з використанням річних оцінок за попередній – п'ятий клас, діагностичної контрольної роботи на початку шостого класу та оцінок за перший семестр. Середній бал експериментальної групи становив 7,51 (62,58%), а контрольної групи 7,50 (62,50%). Окрім цього, ми порівняли рівень підготовки учнів експериментальної та контрольної груп з середнім значенням результатів 6-х класів, в яких викладали математику. Порівняли також з відповідними показниками класів, де ми викладали протягом двох років перед проведенням експерименту. Можна зазначити, що

з точки зору попередніх чотирьох років, ми обрали курс, рівень якого можна вважати посереднім (середні показники були в інтервалі 7,44 – 7,67). На основі оцінок попередніх результатів учнів з математики між учнями двох груп відмінність не є істотною (різниця всього 0,08%), тобто вибірки можна вважати однаковими.

*Результати першої тематичної контрольної роботи*

За час проведення дослідження обидва класи написали по дві тематичні контрольні роботи. Порівняльні графіки цих результатів представлені на Рис. 1 та 2.

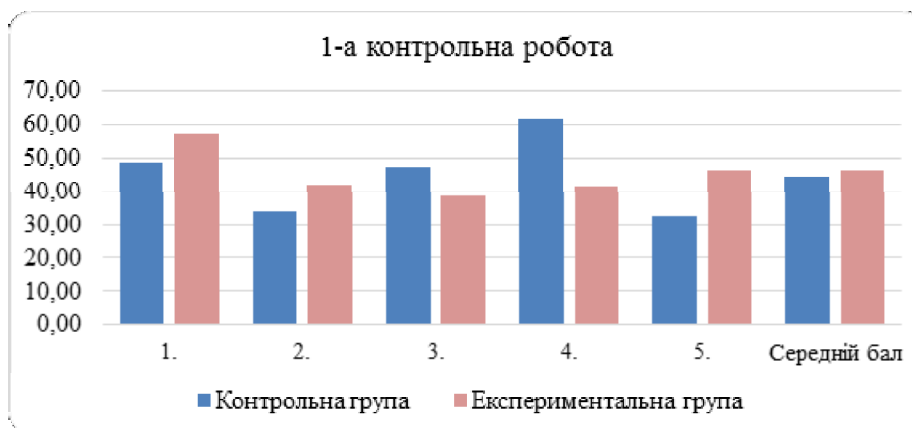


Рис. 1. Порівняння результатів контрольної роботи, що написані з теми «Додавання та віднімання раціональних дробів».

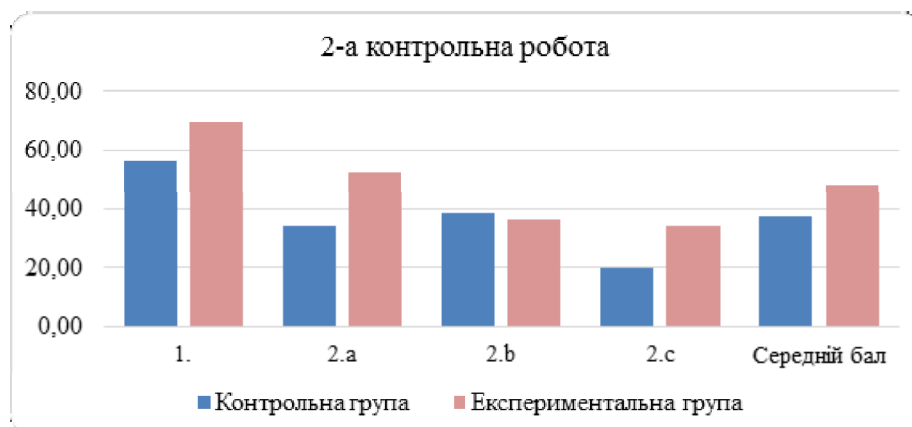


Рис. 2. Порівняння результатів контрольної роботи, що написані з теми «Множення та ділення раціональних дробів».

В третьому та четвертому завданні контрольна група досягла кращі результати, ніж експериментальна, проте середнє значення залишається з невеликою різницею, хоча показує кращі результати в експериментальній групі. На графіку результатів другої контрольної роботи однозначно прослідковується, що окрім завдання 2.в, використання методу

генерації (пригадування) дає кращі результати.

Після завершення майже двомісячного дослідження в обох класах учням була запропонована однакова контрольна робота для вимірювання навчальних досягнень. Порівняльні графіки результатів підсумкової контрольної роботи зображені на Рис. 3.

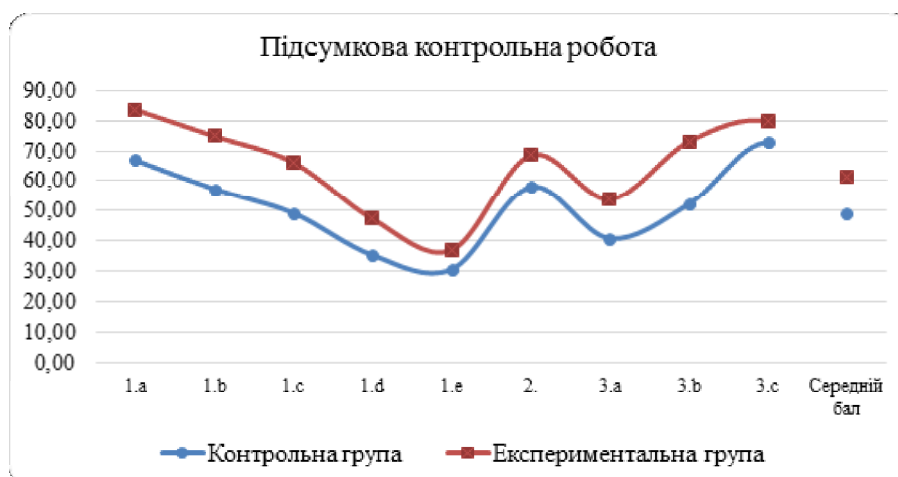


Рис. 3. Порівняння результатів підсумкової контрольної роботи на останньому уроці контрольної та експериментальної груп (остання контрольна точка відповідає середньому балу контрольної роботи).

З аналізу діаграми видно, що результати експериментальної групи кращі, ніж результати контроль-

ної групи. На основі t-критерію двох вибірок різниця між ними вже суттєва ( $p=0,048$ ).

Аналізуючи середні показники результатів розв'язування завдань, слід відмітити, що результат експериментальної групи становить 61,48%, а контрольної групи 49,22%. Проте необхідно зазначити також, що з цієї теми обидві групи показали нижчі результати, аніж цього можна було б очікувати на основі попередніх оцінок. Однією з причин цього було те, що виникли труднощі в застосуванні раніше вивченого матеріалу (дії з невід'ємними дробами. розв'язування рівнянь). Іншою причиною відносно низьких результатів стала наявність значної кількості помилок обчислювального характеру. Варто повернутися до обох тем із застосуванням цілеспрямованої генерації-пригадуванням.

*Повторне тестування*

З метою порівняння стійкості знань через п'ять місяців після завершення експериментального навчання, учні писали повторний тест. Завдання повторного тесту були подібні до завдань підсумково-

го. На протязі цих п'яти місяців учні не вивчали цю тему.

У зв'язку з тим, що в контрольній групі було 4 учнів, які не написали повторний тест, при аналізі було взято до уваги результати тільки 45 учнів, які взяли участь в обох вимірюваннях. Учні експериментальної групи не продемонстрували суттєво кращих результатів на повторному тесті, як і учні контрольної групи ( $p=0,037$ ). На основі результатів повторного тестування в учнів експериментальної групи показники погіршилися в середньому на 12,33%, а у випадку учнів контрольної групи нижчий показник погіршився на 15,17 %. На основі цього можна констатувати, що при застосуванні методу генерації (пригадування), можна отримати більш стійкі знання, а також стає нижчим рівень забування.

Дані про результати вимірювання двох груп представлені в Таблиці 3, яка однозначно підтверджує наші висновки.

Таблиця 3.

**Групування учнів за кількістю балів вступного вимірювання, підсумкового та повторного тестування**

		низькі показники (осіб)	посередні (осіб)	добрі показники (осіб)
Вступне вимірювання	контрольна група	0	15	7
	експериментальна група	3	17	8
Підсумковий тест	контрольна група	5	12	5
	експериментальна група	3	13	11
Повторний тест	контрольна група	10	6	2
	експериментальна група	7	11	9

З метою дослідження індивідуальних відмінностей, ми об'єднали учнів в три групи: учні з низькими показниками; учні, які показали посередні результати; учні з хорошими результатами. Групування ми визначили за допомогою терцелів. Ті учні, які отримали результат 34-66%, були віднесені до групи із середніми показниками – в класичному розумінні рівень «3». В першу групу були віднесені учні, які показали нижчі результати. В перерахунку на шкільну оцінку – це рівень незадовільного та нижче середнього. До групи з хорошими результатами були віднесені учні з результатами вищими, аніж середні. Цей результат відповідає шкільному рівню оцінок «4» та «5». З Таблиці 3 видно, що з обох класів були учні, віднесені до груп з посередніми та хорошими результатами. Проте це відношення в кінці дослідження змінилося. В умовах застосування методу генерації (пригадування) учні експериментальної групи незалежно від індивідуальних здібностей досягли вищих показників і отримали кращі бали. Отже, можна виявити вплив застосування в навчальному процесі методу генерації незалежно від індивідуальних здібностей учнів.

Тема про дії з раціональними числами є доволі складною в порівнянні з попередніми темами. Тут мова йде не про застосування простого правила, адже у випадку конкретних чисел слід визначити спочатку, яке правило потрібно застосовувати на відповідну дію (наприклад при додаванні раціональних чисел з протилежними знаками, віднімаємо з числа з більшим абсолютним значенням число, з меншим абсолютним значенням), а тільки після цього застосовуємо обране правило. Окрім цього, дане раціональне число може появитися в різних формах (скінчений дріб, періодичний, неправильний дріб), чергуються знак ділення та риска дроби та ще й числа різних знаків. Багато труднощів виникало при утворенні класів еквівалентності під час скорочення чи доповнення

дробів, до того ж, ще збільшилася кількість видів чисел (змішані дроби, періодичні дроби тощо). Учням доводиться мобілізувати всі отримані раніше знання про числа та дії з ними для виконання певного завдання.

Зважаючи на перераховані причини, ми вважаємо, що тема про дії з раціональними числами є вдалим вибором для демонстрації переваг методу генерації в навчальному процесі.

На цьому етапі ми використовували мультимедійні засоби для ілюстрації навчального контенту, створення тестів (проектор, текстові редактори, графічні редактори). В той же час в інших класах ми намагалися більш цілеспрямовано застосовувати засоби ІКТ. Досвід застосування цих методів наштовхнув на думку про поєднання двох методів, їх спільне використання. Методика генерації (пригадування) та навчання із системним застосуванням засобів ІКТ можуть ефективно підтримувати одна одну.

*ІКТ допомагає навчання методом генерації*

При організації навчання можна обирати таку ІКТ підтримку, яка ефективно допомагає реалізувати опитування в кінці уроку та відкладене опитування. Таким засобом може бути Redmenta, Edubase, Online Test Pad, Socrative та Kahoot. При опитуванні в кінці уроку є можливість миттєвої корекції при презентації питання та відповідей на них.

Для відтермінованої (наприкінці уроку, через один-два дні та на більш тривалий час) генерації (пригадування) вдалим засобом є, наприклад, програмний додаток Redmenta (навіть зі своїми недоліками). Можна встановити термін доступності тесту, кількість можливого заповнення тесту, термін виконання тесту. Якщо доповнити це відповідною системою керування базою даних, то стане можливим створення різних статистик з метою прослідковування індивідуальних та групових результатів, їх динаміки, визначення типових помилок і виявлення тих

моментів, які слід доопрацювати, або які залишилися незрозумілими. Ця система надає можливості готувати запитання і з відкритою відповіддю, проте потребує значних зусиль, відповідних знань та навиків у використанні цифрової техніки.

*Метод генерації здатний скоригувати негативні впливи ІКТ.*

Засоби ІКТ, які стають все більш зручними для користувача, відповідні програмні додатки ефективно активізують учнів, у вчителя залишається завдання підтримати їх інтерес. Проте враження, викликані зображеннями, які з'являються на екрані, інформація, що представлена вчителем в презентаціях, після вимикання екрану пропадають. Учні менше конспектують навіть на прохання вчителя, не фіксують свої відкриття, спостереження, в тому числі не роблять цього і на тестових аркушах. Опубліковані презентації, які залишаються доступними, є корисними зразками для конспектування, виділення важливих та суттєвих моментів, для набуття навичок естетичного сприйняття, проте звільняють учнів від активної співпраці, спостереження та активного спільного міркування. Учні автоматично відтермінують завдання, адже зазвичай планують переглянути презентацію пізніше, вдома. Проте актуальність інформації з відтермінуванням в значній мірі знижується, а через зволікання в опрацюванні навчального матеріалу учень вже не отримає допомоги від своїх однокурсників, нема поруч і вчителя, щоб допомогти.

Ці негативні впливи ІКТ можливо узагальнити таким чином: вони підштовхують учнів до перенавчання. Саме цей вплив можливо компенсувати зі свідомим та системним використанням методу генерації (пригадування).

*Підтримка методу генерації (пригадування)*

Першим етапом прикінцевого опитування є опитування щойно вивченого на уроці матеріалу;

другим – домашнє завдання, для виконання якого є можливість переглянути матеріал, що вивчався на уроці (якщо необхідно); третім – завдання, що має надіслати учень, за декілька днів. На прикладі навчального матеріалу ми продемонструємо яким шляхом можливо інтегрувати в навчальний урок метод генерації (пригадування). Під час проведення практичного заняття з додавання раціональних чисел, на одному із уроків виконувалися вправи з обчислення суми декількох (3-5) доданків з ціллю вяснити чи розуміють учні вплив додатного, а також від'ємного числа на суму.

Нами було обрано тестове завдання типу «Речення з пробілом», щоб учні сконцентрувались не на формулюванні правила, а на впливі доданку. Відповідь приймалася і у випадку, якщо не було узгодженості у формулюванні, але зміст був правильний.

*І Запиши пропущене слово/слова, щоб отримати правильне твердження.*

а) Додавання додатного числа \_\_\_\_\_ [зменшує] \_\_\_\_\_ суму.

б) Сума зменшується, якщо до 23 додати \_\_\_\_\_ [додатне] \_\_\_\_\_ число.

в) Додавання \_\_\_\_\_ [від'ємного] \_\_\_\_\_ числа, зменшує суму.

г) Сума збільшиться, якщо до 47 додати \_\_\_\_\_ [додатне] \_\_\_\_\_ число.

Застосування правила було випробувано на уроці як у словесній, так і в письмовій формі (з невеликими числами). Перший рядок другого завдання прикінцевого опитування для проби було виконано спільно: *равлик вирушає з 8-ої сходинки драбини, на одну сходинку піднімається, тоді він на 9-ій сходинці, але потім сковзає вниз 6 сходинок і опиняється на 3-ій сходинці.*

*2. Простеж рух равлика (вертикальні рядки рисунку), і запиши відповідні числа на пропущені місця!*

Вирушає (з якої сходинки)	Піднімається (на скільки сходинок)	Сковзає (скільки сходинок)	Опиняється (на котрій сходинці)
8	1	6	<input type="text"/>
-1	7	15	<input type="text"/>
-6	<input type="text"/>	3	0
0	4	<input type="text"/>	-2
6	1	<input type="text"/>	3

Для домашньої роботи було запропоноване наступне завдання:

*Ліфт одного з хмарочосів – спеціальний і має назву «відносний ліфт». На панелі управління ліфтом на кнопках зазвичай написані номери поверху, на котрий хоче пасажир ліфта доїхати. На відносному ліфті потрібно обрати число, яке покаже на скільки вище або нижче хоче поїхати пасажир відносно поверху, на кому знаходиться. Наприклад, якщо з третього поверху пасажир хоче доїхати до підвального гаражу на -5-й поверх, то слід обрати кнопку, де зазначено число -8.*

а) На який поверх поїде пасажир, який знаходиться на 10-му поверсі, і натисне кнопку, на якій вказано +32?

б) На який поверх поїде пасажир, який знаходиться на 1-му поверсі, і натисне кнопку, на якій вказано -7?

в) На який поверх поїде пасажир, який знахо-

диться на 6-му поверсі, і натисне кнопку, на якій вказано +24?

г) На який поверх поїде пасажир, який знаходиться на 10-му поверсі, і натисне кнопку, на якій вказано +32?

д) На який поверх поїде пасажир, який знаходиться на 48-му поверсі, і натисне кнопку, на якій вказано -31?

е) На який поверх поїде пасажир, який знаходиться на 17-му поверсі, і натисне кнопку, на якій вказано -26?

Приклади, які були серед тестових завдань, які учні отримували із затримкою.

Для репрезентації величин зі знаками ми апробували декілька моделей на основі угорських та українських підручників (рух вперед і назад, холодний – теплий, підігрівання – охолодження).

Серед них учнями найкраще сприймався вертикальний рух вниз та вгору, тому при тестуванні із



затримкою ми використовували завдання якраз цієї моделі: Підводний човен «Посейдон» пливе на глибині 300 м. Під час тренування човен піднімається вгору в чотири етапи, що мають однакову довжину. На якій глибині буде човен після кожного етапу підняття на поверхню?

Під час практичних занять з розв'язування лійних рівнянь з одним невідомим ми намагалися використовувати числа з різними знаками – спочатку з множини цілих чисел, а потім – з множини раціональних чисел. Наступний приклад відноситься до множини цілих чисел: Розв'яжіть рівняння. Спочатку виконай можливі дії зведення.

$$(-35) + (-40) + x = 0$$

$$(-56) + 46 + (-20) + x = -76$$

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** У традиційних методах викладання порізно оцінюють важливість певних фаз процесу учіння. Не ставиться однаковий акцент на важливість фази набуття знань (той процес, який подібний до того, як створюються складські запаси), фази закріплення, зміцнення, збереження інформації, знань (це відповідає процесу зберігання запасів на складі), та фази процесу використання чи застосування отриманих знань (тобто процесу виклику запасів зі складу). Найменше уваги приділяється систематичній реалізації прояву отриманих знань. Під час дослідження

шкільних умовах вдалося підтвердити, що системна генерація – метод пригадування (в кінці уроку, коригуючі питання, коротко-, середньо- та довготермінові застосування) ефективно покращує кількісні та якісні показники процесу отримання знань. В експериментальному класі набагато більша частина учнів засвоїли на вищому рівні вимоги програмового матеріалу, ніж в контрольній групі, тобто застосування методу генерації (пригадування) покращило їх результати. За короткий час учні звикли до зворотніх запитань, системного опитування, тестування. Крім очевидного зростання результативності навчання, метод генерації в значній мірі впливає на навички навчатися, на реальне оцінювання власних знань. Тому він є дієвим засобом для подолання ефекту ухилення від невдач, зменшується почуття тривоги стосовно опитування. Вчителі також більш точно можуть відстежувати знання учнів на особистому та груповому рівнях і у відповідності до цих показників можуть коригувати власну стратегію навчання. Метод зворотніх та повторних питань потребує відповідної системної спланованості, необхідно формулювати питання таким чином, щоб вони допомагали отриманню та засвоєнню знань, інформації, що опрацьовується, ставали органічною частиною знань. Для цього потрібні зміни в підходах, баченні, поглядах стосовно ефективності методів навчання. Метод генерації (пригадування) має стати повноправною частиною навчального процесу.

#### Список використаної літератури

1. Wheeler M.A., Roediger H.L. Disparate effects of repeated testing: Reconciling Ballard's (1913) and Bartlett's (1932) results. *Psychological Science*. 1992. №3. 240–245.
2. Vászrhelyi É., Bernáth L. *Örömteli és eredményes matematikatanulás*. Rátz László Vándorgyűlés, Győr. URL: <https://slideplayer.hu/slide/15218758> (дата звернення 10.08.2020).
3. Ebbinghaus H. *Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*. Leipzig: Duncker & Humboldt, 1985. 185 s.
4. Abbott E.E. On the analysis of the factors of recall in the learning process. *Psychological Monographs*. 1909. 11. P.159–177.
5. Gates A.I. *Recitation as a factor in memorizing*. New York: The Science press, 1917. 104 p.
6. Tulving E. Memory and consciousness. *Canadian Psychology*. 1985. № 26(1). C.1-12.
7. Loftus E. *Eyewitness Testimony*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1979. 270 p.
8. Roediger H.L., Karpicke J.D. The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on Psychological Science*. 2006. №1. P.181–210.
9. Roediger H.L., Karpicke J.D. Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*. 2006. №17. P.249–255.
10. Kang S.H.K., McDermott K.B., Roediger, H.L. Test format and corrective feedback modify the effect of testing on long-term retention. *European Journal of Cognitive Psychology*. 2007. №19. P.528–558.
11. Keresztes A., Kaiser D., Kovács G., Racsmany M. Testing promotes long-term learning via stabilizing activation patterns in a large network of brain areas. *Cerebral Cortex*. 2014. №24. P.3025–3035.
12. Smith M.A., Karpicke J.D. Retrieval practice with short-answer, multiple-choice, and hybrid tests. *Memory*. 2014. №22(7). P.784–802.
13. Butler A.C., Karpicke J.D., Roediger H.L. The effect of type and timing of feedback on learning from multiple-choice tests. *Journal of Experimental Psychology: Applied*. 2007. №13. P.273–281.
14. van Eersel G.G., Verkoefen P.P.J.L., Povlencic M., Rikers R. The Testing Effect and Far Transfer: The Role of Exposure to Key Information. *Front. Psychol.* 2016. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01977
15. Rowland C.A. The effect of testing versus restudy on retention: A meta-analytic review of the testing effect. *Psychological Bulletin*. 2014. №140(6). P.1432–1463.
16. Adesope O.O., Trevisan D.A., Sundararajan N. Rethinking the use of tests: A meta-analysis of practice testing. *Review of Educational Research*. 2017. №87(3). P.659–701.
17. Zaromb F.M., Roediger H.L. The testing effect in free recall is associated with enhanced organizational processes. *Memory & Cognition*. 2010. № 38. P.995–1008.
18. Carpenter S.K., Pashler H. Testing beyond words: Using tests to enhance visuospatial map learning. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2007. №14. P. 474–478.
19. Kromann C.B., Jensen M.L., Ringsted C. The effect of testing on skills learning. *Medical Education*. 2009. №43(1). P.21–27.
20. Dunlosky J., Rawson K.A., Marsh E.J., Nathan M.J. Willingham D.T. Improving Students' Learning With Effective Learning Techniques: Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology. *Association for Psychological Science*. 2013. № 14 (1). P.4–58.
21. Racsmany M. A csodálatos teszt, avagy miért az emlékezeti előhívás a leghatékonyabb tanulási mechanizmus? *Mindennapi Pszichológia*. 2014. № 3. P.52–55.

#### References

1. Wheeler, M.A., & Roediger, H.L. (1992). Disparate effects of repeated testing: Reconciling Ballard's (1913) and Bartlett's (1932) results. *Psychological Science*, 3, 240–245.
2. Vászrhelyi, É., Bernáth L. (2018). Joyful and efficient math learning. *Rátz László Assembly, Győr*. <https://slideplayer.hu/slide/15218758/> [in Hungarian].
3. Ebbinghaus, H. (1985). *Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*. Duncker & Humboldt. [in

- German].
4. Abbott, E.E. (1909). On the analysis of the factors of recall in the learning process. *Psychological Monographs*, 11, 159–177.
  5. Gates, A.I. (1917). *Recitation as a factor in memorizing*. The Science press.
  6. Tulving, E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian Psychology*, 26 (1), 1-12.
  7. Loftus, E. (1979). *Eyewitness Testimony*. Harvard University Press.
  8. Roediger, H.L., & Karpicke, J.D. (2006a). The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on Psychological Science*, 1, 181–210.
  9. Roediger, H.L., & Karpicke, J.D. (2006b). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17, 249–255.
  10. Kang, S.H.K., McDermott, K.B., & Roediger, H.L. (2007). Test format and corrective feedback modify the effect of testing on long-term retention. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19, 528–558.
  11. Keresztes, A., Kaiser, D., Kovács, G., & Racsmány, M. (2014). Testing promotes long-term learning via stabilizing activation patterns in a large network of brain areas. *Cerebral Cortex*, 24, 3025–3035.
  12. Smith, M.A., & Karpicke, J.D. (2014). Retrieval practice with short-answer, multiple-choice, and hybrid tests. *Memory*, 22 (7), 784–802.
  13. Butler, A.C., Karpicke, J.D., Roediger, H.L. (2007). The effect of type and timing of feedback on learning from multiple-choice tests. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 13, 273–281.
  14. van Eersel G.G, Verkoeijen P.P.J.L., Povilenaite, M., & Rikers, R. (2016) The Testing Effect and Far Transfer: The Role of Exposure to Key Information. *Front. Psychol.* doi: 10.3389/fpsyg.2016.01977.
  15. Rowland, C.A. (2014). The effect of testing versus restudy on retention: A meta-analytic review of the testing effect. *Psychological Bulletin*, 140 (6), 1432–1463.
  16. Adesope, O.O., Trevisan, D.A., & Sundararajan, N. (2017). Rethinking the use of tests: A meta-analysis of practice testing. *Review of Educational Research*, 87 (3), 659–701.
  17. Zaromb, F.M., & Roediger, H.L. (2010). The testing effect in free recall is associated with enhanced organizational processes. *Memory & Cognition*, 38, 995–1008.
  18. Carpenter, S.K., Pashler, H. (2007). Testing beyond words: Using tests to enhance visuospatial map learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 474–478.
  19. Kromann, C.B., Jensen, M.L., & Ringsted, C. (2009). The effect of testing on skills learning. *Medical Education*, 43 (1), 21–27.
  20. Dunlosky, J., Rawson, K.A., Marsh, E.J., Nathan, M.J., & Willingham D.T. (2013). Improving Students' Learning With Effective Learning Techniques: Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology. *Association for Psychological Science*, 14 (1), 4–58.
  21. Racsmány, M. (2014). A csodálatos teszt, avagy miért az emlékezeti előhívás a leghatékonyabb tanulási mechanizmus? [The wonderful test or why is mnemonic retrieval is the most effective learning mechanism?]. *Mindennapi Pszichológia*, 3, 52–55. [in Hungarian].

Стаття надійшла до редакції 15.10.2020 р.  
Стаття прийнята до друку 20.10.2020 р.

**Yakob Enike**

PhD Student

Institute of Mathematics, Doctoral School of Mathematics and Computer Science  
University of Debrecen  
Debrecen, Hungary

## THE BENEFITS OF RETRIEVAL-ENHANCED LEARNING

**Abstract.** The aim of the article is to develop, scientifically substantiate and experimentally test the technology of application of the method of generation (recollection) (testing) in comparison with traditional methods of studying mathematics. To determine the effectiveness of learning and learning processes, the following tools and methods were used: observations, test sheets-tasks, tests with delay, statistical and mathematical research, descriptive analysis of comparison-comparison of results, etc. In this article, we compared the efficiency of mathematics learning and teaching with the retrieval-enhanced (test-enhanced) learning and the traditional, repetitive (re-learning) method. We examined how the retrieval-enhanced learning method can be incorporated into the daily work schedule during mathematics teaching and its effect at a primary school with the Hungarian language of instruction in Transcarpathian region of Ukraine. The educational experiment took place as a part of formal school lessons with content that fit the class curriculum. The same curriculum was used in two parallel classes. In the experimental class, education was conducted in a retrieval-enhanced way while traditionally performed in the control class. During the study in school conditions it was confirmed that retrieval-enhanced (test-enhanced) method (at the end of the lesson, corrective questions, short-, medium- and long-term applications) effectively improves the quantitative and qualitative indicators of the process of acquiring knowledge. In the experimental class, a much larger number of students mastered the requirements of the programme material at a better level than in the control group, i.e. the use of retrieval-enhanced (test-enhanced) method improved their results.

**Keywords:** memory; retrieval-enhanced learning; forgetfulness in learning mathematics; the effect of retrieval-enhanced learning.