

УДК 378.147:159.95]:519.677
DOI: 10.31499/2307-4914.1.2022.258483

ПРО ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ МАЙНДМЕПІНГ ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВПРАВ З МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Тетяна Поліщук, кандидат фізико-математичних наук, завідувач кафедри вищої математики та методики навчання математики, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0001-7690-7723

E-mail: polischuk_t@ukr.net

Галина Іщенко, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри вищої математики та методики навчання математики, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0002-8584-7125

E-mail: gishenko0@gmail.com

Стаття присвячена проблемі застосування ментальних карт в освітньому процесі як однієї з ефективних інноваційних педагогічних технологій візуалізації процесу мислення, засобу візуалізації стану розуміння та застосування теоретичного матеріалу у процесі розв'язування задач із курсу «Математичний аналіз». Доведено, що у поєднанні із цифровими сервісами, призначеними для створення карт, ця технологія дозволяє оптимізувати процес розв'язування задач та позитивно впливає на формування у майбутніх учителів компоненти цифрової компетентності як взаємодії та обміну за допомогою цифрових технологій.

Ключові слова: підготовка учителя; математичний аналіз; освіта; ментальна карта; візуалізація; процес мислення; границя; графік; інновації.

THE APPLICATION OF THE MINDMAPPING TO SOLVING PROBLEMS OF MATHEMATICAL ANALYSIS

Tetiana Polischchuk, PhD in Physics and Mathematics, Head of the Department of Higher Mathematics and Methods of Teaching Mathematics, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0001-7690-7723

E-mail: polischuk_t@ukr.net

Halyna Ishchenko, PhD in Pedagogy, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Methods of Teaching Mathematics, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0002-8584-7125

E-mail: gishenko0@gmail.com

The accelerated process of innovation is one of the decisive factors, without which it is impossible to maintain leadership in today's world. The development of technology is actively influencing education, changing the pace of learning. At present, acquiring a knowledge system in an educational institution is no longer a key priority. It is much more valuable to develop students' analytical and modern digital

skills, the ability to effectively apply the acquired knowledge in practice. The article is devoted to the problem of using mental maps in the educational process as one of the effective innovative pedagogical technologies for visualizing the process of thinking and an alternative technique for recording information. The features of the use of mental maps as a means of visualizing the level of understanding and application of theoretical material in the process of solving problems in the course "Mathematical Analysis" by future teachers of mathematics, physics and computer science in institutions of higher pedagogical education are described. It is concluded that it is advisable to make mental maps when performing practical tasks on the topics "Graphing a function", "Finding boundaries", "Investigation of a function and plotting its graph", "Finding the largest and smallest values of a function of one and several variables", "Geometric Applications of the Integral", etc. It has been established that this technique should not be used in algorithms designed for several steps. It is proved that in combination with digital services designed to create maps, this technology allows you to optimize the process of solving problems, visualize the process of thinking, positively influence the formation of digital competence in future teachers in the context of digitalization of education and is an effective means of increasing the efficiency of the educational process since it helps to restore skills focusing attention and contributes to the structuring of theoretical material.

Keywords: education; teacher training; thinking process; mental map; visualization; mathematical analysis; limit; graph; innovation.

В умовах цифрової трансформації та масштабної глобалізації все більше фактів свідчать про важливість прискореного впровадження інновацій як одного із вирішальних чинників, без якого неможливо утримати лідерство у сучасному світі. Провідні країни прагнуть забезпечити довгостроковий економічний розвиток та утримати технологічну перевагу шляхом підвищення власної продуктивності та конкурентоспроможності на світовому ринку. При цьому основною рушійною силою стає здатність до використання інноваційних технологій.

Сьогодні освіта зазнає значного впливу цифрових технологій, які бурхливо розвиваються. Такий вплив відображається як на зміні економіки (перехід до цифрової економіки), так і суспільства загалом (перехід до нової епохи розвитку – Intelligent World).

Майндмепінг – відносно нова техніка роботи з інформацією, альтернативного її запису, яка стрімко розвивається і знаходить своє застосування в освітньому просторі. У поєднанні з цифровими технологіями ця техніка вигідно вирізняється серед педагогічних інновацій, які доцільно використовувати для візуалізації навчального матеріалу та зображення процесу системного мислення.

У наш час невпинно проходить пошук нових форм та засобів формування та засвоєння математичних понять, опанування математичних методів дослідження. Адже математика – це спосіб пізнання світу. Проблема візуалізації навчального матеріалу та процесу мислення у процесі підготовки майбутніх фахівців до професійної діяльності за допомогою інноваційних технологій та сучасних цифрових засобів неодноразово привертала увагу як вітчизняних, так і закордонних науковців.

Дійсно, ментальні карти є однією із сучасних педагогічних технік візуалізації навчального матеріалу, процесу критичного мислення, яка дозволяє працювати з інформацією відповідно до вимог сьогодення. Ментальні карти – це унікальна технологія осмислення та запам'ятовування інформації.

З метою якісної візуалізації процесу мислення, логіки розв'язування, конструювання відповіді, висвітлення розгляду проблемних задач та практичного використання теоретичного матеріалу і, як наслідок, його кращого та критичного

засвоєння здобувачами вищої освіти, педагоги застосовують інноваційні техніки роботи з інформацією у поєднанні з сучасними цифровими технологіями.

Питання використання ментальних карт в освітньому процесі відображені у роботах таких вітчизняних та закордонних учених, як С. Абуватфа, О. М. Лунгол, Л. П. Суховірська [1], О. А. Бубич, О. Г. Гілевич [2], В. Дубовик [6], Т. Б'юзен [12], В. Б'юзен [3–5], Т. А. Колтунович, О. М. Поліщук [7], Н. В. Оксентюк [9], В. Перегудова [10], А. Найдьонова [8], О. Г. Романовський, В. М. Гриньова, О. О. Резван [13], Т. Познякова [11], Г. В. Ткачук [14], P. Farrand, H. Fearzana, E. Hennessy, N. Loc, M. Loc [20], A. Seyihoğlu, A. Kartal [21], C. Gargouri, M. K. Naatus [17], V. Entrekin, F. Handoko [19] та інші.

Так, дослідниця Т. Познякова, у своїй праці [11] обґрунтовує актуальність використання ментальних карт у професійній діяльності вчителя. Авторка аналізує основні принципи та етапи створення карт та пропонує різноманітні способи їх використання в освітньому процесі.

На думку авторів [2; 7], застосування ментальних карт як інтерактивної техніки допомагає знизити інформаційне навантаження, відновити навички фокусування уваги, стимулювати основні когнітивні процеси, формувати стійкі інтелектуальні вміння, комунікативну та інтелектуальну компетентність та є одним зі способів підвищення ефективності освітнього процесу з урахуванням особливостей мислення сучасного студента. Адже в основі ментальних карт лежить принцип когнітивної візуалізації, згідно з яким візуалізація безпосередньо стимулює інтелектуальний процес отримання знань, забезпечуючи активізацію пізнавальних операцій.

На думку Г. Ткачук, складання власних ментальних карт дозволяє майбутньому вчителю оцінити рівень розуміння навчального матеріалу, допомагає отримати й осмислити ключову інформацію з тексту, розвиває вміння об'єднати отримані відомості в групи і категорії [14].

Ментальні карти є дієвим альтернативним засобом та інструментом візуалізації, структурування та класифікації навчального матеріалу на лекційних та практичних заняттях дисциплін природничо-математичного циклу. Використання техніки майндмепінгу позитивно впливає на якість запам'ятовування інформації, надає їй особливої значущості та системності, сприяє швидкому опрацюванню великих обсягів інформації; розвитку асоціативного мислення; розробці проєктів та планів дій; ухваленню рішень, як зазначають дослідники [1; 6; 13].

Техніка ментальних карт сприяє усвідомленню понять, дозволяє трансформувати інформацію у свідомості в чітке знання, допомагає демонструвати взаємозв'язки та співвідношення між ними та власне розуміння складних понять, чіткість міркувань; виявляти та усувати помилки у міркуваннях. Усе це робить її одним з ефективних засобів навчання математики [15; 17; 19–21].

Проте аналіз праць учених свідчить, що здебільшого розглядаються питання щодо ресурсів, на яких можна створювати ментальні карти, безпосередньо техніки створення та їхні освітні можливості. Значно менше робіт присвячено конкретним методичним рекомендаціям щодо використання ментальних карт під час вивчення конкретних тем. Враховуючи вищезазначене, постає необхідність у розробці та впровадженні таких методичних матеріалів.

Праць із застосування ментальних карт під час вивчення математичного аналізу

у вищих педагогічних закладах освіти недостатньо. Що особливо важливо у плані методичної підготовки майбутніх учителів математики, фізики та інформатики, оскільки ця дисципліна є основоположною у професійній підготовці майбутніх фахівців.

Мета статті – визначити та обґрунтувати особливості використання ментальних карт як ефективного засобу розв’язування задач математичного аналізу у процесі навчання майбутніх учителів.

Візуальні структуровані моделі дозволяють охопити всю структуру матеріалу (теми, розділу, поняття тощо) загалом і водночас виявити специфіку й особливості кожного її елемента зокрема. В освітньому процесі під час розв’язування задач здебільшого використовують такі види візуалізації, як матриця, граф, алгоритм, схема.

Ментальні карти, як одна із сучасних методик структурування інформації, вигідно вирізняються серед інших технік. Їх застосовують з метою генерації ідей, ухвалення рішень, упорядкування інформації та її опрацювання; «стратегічного думання» (можливості поглянути на проблематику комплексно); складання планів, розуміння своїх цілей, опису напрямів діяльності; ведення конспектів; створення презентацій і проєктів, у яких відображено хід думок; проведення мозкових штурмів тощо. Адже в основі зазначеної техніки лежить принцип «радіантного мислення», що належить до асоціативних розумових процесів, відправним пунктом або точкою дотику яких є центральний об’єкт. Подібний спосіб запису дозволяє карті розростатися та доповнюватися.

Ідея застосовувати багатовимірне мислення як для генерації нових ідей, так і для фіксації або рефлексії нової інформації у процесі навчання отримала назву майндмепінг. Цей спосіб зображення процесу загального системного мислення реалізується у вигляді певного зображення-діаграми, на яку нанесено слова, ідеї, завдання тощо, зв’язані гілками, що відходять від центрального поняття, проблеми чи ідеї.

Ідея поєднання логічного та творчого під час розв’язування задач стає дуже важливою для суб’єктів освітнього процесу та сприяє кращому усвідомленню навчального матеріалу. Принцип побудови ментальних карт варто використовувати на практичних заняттях з математичного аналізу під час розв’язування вправ, оскільки алгоритмізація процесу розв’язування досить вдало підлягає логічній візуалізації, що в свою чергу сприяє фокусуванню уваги.

Теоретичний матеріал, який необхідний для розв’язання тої чи іншої задачі, відображається на одному зображенні та трансформується в асоціативні зв’язки навчальних понять.

Стандартні ментальні карти можуть бути використані для візуалізації процесу розв’язування вправ з математичного аналізу. Розв’язування математичних задач передбачає виконання кількох кроків чи етапів. Цей процес може бути досить громіздким та заплутаним. Тому алгоритм, записаний у вигляді ментальної карти, допоможе візуалізувати процес розв’язування, а саме: відобразити необхідні кроки та записати формули, які варто застосувати на певному етапі розв’язування, щоб дістати відповідь.

Підтримуючи ідею створення умов для набуття досвіду використання цифрових технологій майбутніми вчителями природничо-математичних та інформатичних дисциплін, поряд із традиційними методами варто використовувати сучасні цифрові інструменти у поєднанні з інноваційними техніками. Тобто створювати ментальні карти за допомогою цифрових сервісів.

Існує велика кількість цифрових сервісів, як спеціалізованих, так і інтерактивних, що дозволяють створювати ментальні карти (FreeMind, Coggle, XMind, MindMeister, BubblUs, MindMup 2, LOOPY, WiseMapping, Mind42, iMindMap, Lucidchart, Ayoa.com, Canva тощо) [1; 8].

Між собою вони відрізняються ступенем вільності доступу, дизайном, можливостями експорту та управлінням. Одні програми є доцільними для особистого використання, інші – стануть у пригоді під час навчання.

Наведемо приклади використання ментальних карт, які створено за допомогою різних цифрових сервісів, під час розв'язування задач з деяких тем курсу «Математичний аналіз». Зазначений вид роботи допомагає викладачу зрозуміти, настільки чітко сформовано у студентів розуміння матеріалу, який вивчається. У процесі складання ментальних карт студенти мають коментувати свої дії, пояснюючи той чи інший крок. Досить ефективною є діяльність складання ментальної карти у парі, наприклад під час розв'язування прикладних задач із тем «Знаходження найбільшого та найменшого значення функції однієї та кількох змінних», «Геометричні застосування інтеграла» тощо. Під час такої діяльності пізнавальний інтерес до навчання спрямований як на процес, так і на його зміст. Студенти можуть працювати в парах та виконувати завдання в хмарі.

Приклад 1. Обчислити границю послідовності $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n^2} + \frac{3 \cos \frac{1}{n}}{n} \right)$

Методичний коментар. Як відомо, в основі техніки ментальних карт лежить принцип «радіантного мислення», що належить до асоціативних розумових процесів, відправною точкою дотику яких є центральний об'єкт. Це демонструє нескінченну різноманітність можливих асоціацій і, отже, невичерпність можливостей мозку. Подібний спосіб запису дозволяє карті асоціацій рости і доповнюватися. Відповідно до загальних правил та рекомендацій складання ментальної карти [1; 11–12]: у центрі записуємо умову задачі, аналіз підходів до розв'язування (за означенням та за властивостями – основні гілки від умови. Це орієнтує студентів щодо подальшого плану дій. Розташування гілок зі словами навколо умови свідчить про те, наскільки студенти усвідомлюють логіку процесу відшукування розв'язку. Наявність доповнень до ментальної карти гілками-відомостями свідчить про глибину володіння теоретичним матеріалом із розділу. Тут інформація може бути подана у вигляді поєднаних файлів, символів, малюнків тощо. Редагувати ментальну карту, розташовану у хмарному сервісі, можуть разом викладач та студенти у межах спільної діяльності з корекції карти.

На рис. 1 зображено частину ментальної карти до завдання теми «Границя послідовностей», виконаної у додатку Drive.io.

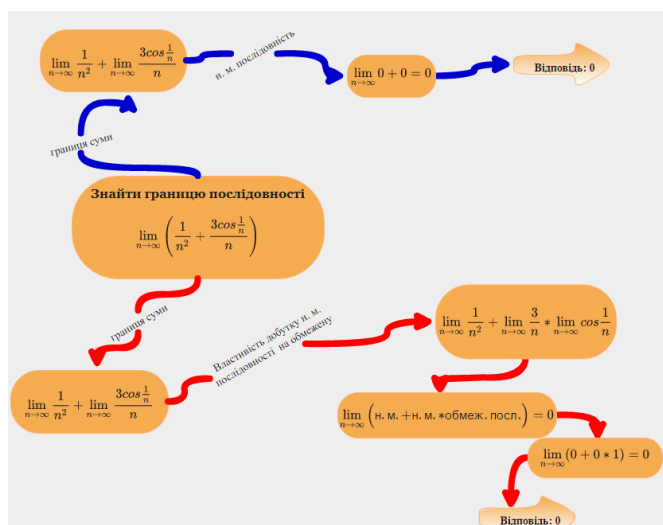


Рис. 1. Приклад побудови ментальної карти для знаходження границя послідовності

Приклад 2. Побудувати графік функції $y = 2\sqrt{-3(x + 1,5)} - 1,2$.

Методичний коментар. Зображаємо умову задачі як центральний об’єкт. Далі здійснюємо аналіз підходів до розв’язування (синя гілка від умови). Жовта та зелена гілки демонструють послідовність міркувань під час побудови. Крім того, графіки побудовано у динамічному середовищі Geogebra. За потреби є можливість додати посилання на аплети цих побудов.

На рис. 2 зображено приклад ментальної карти до завдання теми «Побудова графіка функції», виконаної у додатку Googl.It [18]. Варто пам’ятати, що створення ментальної карти в стилі традиційної схеми повністю заперечує ідеї майндмепінгу. Особливістю карт є відсутність монотонних об’єктів.

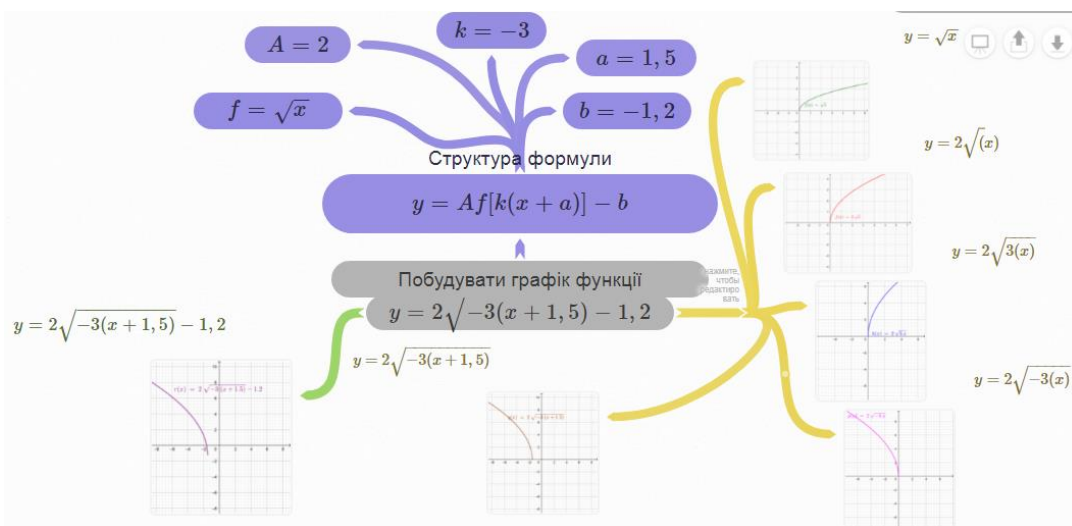


Рис. 2. Приклад побудови ментальної карти для побудови графіка функції

Упродовж 2020/2021 та 2021/2022 н.р. здобувачам вищої освіти (120 осіб) освітніх програм «Середня освіта (Фізика. Математика. Інформатика)» під час виконання індивідуальних домашніх завдань курсу «Математичний аналіз» було запропоновано (за бажанням) скласти ментальну карту розв'язку задачі за допомогою різних цифрових сервісів та середовищ. Як бачимо, розподіл вподобань цифрових ресурсів та сервісів для створення ментальних карт серед здобувачів вищої освіти склався так, що жоден із сервісів не має явної переваги (рис. 3.). Це свідчить про їхню доступність та несуттєві відмінності у користуванні безкоштовними інструментами.

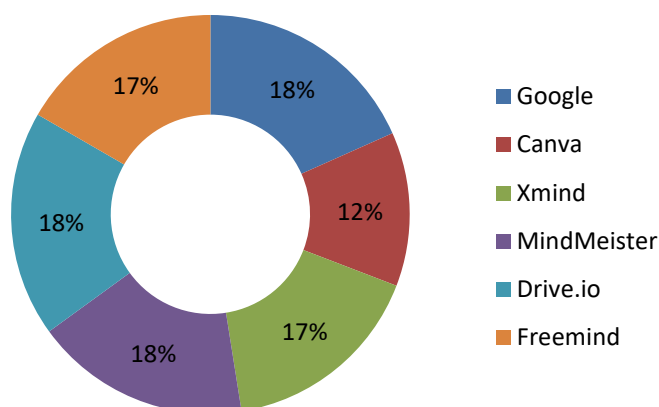


Рис. 3. Розподіл вподобань здобувачів вищої освіти щодо цифрових ресурсів та сервісів для створення ментальних карт.

На запитання «Які труднощі виникали під час складання карти?» 82 % опитаних здобувачів зазначили, що найбільше труднощів виникало на початковому етапі під час введення умови у вигляді формул. Дійсно, більшість сучасних математичних сервісів, інтерактивних середовищ для набору формул та тексту використовують макропакет для комп'ютерної верстки тексту Latex, що робить їх ще більш привабливими з огляду на необхідність формувати у майбутніх учителів цифрової компетентності в умовах диджиталізації освіти.

Застосування ментальних карт під час розв'язування математичних задач, які присвячено прикладним аспектам, є продуктивною альтернативою традиційним способам запису процесу розв'язування. Ця технологія є дієвим засобом підвищення ефективності освітнього процесу, оскільки допомагає відновити навички фокусування уваги та сприяє структуризації теоретичного матеріалу.

Насамперед технологія майндмепінгу дозволяє провести якісну візуалізацію навчального матеріалу та процесу мислення, зв'язків між поняттями, пришвидшити процес генерації ідей; провести демонстрацію алгоритму розв'язування задачі; здійснити аналіз отриманих результатів (розв'язку); підсумувати зроблене; організувати взаємодію під час групової діяльності.

Техніка майндмепінгу перетворює студента в активного здобувача освіти, стимулює логічне мислення, розвиває креативне та критичне мислення. Крім цього, використання ментальних карт сприяє формуванню вміння згортати об'ємний теоретичний матеріал до найважливішого, підвищує якість та інтенсивність процесу

навчання, тренує пам'ять, формує здатність структурувати інформацію для її використання під час розв'язування задач. Проте в алгоритмах, розрахованих на кілька кроків, не варто використовувати цю техніку. Хмарний майндмепінг дозволяє більш ефективно налагодити освітню комунікацію між викладачем та здобувачем вищої освіти.

Підсумовуючи вищевикладене, можна констатувати переваги та доцільність використання ментальних карт в освітньому процесі. Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення особливостей застосування цієї техніки під час проєктної діяльності майбутніх учителів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абуватфа С., Лунгол О. М., Суховірська Л. П. Особливості використання ментальних карт на заняттях природничо-наукових дисциплін закладів вищої медичної освіти. *Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка*. Сер.: Педагогічні науки, 2019. Вип. 183. С. 206–209.
2. Бубич О. А., Гилевич Е. Г. Клиповое мышление и организация педагогического процесса в вузе. Моделирование эффективной речевой коммуникации в контексте академического и профессионально ориентированного взаимодействия: сб. науч. ст. / под общ. ред. О. В. Луцинской, Е. В. Савич. 2016. Минск: БГУ. С. 65–71. URL: <http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/159350/1/65-71.pdf> (дата звернення: 19.01.2022).
3. Бьюзен Т. Научите себя думать. Минск: Попурри, 2004.
4. Бьюзен Т. Думайте эффективно. Минск: Попурри, 2008.
5. Бьюзен Т., Бьюзен Б. Супермышление. Минск: Попурри, 2003.
6. Дубовик В. В. Сучасні технології візуалізації навчального матеріалу на лекційних заняттях із лінійної алгебри. *Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського*. 2019. Вип. 1(126). С. 15–22.
7. Колтунович Т. А., Поліщук О. М. Використання ментальних карт як засобу візуалізації у процесі викладання соціальної психології. Використання ментальних карт як засобу візуалізації у процесі викладання соціальної психології. *Молодий вчений*. 2019. Вип. 7.1(71.1). С. 19–27.
8. Найдьонова А. В. Интеллект-карты как инструмент эффективной работы с информацией. URL: <http://ru.calameo.com/read/004373434dec4e2bf2b83> (дата звернення: 20.01.2022).
9. Оксентюк Н. В. Возможности застосування ментальних карт у навчальному процесі. *Технології навчання*. 2015. Вип. 15. С. 194–208.
10. Перегудова В. Mind map як засіб візуалізації технологічних процесів. *Наукові записки БДПУ. Серія: Педагогічні науки*. 2020. Вип. 3. С. 88–97.
11. Позднякова Т. Є. Візуалізація та структурування інформації за допомогою ментальних карт на уроках біології: наук.-метод. посіб. 2018. Рівне: РОППО. 50 с.
12. Поради Тоні Б'юзена з техніки створення ментальних карт. URL: <https://sites.google.com/site/kartygozumu/> (дата звернення: 10.01.2022).
13. Романовський О. Г., Гриньова В. М., Резван О. О. Ментальні карти як інноваційний спосіб організації інформації в навчальному процесі вищої школи. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Вип. 64(2). С. 185–196. URL: www.researchgate.net/publication/331401770 (дата звернення: 15.01.2022).
14. Ткачук Г. В. Ментальні карти як засіб засвоєння технічних знань у процесі практично-технічної підготовки майбутніх учителів інформатики. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2018. Вип. 17. С. 105–112.
15. Entrekin V. Mathematical mind mapping. *The Mathematics Teacher*. 1992. Vol. 85(6). Pp. 444–445.
16. Farrand P., Fearzana H., Hennessy E. The efficacy of the “mindmap” study technique. *Medical Education*. 2002. Vol. 36. Pp. 426–431.
17. Gargouri C., Naatus M. K. An Experiment in Mind-Mapping and Argument-Mapping: Tools for Assessing Outcomes in the Business Curriculum. *e-Journal of Business Education and Scholarship of Teaching*. 2017. Vol. 11(2). Pp. 39–78. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1167335.pdf> (дата звернення: 22.02.22).

18. Goggle. URL: <http://www.coggle.it> (дата звернення: 16.02.2022).
19. Handoko F. et al. The role of tacit and codified knowledge within technology transfer program on technology adaptation. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2016. Vol. 11(8). Pp. 5275–5282.
20. Loc N., Loc M. Using Mind Map In Teaching Mathematics: An Experimental Study. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 2020. Vol. 9. Pp. 1149–1155.
21. Seyihoğlu A., Kartal A. The views of the teachers about the mind mapping technique in the elementary life science and social studies lessons based on the constructivist method. *Educational Sciences: Theory and Practice*. 2010. Vol. 10(3). Pp. 1637–1656.

REFERENCES

1. Abuvatfa, S., Lunhol, O. M., & Sukhovirska, L. P. (2019). Features using mental cards in lessons of natural scientific disciplines of institutions of higher medical education. *Academic Commentaries. Series: Pedagogical Sciences, Vol. 183, 206–209* [in Ukrainian].
2. Bubich, O. A. & Gilevich, E. G. (2016). Clip thinking and organization of the pedagogical process in high school. Modeling effective speech communication in the context of academic and professionally oriented interaction: collection of scientific articles (eds. Lushchinskaja O. V., Savich E. V.). Minsk: BGU, 65–71. URL: <http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/159350/1/65-71.pdf>.
3. Buzen, T. (2004). Teach yourself to think. Minsk: Popuri.
4. Buzen, T. (2008). How to Mind Map. Minsk: Popuri.
5. Buzen, T. & Biuzen, B. (2003). Superthinking. Minsk: Popuri.
6. Dubovyk, V. V. (2019). Modern visualization technologies of educational material at linear algebra lectures. *SCIENTIFIC BULLETIN of South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky Pedagogical Sciences. Vol. 1, 126, 15–22* [in Ukrainian].
7. Koltunovych, T. & Polishchuk, O. (2019). The use of mental cards as a means of visualization in the process of teaching social psychology. *Young Scientist. Vol. 7.1, 71.1, 19–27* [in Ukrainian].
8. Naidenova, A. V. Intelligence maps as a tool for effective work with information. URL: <http://ru.calameo.com/read/004373434dec4e2bf2b83> [in Ukrainian].
9. Oksentiuk, N. V. (2015). Possibilities of using mental maps in the educational process. *Tekhnolohii navchannia, Vol. 15, 194–208* [in Ukrainian].
10. Perehudova, V. (2020). Mind map as a means of visualization technological processes. *Scientific notes of the Berdyansk State Pedagogical University. Pedagogical sciences, Vol. 3, 88–97* [in Ukrainian].
11. Pozdnyakova, T. E. (2018). Visualization and structuring of information with the help of mental maps in biology lessons: [scientific and methodological manual]. Rivne: ROIPPO [in Ukrainian].
12. Tony Busen's advice on mental map making techniques. URL: <https://sites.google.com/site/kartyrozumu/>.
13. Romanovskiy, O. H., Hryniova, V. M., & Rezvan, O. O. (2018). Mental maps an innovative way of organizing information in a higher school educational process. *Information Technologies and Learning Tools, Vol. 64, 2, 185–195*. URL: www.researchgate.net/publication/331401770 [in Ukrainian].
14. Tkachuk, G. V. (2018). Mental maps as a means of assigning technical knowledge in the process of practical and technical training future teachers of informatics. *Problems of Modern Teacher Training, Vol. 17, 105–112* [in Ukrainian].
15. Entrekin, V. (1992). Mathematical mind mapping. *The Mathematics Teacher, Vol. 85, 6, 444–445* [in Ukrainian].
16. Farrand, P., Fearzana, H. & Hennessy, E. (2002). The efficacy of the “mindmap” study technique. *Medical Education, Vol. 36, 426–431* [in Ukrainian].
17. Gargouri, C. & Naatus, M. K. (2017). An Experiment in Mind-Mapping and Argument-Mapping: Tools for Assessing Outcomes in the Business Curriculum. *e-Journal of Business Education and Scholarship of Teaching, Vol. 11, 2, 39–78*. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1167335.pdf>
18. Goggle. URL: <http://www.coggle.it>.
19. Handoko, F. et al. (2016). The role of tacit and codified knowledge within technology transfer program on technology adaptation. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 11, 8, 5275–5282*.
20. Loc, N. & Loc, M. (2020). Using Mind Map In Teaching Mathematics: An Experimental Study. *International Journal of Scientific & Technology Research, Vol. 9, 1149–1155*.
21. Seyihoğlu, A. & Kartal, A. (2010). The views of the teachers about the mind mapping technique in the elementary life science and social studies lessons based on the constructivist method. *Educational Sciences: Theory and Practice, Vol. 10, 3, 1637–1656*.