



DOI 10.31110/2413-1571-2022-034-2-006

УДК 373:004

## ФОРМУВАННЯ У МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ НАВИЧОК КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТЕКСТОВИХ ЗАДАЧ

Олена СЕМЕНІХІНА

Сумський державний педагогічний університет  
 імені А.С.Макаренка, Суми, Україна  
 e.semenikhina@fizmatsspu.sumy.ua  
<https://orcid.org/0000-0002-3896-8151>

Марина ДРУШЛЯК ✉

Сумський державний педагогічний університет  
 імені А.С.Макаренка, Суми, Україна  
 marydru@fizmatsspu.sumy.ua  
<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>

## FORMATION OF PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS' COMPUTER MODELING SKILLS IN THE PROCESS OF SOLVING MATH PROBLEMS

Olena SEMENIKHINA

Makarenko Sumy State Pedagogical University,  
 Sumy, Ukraine  
 e.semenikhina@fizmatsspu.sumy.ua  
<https://orcid.org/0000-0002-3896-8151>

Marina DRUSHLYAK ✉

Makarenko Sumy State Pedagogical University,  
 Sumy, Ukraine  
 marydru@fizmatsspu.sumy.ua  
<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>

## АНОТАЦІЯ

**Формулювання проблеми.** Розвиток інформаційних технологій і засобів зумовив появу спеціалізованого програмного забезпечення математичного спрямування, в якому є можливим процес математичного моделювання різних класів математичних задач, у т.ч. й текстових. Проте аналіз науково-методичних розвідок засвідчив відсутність напрацьованих методик формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач.

**Матеріали і методи.** Використано теоретичні (теоретичний аналіз, систематизація та узагальнення результатів наукових розвідок для виявлення стану розробленості проблеми, обґрунтування її актуальності в умовах професійної підготовки вчителів математики; моделювання для теоретичного обґрунтування методик формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач), емпіричні (педагогічний експеримент для отримання емпіричних результатів упровадження авторської методики) та статистичні (статистичний аналіз (критерій знаків) для підтвердження ефективності розробленої методики формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач) методи.

**Результати.** Розроблена методика формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач передбачає три кроки: 1 крок – викладачем пропонується приклад візуальної моделі текстової задачі, а студенти при цьому мають самостійно скласти алгоритм побудови моделі; 2 крок – викладач пропонує надає готовий алгоритм, за яким студенти самостійно відтворюють візуальну модель; 3 крок – студентам пропонується тип текстової задачі (задача на рух, на спільну роботу, на суміші та сплави тощо), вони підбирають відповідну задачу та самостійно конструюють візуальну модель.

**Висновки.** Розроблена методика зорієнтована не лише на формування у майбутнього вчителя навичок моделювання інструментами GeoGebra, а й завдяки ролі зрі на третьому етапі своєї реалізації уможливає усвідомлення як власних помилок у майбутній професійній діяльності, так і типових помилок учнів, які можливі у процесі побудови моделей до текстових задач. Перспективними науковими розвідками вбачається поширення розробленої методики на підготовку вчителів природничих спеціальностей (біології, хімії, географії) та перевірку її ефективності на базі іншого спеціалізованого програмного забезпечення.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** комп'ютерне моделювання; моделювання текстових задач; методика формування навичок комп'ютерного моделювання; майбутні вчителі математики; професійна підготовка; GeoGebra.

## ABSTRACT

**Formulation of the problem.** The development of information technologies and means has led to the emergence of specialized mathematics software, in which the process of mathematical modeling of various classes of math problems is possible. However, the analysis of scientific and methodological research showed the lack of developed methods of formation of pre-service mathematics teachers' modeling skills in the process of solving math problems.

**Materials and methods.** Theoretical (theoretical analysis, systematization, and generalization of the results of scientific research to identify the state of the problem, justify its relevance in the training of mathematics teachers; modeling for theoretical justification of methods of formation of pre-service mathematics teachers' modeling skills in solving math problems), empirical (pedagogical experiment to obtain empirical results of the author's methodology) and statistical (statistical analysis (sign test) to confirm the effectiveness of the developed methodology of formation of pre-service mathematics teachers' modeling skills in solving math problems).

**Results.** The developed methodology of formation of pre-service mathematics teachers' modeling skills in solving math problems involves three steps: Step 1 – the teacher offers an example of a visual model of a math problem, and students must independently compose an algorithm for constructing a model; Step 2 – the teacher offers a ready-made algorithm by which students independently reproduce the visual model; Step 3 – students are offered a type of math task (a task for movement, joint work, mixtures, and alloys, etc.), they select the appropriate task and independently construct a visual model.

**Conclusions.** The developed methodology is focused not only on the formation of pre-service teachers' modeling skills by GeoGebra but also on role-playing in the third stage of its implementation allowing awareness of their own mistakes in future professional activities and typical mistakes of students that are possible in constructing models. Promising scientific research sees the spread of the developed methodology for the training of teachers of natural specialties (biology, chemistry, geography) and testing its effectiveness on the basis of other specialized software.

**KEYWORDS:** computer simulation; modeling of math problems; methodology of formation of computer modeling skills; pre-service mathematics teachers; professional training; GeoGebra.

## Для цитування:

Семенихіна О., Друшляк М. Формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 34, № 2. С. 38-42. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-034-2-006

Семенихіна, О., & Друшляк, М. (2022). Формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач. *Фізико-математична освіта*, 34(2), 38-42. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-006>

## For citation:

Senenikhina, O., & Drushlyak, M. (2022). Formation of pre-service mathematics teachers' computer modeling skills in the process of solving math problems. *Physical and Mathematical Education*, 34(2), 38-42. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-006>

Senenikhina, O., & Drushlyak, M. (2022). Formuvannya u maibutnikh uchyteliv matematyky navychok kompiuternoho modeliuвання u protsesi rozv'iazuvannya tekstovoykh zadach [Formation of pre-service mathematics teachers' computer modeling skills in the process of solving math problems]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 34(2), 38-42. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-006>

## ВСТУП

**Постановка проблеми.** Сучасна наука оперує різними методами, серед яких одним із найпопулярніших є моделювання. Цей метод дозволяє відійти від ідеального уявлення об'єкта і використовувати його аналог, який зберігає найважливіші характеристики, що дозволяють говорити про властивості об'єкта після певних змін або впливів на нього. Розвиток цифрових технологій сприяв не тільки відродженню методу моделювання, а й призвів до появи спеціалізованих комп'ютерних середовищ, в яких стало можливим моделювання різноманітних математичних об'єктів і процесів на основі конструктивного підходу. Широке використання смартфонів і планшетів, які мають доступ до Інтернету, обумовили появу хмарних сервісів, які також дозволяють моделювати об'єкти різної природи. Згадані спеціалізовані засоби перебувають у постійному розвитку, а тому проблема формування навичок комп'ютерного моделювання на їх основі у майбутніх учителів математики залишається актуальною.

**Аналіз актуальних досліджень.** Аналіз проблеми формування навичок комп'ютерного моделювання у майбутніх учителів свідчить, що з появою спеціалізованих програм математичного спрямування її вирішення зосередилося не скільки на усвідомленні алгоритмів елементарних побудов, скільки на вміннях використати комп'ютерний інструментарій та вміннях візуального подання результату. На останньому, зокрема, наголошено в роботі Л. Білоусової та Н. Житеньової (2017).

Наразі з'являються хмарні версії відомих середовищ, в яких представлена можливість математичного моделювання, зокрема Sage MathCloud, Maple, Maple Net, MATLAB, MATLAB web-server, WebMathematica, Calculation Laboratory та ін. (Merzlykin, Popel & Shokaliuk, 2017). До даного переліку додамо також хмарні сервіси CoCalc (Markova, Semerikov & Popel, 2018) та GeoGebra (Botuzova, 2018; Hrybiuk, 2020).

Про доцільність використання спеціалізованого ПЗ для моделювання математичних об'єктів наголошується у роботі (Sheng, 2014). Вільне поширення і досвід використання GeoGebra (візуалізація математичних об'єктів; організація не лише аналітичного, але й емпіричного пошуку відповіді при визначенні окремих характеристик математичних об'єктів; організація домашнього комп'ютерного експерименту) дозволяють розглядати GeoGebra як засіб для формування у молоді умінь моделювати.

Формування навичок моделювання окремими вченими пов'язується з формуванням дослідницьких умінь (Пікалова & Новаковська, 2007; Білоусова & Житеньова, 2017). В роботах науковців наголошується на важливості навчання молоді моделювати (Сектез, 2020), розвивати в неї конструктивні вміння (роботи Е. Лакші (2008), Н. Кононенка (2010), Т Іваніної (2010)).

Водночас аналіз науково-методичних праць не виявив усталених шляхів формування навичок комп'ютерного моделювання у майбутніх учителів, що й визначило **мету** нашого дослідження: теоретично обґрунтувати й експериментально перевірити методику формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач.

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для вирішення поставленої проблеми використано низку теоретичних і емпіричних методів наукового пошуку:

- теоретичний аналіз, систематизація та узагальнення результатів наукових розвідок для виявлення стану розробленості проблеми, обґрунтування її актуальності в умовах професійної підготовки вчителів математики; моделювання для теоретичного обґрунтування методики формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач;
- педагогічний експеримент для отримання емпіричних результатів упровадження авторської методики;
- статистичний аналіз (критерій знаків) для підтвердження ефективності розробленої методики формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Авторська методика формування вмінь моделювати текстові задачі полягає в наступному: викладач на хмарному сервісі <https://www.geogebra.org/> знайомить студентів із прикладами візуальних моделей до текстових задач (спрацьовує метод нетнографії, рис. 1). При цьому коротко зупиняється на тому, у який спосіб такі побудови здійснювалися (використовувалися Slider, Text, Button, Check Box). Після цього демонструє одну з описаних побудов у хмарному сервісі GeoGebra (рис. 2), а потім пропонує студентам прописати алгоритм наведеної побудови (спрацьовує проблемний метод).

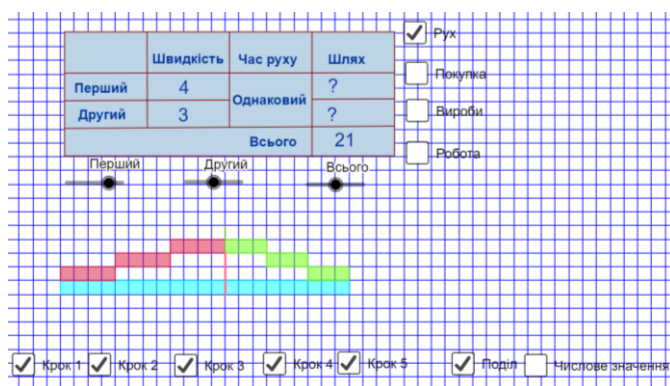


Рис. 1. Задача на пропорційне ділення  
(автор Наталія Кіщук, <https://www.geogebra.org/m/bhw6xbcp>)

Потім викладач пропонує студентам за алгоритмом (надається кожному студенту) відтворити побудову і продемонструвати одержаний результат, здійснити аналіз можливих помилок.

Коротко методику слід описати так:

1 крок – викладачем пропонується приклад візуальної моделі текстової задачі, а студенти при цьому мають самостійно скласти алгоритм побудови моделі;

2 крок – викладач пропонує надає готовий алгоритм, за яким студенти самостійно відтворюють візуальну модель;

3 крок – студентам пропонується тип текстової задачі (задача на рух, на спільну роботу, на суміші та сплави тощо), вони підбирають відповідну задачу та самостійно конструюють візуальну модель.

Зазначимо також, що в умовах дистанційного навчання саме сервіс GeoGebra дозволяє демонстрацію побудов у спільному доступі та можливість працювати з моделями у будь-який час з будь-якого місця.

Авторська методика формування у майбутніх учителів навичок комп'ютерного моделювання реалізується в три етапи:

- 1) опанування комп'ютерного інструментарію GeoGebra;
- 2) формування вмінь майбутніх учителів моделювати (на матеріалі текстових задач курсу математики базової школи);
- 3) формування вмінь студентів добирати та/або формулювати авторські задачі, які можуть бути розв'язані методом моделювання у GeoGebra.

На першому етапі опанується комп'ютерний інструментарій GeoGebra: студенти знайомляться з можливостями використання GeoGebra для розв'язування різних класів математичних задач. Особливий акцент має ставитися на інструменти геометричних побудов та бігунки, завдяки яким є можливість в інтерактивному режимі змінювати побудовану конструкцію (приклад моделювання розв'язків задачі з використанням 4-х бігунків для динамічного моделювання подано на рис. 2).

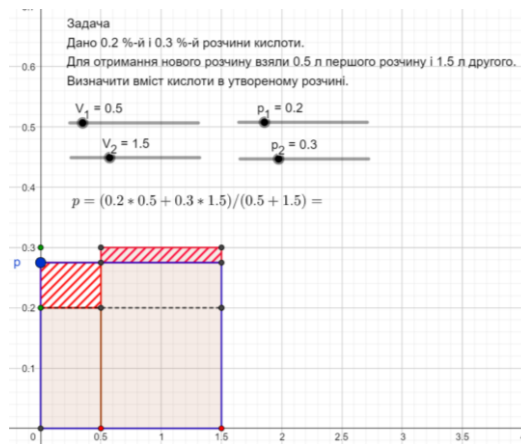


Рис. 2. Модель текстової задачі (<https://www.geogebra.org/m/vsbhkapn>)

Опанування модуля «Моделювання текстових задач» передбачає надання студентам інструктивних матеріалів з прикладами розв'язування текстових задач у середовищі GeoGebra. На першому занятті студенти мають виконати завдання на моделювання текстових задач шкільного курсу математики за зразком і самостійно. На друге заняття студенти мають підготувати 10 текстових задач, причому до 5-ти з них надати інструктивні матеріали для розв'язування у GeoGebra. Студенти мають обмінятися розробленими дидактичними матеріалами, розв'язати завдання і повернути їх для перевірки. На третє заняття студенти мають перевірити виконані іншим студентом завдання і зробити аналіз помилок, які подати на широкий загал для обговорення.

Перевірку ефективності розробленої моделі було здійснено протягом 2019-2021 років на основі педагогічного експерименту (кількість учасників – 51 студент), на початку і наприкінці якого було проведено дві контрольні роботи: студентам до педагогічного експерименту і після нього потрібно було побудувати візуальну модель до задачі «З пунктів А та В, відстань між якими 210 км, на зустріч одна одній рухалися легкова та вантажна машини. Швидкість легкового авто 80 км/год, а вантажного – 60 км/год. Яка буде відстань між машинами через півгодини?» (рис. 3).

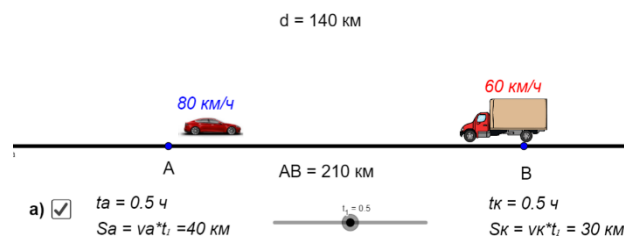


Рис. 3. Візуальна модель до задачі на зустрічний рух

Оцінювання розв'язків задачі відбувалося за десятьма показниками для кожного студента (більш детально у таблиці 1).

Таблиця 1

## Показники сформованості навичок комп'ютерного моделювання

№	Показники	Бали
1	Вміння аналізувати текст задачі	1
2	Вміння встановлювати відношення між даними і запитанням	1
3	Вміння використовувати інструмент Slider	1
4	Вміння використовувати інструмент dynamic Text	1
5	Вміння використовувати інструмент Button	1
6	Вміння використовувати інструмент Check Box	1
7	Вміння використовувати інструменти Image	1
8	Вміння будувати модель візуально коректно (розташування, колір, розмір тощо)	1
9	Вміння написати алгоритм та відтворити кроки алгоритму побудови моделі	1
10	Вміння інтерпретувати результати комп'ютерного розв'язання	1

Оскільки досліджувався розвиток навичок моделювати для кожної особи, то було використано критерій знаків. Результати контрольних зрізів фіксувалися на початку експерименту та в кінці експерименту. Потім визначалася кількість респондентів, у яких загальний бал знизився («-»), не змінився («0») та підвищився («+») – таблиця 2.

Таблиця 2

## Динаміка балів

Динаміка балів	Негативні, «-»	Без змін, «0»	Додатні, «+»	Кількість змін, $n=«-»+«+»$
Кількість респондентів	6	13	32	38

За правилом прийняття рішення (Грбарь & Краснянская, 1977) маємо: значення  $T_{\text{експ}}=32$  (це кількість знаків «+» у вибірці),  $n=38$  (це кількість респондентів, у яких відбулися зміни у результатах), область прийняття нульової гіпотези:  $[11;27]$  на рівні значущості 0,05.

Оскільки  $T_{\text{експ}}$  не входить у інтервал прийняття гіпотези  $H_0$ , то відхиляємо нульову гіпотезу і приймаємо альтернативну з висновком, що методика формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач є ефективною. Оскільки значення  $T_{\text{експ}}$  вийшло за межі відрізка праворуч, то потрібно зробити висновок про позитивну динаміку кількості таких студентів, у яких в процесі розв'язування текстових задач сформувалися вміння моделювати.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Розвиток інформаційних технологій актуалізував сприйняття моделювання як провідного методу наукового пізнання та засобу розвитку інтелектуальних навичок молоді. При цьому для вирішення багатьох математичних задач використовується метод моделювання. Уміння моделювати у майбутніх учителів математики можуть бути успішно сформованими за умови використання відповідної методики.

2. Розроблена методика формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач базується на трьох кроках (1 крок – викладачем пропонується приклад візуальної моделі текстової задачі, а студенти при цьому мають самостійно скласти алгоритм побудови моделі; 2 крок – викладач пропонує надає готовий алгоритм, за яким студенти самостійно відтворюють візуальну модель; 3 крок – студентам пропонується тип текстової задачі (задача на рух, на спільну роботу, на суміші та сплави тощо), вони підбирають відповідну задачу та самостійно конструюють візуальну модель). Її ефективність підтверджена експериментально на рівні значущості 0,05 з використанням критерію знаків.

3. Розроблена методика зорієнтована не лише на формування у майбутнього вчителя навичок моделювання інструментами GeoGebra, а й завдяки рольовій грі на третьому етапі своєї реалізації уможливує усвідомлення як власних помилок у майбутній професійній діяльності, так і типових помилок учнів, які можливі у процесі побудови моделей до текстових задач.

Подальших наукових розвідок потребують питання реалізації методики: у підготовці вчителів природничих спеціальностей (біології, хімії, географії); в умовах мобільного навчання; на базі іншого спеціалізованого програмного забезпечення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sekmez, E. (2020). Using dynamic mathematics software to model a real-world phenomenon in the classroom, *Interactive Learning Environments*, 28, 4, 526-538, <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674882>.
2. Markova, O., Semerikov, S. & Popel, M. (2018). CoCalc as a learning tool for neural network simulation in the special course "Foundations of mathematic informatics", *CEUR Workshop Proceedings*, 2104, 388-403.
3. Merzlykin, P., Popel, M. & Shokaliuk, S. (2017). Services of SageMathCloud environment and their didactic potential in learning of informatics and mathematical disciplines, *CEUR Workshop Proceedings*, 2168, 13-19.
4. Sheng, J. (2014). Study on Mathematical Modeling Software MATLAB Teaching in Higher Vocational Colleges, In *Proceedings of 2014 2nd International Conference in Humanities, Social Sciences and Global Business Management (ISSGBM 2014)*, 28, 175-181.
5. Білоусова, Л. І., Житенева, Н. В. (2017). Функціональний підхід до використання технологій візуалізації для інтенсифікації навчального процесу. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 57(1), 38-49. <https://doi.org/10.33407/itlt.v57i1.1525>.

6. Ботузова, Ю.В. (2018). Динамічні моделі Geogebra на уроках математики як основа STEM-підходу. *Фізико-математична освіта*, 3(17), 31-35. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-017-3-005>.
7. Грабарь, М.И. & Краснянская, К.А. (1977). *Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы*. М.: Педагогика.
8. Гриб'юк, О.О. (2020). Система динамічної математики GeoGebra як засіб підтримки загальних і спеціальних здібностей учнів в процесі дослідницького навчання предметів математичного циклу: з досвіду роботи. *Фізико-математична освіта*, 2(24), 37-51. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-024-2-006>.
9. Иванина, Т. А. (2010). Роль конструктивной деятельности в развитии ребёнка. *Вестник Красноярского государственного педагогического университета*, 19–23.
10. Кононенко, Н. В. (2010). Особенности развития у школьников конструктивного компонента умственной деятельности в области геометрии. *Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Физика, математика, техника, технология*, 2, 128-131.
11. Лакша, Е.И. (2008). Роль конструктивных умений учащихся при подготовке к профессиональной деятельности. *Творчество и исследовательская деятельность в математическом образовании: материалы респ. науч.-практ. конф.*, Беларусь, Минск, 41–43.
12. Пікалова, В.В. & Новаковська, Л.М. (2007). Формування дослідницьких умінь студентів при вивченні теми «Криві другого рівня». *Проектування навчального середовища як методична проблема. Зб. матеріалів Всеукраїнської студентського науково-практичної конференції*. Херсон, 107-109.

#### REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Cekmez, E. (2020). Using dynamic mathematics software to model a real-world phenomenon in the classroom. *Interactive Learning Environments*, 28, 4, 526-538, <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674882>.
2. Markova, O., Semerikov, S. & Popel, M. (2018). CoCalc as a learning tool for neural network simulation in the special course "Foundations of mathematic informatics". *CEUR Workshop Proceedings*. 2104, 388-403.
3. Merzlykin, P., Popel, M. & Shokaliuk, S. (2017). Services of SageMathCloud environment and their didactic potential in learning of informatics and mathematical disciplines. *CEUR Workshop Proceedings*, 2168, 13-19.
4. Sheng, J. (2014). Study on Mathematical Modeling Software MATLAB Teaching in Higher Vocational Colleges. In *Proceedings of 2014 2nd International Conference in Humanities, Social Sciences and Global Business Management (ISSGBM 2014)*, 28, 175-181.
5. Bilousova, L. I. & Zhytyenyova, N. V. (2017). Functional approach to the use of technology of visualization for intensification of learning process, *Information Technologies and Learning Tools*, 57(1), 38-49. <https://doi.org/10.33407/itlt.v57i1.1525>. (in Ukrainian).
6. Botuzova, Yu. (2018). Динамічні моделі Geogebra на уроках математики як основа STEM-підходу [Geogebra Dynamic Models At The Mathematics Lessons As A STEM-Approach]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 3(17), 31-35. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-017-3-005>. (in Ukrainian).
7. Grabar, M. & Krasnjanskaja, K. (1977). *Primeneniye matematicheskoy statistiki v pedagogicheskikh issledovaniyakh. Neparametricheskiye metody [Application of mathematical statistics in pedagogical researches. Nonparametric methods]*, Pedagogika, Moscow. (in Russian).
8. Hrybiuk, O. (2020). Systema dynamichnoi matematyky Geogebra yak zasib pidtrymky zahalnykh i spetsialnykh zdibnostei uchniv v protsesi doslidnytskoho navchannia predmetiv matematychnoho tsyклу: z dosvidu roboty [System of dynamic mathematics of GeoGebra as a means of supporting general and special abilities of students in the process of research learning: practical work experience]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 2(24), 37-51. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-024-2-006>. (in Ukrainian).
9. Ivanina, T. (2010). The role of constructive activity in the development of the child [The role of constructive activity in the development of the child]. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University – Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University*, 19–23. (in Russian).
10. Kononenko, N. (2010). Osobennosti razvitiya u shkol'nikov konstruktivnogo komponenta umstvennoy deyatelnosti v oblasti geometrii [Features of the development of the constructive component of mental activity in the field of geometry in schoolchildren]. *Uchenyye zapiski Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fizika, matematika, tekhnika, tekhnologiya – Scientific notes of the Trans-Baikal State University. Series: Physics, mathematics, engineering, technology*, 128-131. (in Russian).
11. Laksha, E. (2008). Rol' konstruktivnykh umeniy uchashchikhsya pri podgotovke k professional'noy deyatelnosti. [The role of students' constructive skills in preparation for professional activity]. *Tvorchestvo i issledovatel'skaya deyatelnost' v matematicheskom obrazovanii: materialy resp. nauch.-prakt. konf. – Conference Creativity and research in mathematics education*, 41-43. (in Russian).
12. Pikalova, V. & Novakovska, L. (2007). Formuvannya doslidnytskykh umin studentiv pry vyvchenni temy «Kryvi druhoho rivnia» [Formation of research skills of students in studying the topic "Second Level Curves"]. *Proektuvannya navchalnoho seredovyscha yak metodychna problema. Zb. materialiv Vseukrainskoi studentskoho naukovopraktychnoi konferentsii – All-Ukrainian Conference Designing a learning environment as a methodological problem*, 107-109. (in Ukrainian).

