

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2021-45-05>

УДК 004.9:51-74

¹Падалко Анатолій Михайлович, кандидат фіз.-мат. наук, доцент<https://orcid.org/0000-0001-8030-5493>²Падалко Ніна Йосипівна, кандидат педагогічних наук, доцент<https://orcid.org/0000-0003-3600-5711>²Падалко Катерина Анатоліївна, студентка¹Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна²Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна**ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ GRAN-2D В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ**

Падалко А. М., Падалко Н. Й., Падалко К.А. Використання автоматизованої системи GRAN-2D в освітньому процесі. У статті проаналізоване використання автоматизованої системи GRAN-2D в освітньому процесі. Підтверджена гіпотеза дослідження, що ефективність навчання зростає при дотриманні педагогічних та методичних умов використання GRAN-2D для активізації творчої діяльності учнів

Ключові слова: автоматизована система, математичне моделювання, освітній процес, GRAN-2D, гіпотеза

Падалко А. М., Падалко Н. Й., Падалко К.А. Использование автоматизированной системы GRAN-2D в образовании. В статье проанализировано использование автоматизированной системы GRAN-2D в процессе образования. Подтверждена гипотеза исследования - эффективность обучения растет при соблюдении педагогических и методических условий использования GRAN-2D для активизации творческой деятельности учащихся.

Ключевые слова: автоматизированная система, математическое моделирование, образовательный процесс, GRAN-2D, гипотеза.

Padalko A.M., Padalko N.Y., Padalko K.A. The use of the automated system GRAN-2D in education. The article analyzes the use of the automated system GRAN-2D in the education process. The hypothesis of the research was confirmed - the effectiveness of teaching grows if the pedagogical and methodological conditions for using GRAN-2D to enhance the creative activity of students are observed.

Key words: automated system, mathematical modeling, educational process, GRAN-2D, hypothesis.

Актуальність дослідження. Математика - універсальний засіб моделювання та дослідження навколишнього світу, надійне знаряддя розв'язування практичних задач. Тому вивчення математики, її застосувань є невід'ємною складовою формування світогляду людини та підготовка сучасного фахівця – кваліфікованого робітника, техника, інженера.

Алгебраїчний метод розв'язування геометричних задач дає можливість компактно сформулювати постановку задачі, змодельовати її, встановити існування розв'язків даної задачі, виявити їх кількість, а також особливості кожного розв'язку. Знайдені в результаті розв'язування рівняння формули дають змогу дослідити можливість виконання побудови циркулем і лінійкою.

Мета роботи – розробити та експериментально перевірити методику активізації розумової діяльності учнів при розв'язуванні задач з геометрії на прикладі алгебраїчного методу; розвинути творчу діяльність учнів при створенні малюнків до геометричних задач за допомогою автоматизованої системи GRAN-2D.

Для проведення ефективної роботи, спрямованої на досягнення даної мети збудований ряд завдань, а саме:

- провести аналіз використання автоматизованої системи GRAN-2D;
- розробити програму курсу за вибором на тему «Алгебраїчний метод розв'язування геометричних задач з використанням GRAN-2D» для учнів 10-11 класів з профільним та поглибленим вивченням математики;
- дослідити вплив розв'язання геометричних задач алгебраїчним методом з використанням автоматизованої системи GRAN-2D на покращення успішності учнів.;

Гіпотеза дослідження: ефективність навчання розв'язання задач з геометрії (алгебраїчним методом) зростає при дотриманні педагогічних та методичних умов використання автоматизованої системи GRAN-2D для активізації творчої діяльності учнів;

Об'єкт дослідження автоматизована система GRAN-2D.

Предметом дослідження активізація творчої діяльності учнів при використанні автоматизованої системи GRAN-2D.

Теоретична та практична цінність роботи полягає в тому, що отримані висновки та результати дослідження спрямують покращенню успішності учнів при розв'язуванні задач з геометрії; викорисня розробленої методики активізує творчу діяльність школярів.

Результати дослідження можуть використовуватись вчителями математики загальноосвітніх шкіл для факультативних занять.

Постановка проблеми В сучасних умовах певний обсяг математичних знань, добре володіння математичними методами і деяке знайомство з специфічною мовою математики стали обов'язковим елементом загальної культури.

Навички розумової діяльності, що їх одержують учні в процесі правильно організованого навчання математики, формування в процесі вивчення предмету готовності до наполегливої праці, до подолання труднощів, будуть необхідні їм в майбутньому, незалежно від того, яку професію обере кожен з них або почне набувати після закінчення середньої школи.

Визначаючи обсяг математичних знань, умінь і навичок, якими повинен володіти випускник середньої школи, необхідно враховувати не лише ті вимоги, які ставить теперішнє життя, а й вимоги, які будуть поставлені перед поколінням сучасних школярів в їх майбутній діяльності через два-три десятиріччя [1, с. 72].

Ці перспективні вимоги відображають те нове, що підготовлено для суспільства розвитком наукових знань та їх застосувань. Однак шкільний курс не може зазнавати безперервних швидких змін, здатних в достатній мірі враховувати все нові й нові вимоги. Кожне поновлення шкільного курсу математики вимагає всебічної підготовки.

Деякі дослідження психологів говорять про те, що найбільш ефективною є така методика вивчення нових математичних понять, коли вони вводяться в навчання досить рано і на більш високому, але доступному для учнів рівні узагальнень. Ця методика виправдала себе в проведених експериментах [2, с.7].

Сучасні науковці виділяють термін «нові інформаційні технології», «під яким розуміють впровадження нових підходів до навчально-виховного процесу, що орієнтований на розвиток інтелектуально творчого потенціалу людини з метою підвищення його ефективності, завдяки застосуванню сучасних технічних засобів. На сучасному етапі методи, способи і засоби безпосередньо взаємопов'язані з комп'ютером, тому їх іще називають комп'ютерні технології» [3 с. 159].

Ми притримаємось думки «ІКТ може визначити як сукупність різноманітних технологічних інструментів і ресурсів, які використовуються для забезпечення процесу комунікації та створення, поширення, збереження та управління інформацією» [4].

Використання інформаційних технологій у загальноосвітньому навчальному закладі є достатньо складною проблемою, що вимагає детального обґрунтування [5, с.22].

Отже, «використання ІКТ – це не вплив на мода, а необхідність, продиктована сьогодишнім рівнем розвитку освіти. Тому переваги використання ІКТ можна звести до двох груп: технічної і дидактичної».[6, с. 58]

Технічним перевагами є швидкість, оперативність, можливість перегляду і прослуховування фрагментів і інші мультимедійні функції [46, с.87].

Частіше комп'ютером користується лише вчитель, і то зазвичай лише на відкритих уроках, а хотілося б щоб і учні також могли ним користуватися на звичайних уроках [10, с. 348].

Заняття з використанням ІКТ, дають можливість ефективно використовувати диференційований підхід у навчальному процесі [10, с. 84].

У нашому дослідженні використаємо програмні засоби Gran,

Досить поширеним педагогічним програмним засобом, який застосовують вчителі математики на своїх уроках є комплект програм GRAN (GRAN1, GRAN-2D). Дані автоматизована система не є складними у використанні, мають зручний інтерфейс, що дає змогу вчителю використовувати його на уроках як у середній, так і у старій школі [11, с.17].

Програмно-методичний комплекс GRAN1 був створений авторським колективом під керівництвом академіка АПН України М.І. Жалдака [10, с.13].

Програма GRAN1 (GRaphic ANalysis) призначена для графічного аналізу функцій які можуть бути задані як у декартових так і у полярних координатах. Учні мають змогу, використовуючи дану програму, розв'язувати рівняння, нерівності та їх системи з однією чи двома змінними графічно, а також наближено визначати корені многочленів, а також досліджувати границі числових послідовностей, функцій та ін. [12, с.143]. Як бачимо така програма може застосовуватися при вивченні багатьох тем з математики та надає навчання дослідницького характеру. Проаналізувавши використання даного програмного засобу на уроках математики, ми виділили наступні переваги:

- індивідуалізація навчання;
- дослідницький характер навчання;

- унаочнення теоретичного матеріалу;
- економія часу [2, с.216].

На нашу думку використання вчителем на уроках математики програмно-методичного комплексу GRAN забезпечує набуття учнями глибоких та міцних знань, а також розвиває в учнів творчі та інтелектуальні здібності, вміння самостійно здобувати нові знання та працювати із різними видами інформації.

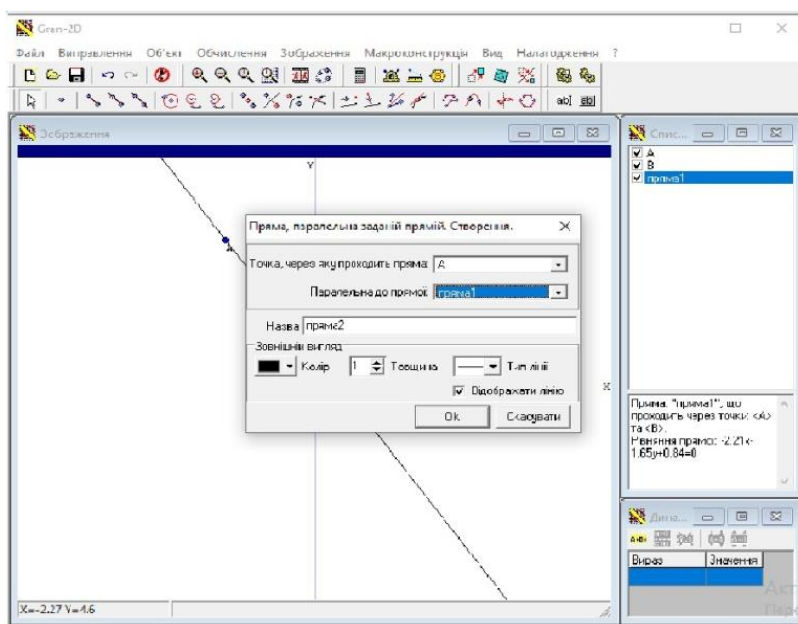
Автоматизована система GRAN-2D дозволяє оперувати у площині моделями геометричних об'єктів шести базових типів: Точка, Лінія, Ламана, Коло, Інтерполяційний поліном, Графік функції.

При створенні об'єктів усіх типів (крім типів Вільна точка та Графік функції) необхідно вказувати опорні об'єкти – тобто об'єкти, які визначають результуючий об'єкт.

Результуючий об'єкт буде автоматично розміщуватись відповідно до положення опорних об'єктів. Наприклад, при створенні об'єкта типу *Середня точка* необхідно вказати два опорні об'єкти типу *Точка*. Надалі при зміні положення будь-якої з опорних точок утворена точка типу *Середня точка* завжди залишатиметься точно посередині між вибраними опорними точками.

Наведемо приклад використання GRAN-2D, для створення об'єкта типу *Паралельна пряма*

Для цього призначено вкладку Об'єкт\Створити\Пряма, паралельна заданій прямій. Після звернення до вказаної вкладки з'явиться вікно Конструювання об'єкта (мал. 1). У полі Точка, через яку проходить пряма потрібно вказати назву точки, через яку повинна проходити створювана пряма, а у полі Паралельна до прямої – назву прямої, паралельною до якої повинна бути створювана пряма, та «натиснути» кнопку Застосувати. Надалі створена пряма буде розміщуватись паралельно до вказаної прямої.



Малюнок 1. Вкладка для створення *Паралельної прямої*

Завершальний етап розв'язання геометричних задач на побудову алгебраїчним методом становить побудова одержаної формули. Перейдемо тепер до інших етапів, а саме до: складання рівняння;

- 1) розв'язування його;
- 2) дослідження одержаної формули.

З цих трьох етапів — перший і *найважчий* це складання рівняння. Техніка розв'язування рівняння може не утруднити учнів, бо на час пророблення цих питань з курсу алгебри повинні мати цілком достатню підготовку для цього. Третій етап — дослідження одержаної формули — буває лише в *складніших* задачах. В деяких задачах одержана остаточною формула настільки проста, що її нема чого досліджувати і, отже, в таких задачах весь третій етап майже цілком випадає. Є й такі задачі, де дослідження буває нескладне.

Відзначимо, що при розв'язуванні геометричних задач на побудову іншими методами (не алгебричним) теж доводиться іноді частково користуватися рівняннями, наприклад, пропорціями, які виражають залежність між даними і шуканими частинами геометричних фігур [10, с.98].

Але сама побудова визначається міркуваннями геометричного характеру відносно взаємного положення цих частин. Для алгебричного методу характерно, що задача на побудову замінюється спочатку задачею на обчислення. Елемент побудови відкладається на кінець, тобто до геометричної побудови формули, яка визначає шуканий відрізок.

Спинимось докладніше на процесі складання рівняння за умовою геометричної задачі. Цей процес має багато спільного з процесом складання рівнянь за умовою не геометричної задачі.

Відомо, що процес складання рівняння розчленовується спочатку на окремі фази:

- 1) вибір невідомої величини задачі та її позначення будь-якою буквою (звичайно x);
- 2) позначення останніх невідомих з допомогою цієї букви і даних задачі;
- 3) встановлення залежності між даними і шуканими величинами з умов задачі та запис цієї залежності з допомогою знаків дій і знака різності та алгебричних символів (остаточне складання рівняння).

Ці фази мають місце і при розв'язуванні геометричної задачі, а саме:

- 1) вибір невідомого відрізка (або кута) і позначення величини його через x ;
- 2) визначення інших невідомих частин геометричної фігури через шуканий відрізок x і дані відрізки;
- 3) Встановлення зв'язку між даними і шуканими відрізками з умов задачі та на підставі відповідних геометричних теорем. і запис цього зв'язку з допомогою рівняння.

Щодо першої фази — вибору невідомого відрізка, — то у деяких простих задачах вибір відразу видно. В складніших задачах беремо за невідомий відрізок той, довжиною якого легше визначається шукана фігура.

Проте, вибір невідомої величини дуже впливає в деяких задачах на добірність розв'язку, на зручність дослідження остаточної формули і вимагає в таких задачах глибокого попереднього аналізу задачі.

Друга фаза — визначення інших невідомих геометричних величин — майже цілком аналогічна звичайній не геометричній задачі.

Третя фаза — встановлення зв'язку між даними і шуканими геометричними величинами задачі та складання остаточного рівняння — значно важча, ніж у звичайній не геометричній задачі [10, с.32].

Головна складність полягає в тому, що при складанні рівняння треба урахувати не лише дані умови задачі, а й відповідні геометричні теореми. Але щоб можна було застосувати відповідні геометричні теореми, треба в деяких задачах провести ту чи іншу допоміжну лінію, яка в умові задачі не фігурує. Для учнів часом буває, що головна трудність саме в цьому — в умінні вдало добирати потрібну допоміжну лінію.

Специфічна складність складання рівняння за умовою геометричної задачі на побудову полягає ще в тому, що умова задачі звичайно формулюється в загальних виразах, у формі незвичній для учнів [11, с.8].

Справа не тільки в тому, що учні звикли бачити дані величини задачі у вигляді певних чисел, а не відрізків і кутів. Але самі відрізки (кути) звичайно даються в умові задачі на побудову не явно, а у специфічній стислій, лаконічній формі.

Наприклад, якщо в умові задачі вимагається «описати коло, що проходить через дві дані точки і дотикається даної прямої», то учень не знає спочатку, що власне йому дано в умові, які саме відрізки треба вважати даними. Тому, приступаючи до розв'язування геометричних задач на побудову, треба насамперед чітко розшифрувати учням умову задачі. Якщо в умові зазначається: «дано коло», «дано трикутник», «дано трапецію», «дано пряму і дві точки поза нею», то учням треба з'ясувати, що вважають цю фігуру нарисованою і, таким чином, вважають відомими всі її частини.

Наприклад, під словами «дано трикутник» треба розуміти даними не лише всі його сторони та кути, а й висоти, медіани, бісектриси, радіуси кіл описаного та вписаного.

Так само, під словами «дано трапецію» треба розуміти, що дано не лише всі сторони, кути та діагоналі, а й допоміжні трикутники, які утворюються при продовженні непаралельних сторін трапеції до їх взаємного перетину.

Під словами «дано пряму і дві точки поза нею» треба розуміти даними не лише віддалі цих точок від даної прямої, довжину відрізка, який сполучає ці дві точки, а й проекцію цього відрізка на дану пряму, віддалі цих точок від точки перетину з даною прямою, прямої, що сполучає ці дві точки.

Отже, якщо розшифрувати добре умову задачі, то виявиться, що є чимало даних.

Трудність при складанні рівняння за умовою такої задачі полягає тоді ще в тому, що відразу учневі нелегко зорієнтуватися, які саме дані відрізки слід використати. Наприклад, якщо в задачі: «Провести коло через дві дані точки, розміщені по одну сторону даної прямої, щоб воно дотикалося цієї прямої» використати відрізки, які вимірюють віддалі цих точок від даної прямої, віддалі між цими точками і спробувати складати рівняння, то шансів на успіх буде мало. Якщо догадатися взяти даними відрізки, які вимірюють відділи цих точок від точки перетину продовження прямої, що сполучає їх з даною прямою, то складання рівняння стає легким.

Доцільно перед розв'язуванням складних задач на побудову давати спочатку аналогічні задачі на обчислення, де умова трохи більше розшифрована.

Наприклад, перед задачею на побудову: «Поділити трапецію на дві рівновеликі частини прямою, паралельною основам» доцільно подати учням таку задачу на обчислення: «Прямою, паралельною основам, трапеція поділилась на дві рівновеликі частини. Визначити віддалі від цієї прямої точки взаємного перетину непаралельних сторін трапеції, якщо віддалі цієї точки від обох основ трапеції відповідно рівні a і b »

Задачі на побудову алгебричним методом треба подавати в певній послідовності, додержуючись принципу поступових утруднень. На жаль, цього принципу не додержано в різних збірниках геометричних задач на побудову і в стабільних підручниках.

Ми не поділяємо думку тих авторів, які добирають задачі на побудову алгебричним методом за ступенем складності формул, до яких вони приводять. Справа в тому, що можуть бути легкі задачі, які приводять до складної формули, і важкі задачі, які приводять до простої формули.

Отже, не складність остаточної формули повинна визначити степінь труднощі даної задачі, бо до побудови будь-якої формули учні мають бути добре підготовлені, проробивши розділ «Побудова алгебричних виразів».

Нарешті, при закінченні вивчення планіметрії і при вивченні стереометрії в слід також давати час від часу задачі на побудову алгебричним методом, складнішого характеру. В X класі треба вже давати задачі на побудову алгебричним методом з складним дослідженням під час вивчення теми «Дослідження рівнянь». Там доцільно подавати також задачі на побудову, де застосовуються різні тригонометричні формули.

Методика проведення та результати експерименту Експеримент проведений з учнями, які залучені до вивчення курсу за вибором «Алгебраїчний метод розв'язування геометричних задач за допомогою автоматизованої системи Gran-2D». Він сприяє розвитку розумових здібностей учнів, логічного й критичного мислення, інтуїції, уяви, формують уміння міркувати, будувати логічні «ланцюжки». У курсі розглядаються такі важливі питання, як багатоваріантні геометричні задачі, які можна розв'язати за допомогою алгебраїчного методу та програмного засобу Gran-2D. Розроблений курс покликаний покращити успішність учнів, активізувати їхню початкову діяльність, викликати інтерес до математики як науки..

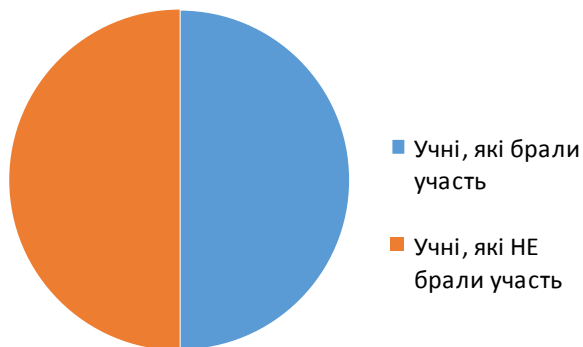
Мета курсу — сформувати стійкий інтерес школярів до геометрії, розширити їх математичний світогляд, розвинути професійне та критичне мислення, інтуїцію та компетентність учнів, познайомити їх з геометричними задачами та алгебраїчним методом їх розв'язання. Навчити працювати з автоматизованою системою Gran-2D, створювати зображення та розв'язувати деякі задачі в даному програмному засобі. Курс розрахований на учнів старшої школи загальноосвітніх навчальних закладів, з варіативною складовою навчального плану.

Заняття факультативу учням сподобалися, так як вони їх відвідували із цікавістю та виконували всі індивідуальні та практичні заняття.

Учні цього класу вже були знайомі із автоматизованою системою GRAN-2D з уроків інформатики. Вчитель у 7 класі знайомив їх із програмами для створення заражень, де частково розглядалася і GRAN-2D, але на уроках математики учні використовували дану програму вперше.

В ході експерименту проводилося 4 факультативних заняття на кожному з яких учні розв'язували задачі та створювали малюнки до них, що було найцікавішим.

Успішність учнів до експерименту



Малюнок 2 а

Успішність після експерименту



Малюнок 2 б

Після завершення експерименту результати були помітні відразу. Учні активізувалися в навчанні,

збільшився інтерес до математики та особливо до геометрії, що привело до покращення успішності школярів, які брали участь в експерименті.

Дані результатів експерименту наведені малюнку 2

Тому, з діаграм видно, що успішність учнів до експерименту була однаковою, а після експерименту – зростає. Що ще раз доводить, необхідність впровадження методичної розробки в навчання школярів, адже уроки стають цікавішими та сприяють покращенню та зацікавленості до навчання.

Висновки та перспективи подальшого дослідження Важливою умовою глибокого розуміння учнями сутності алгебраїчного методу розв'язування геометричних задач є розроблений нами курс за вибором. Він складається з 8-ми занять, на яких розглянуто основні типи геометричних задач, які можна розв'язати алгебраїчним методом. До них відносяться: метод площ, знаходження об'ємів тіл обертання, задачі на обчислення відстаней та кутів за допомогою програми GRAN-2D.

Використання автоматизованої системи GRAN-2D у навчальному процесі забезпечує покращення візуалізації обчислень, прискорює та полегшує розв'язання геометричних задач, покращує розуміння зв'язку між геометричними об'єктами та числовими даними.

Розроблений нами курс за вибором дає можливість вчителю показувати алгебраїчний метод розв'язання геометричних задач за допомогою використання спеціалізованої комп'ютерної програми.

В ході проведення дослідження було проаналізовано вплив геометричних задач на покращення успішності учнів. Після впровадження курсу за вибором, можна з впевненістю сказати про підвищення зацікавленості в учнів до вивчення математики. Активізацію та покращення розумової діяльності учнів яскраво помітно в ході розв'язання геометричних задач та створення зображень за допомогою автоматизованої системи GRAN-2D. Тому очевидно, що розв'язання геометричних задач з використанням GRAN-2D стимулює успішність школярів.

Отже, нами підтверджена гіпотеза дослідження, що ефективність навчання зростає при дотриманні педагогічних та методичних умов використання GRAN-2D для активізації творчої діяльності учнів

Список використаної літератури

- 1 Мерзляк А.Г. Геометрія: початок вивч. на поглиб. рівні з 8 кл., проф. рівень : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / А.Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М.С. Якір. – Х. : Гімназія, 2018 – 272 с.
- 2.Методика навчання комп'ютерної математики майбутніх учителів інформатики : автореф. дис... канд. пед. наук : 13.00.02 / В.В. Єфіменко ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 2015. – 22 с.

3. Слєпкань З. І. Методика навчання математики: підруч. Для студ. Мет. Спеціальностей вищ. Навч. Закладів. – 2-ге вид. доп. І перероб. – К.: Вища школа, 2006. – 582 с.
4. Padalko A., Padalko N., Padalko N. (2021) On Using Information and Communication Technologies in Process of Mathematical Specialties Education. In: Lecture Notes in Networks and Systems, vol 188. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66717-7_61
5. Ляшенко О. І. Тест загальної навчальної компетентності: основні засади і результати пілотування / О. І. Ляшенко, С. А. Раков // Педагогіка і психологія. – № 2. – 2011. – С. 27–35.
6. Падалко Н. Й., Падалко А. М. Особливості застосування інформаційно-комунікаційних технологій при вивченні дисциплін математичного циклу Математика, інформаційні технології. Збірник статей. – Луцьк. – 2020. – с. 52-60.
7. Хоружа Л. Л. Компетентнісний підхід в освіті: ретроспективний погляд на розвиток ідей / Л. Л. Хоружа // Педагогічна освіта: теорія і практика. Психологія. – 2006. – С. 149–150.
8. Спирін О. М. Інформаційно-комунікаційні та інформатичні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики / О. М. Спирін [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.zu.edu.ua/3733/>
9. Мурзіна К.В. Розвиток пізнавальних процесів дітей старшого дошкільного віку з використанням ІКТ / К.В. Мурзіна // Дошкільний навчальний заклад. – 2018. – 11. – С.2-10.
10. Жалдак М.І., Ю.В. Горошко, Є.Ф. Вінниченко. Ж 24 Математика з комп'ютером. Посібник для вчителів. – 3-тє вид. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – 315 с.
11. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов : учебное пособие / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. – 5-е изд., испр. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 256 с..
12. Жигіль В.І. Професійна педагогіка : навч. посіб. : [для студ. ВНЗ] / В.І. Жигір, О.А. Чернега. – Київ : Кондор, 2012. – 338 с.

References

1. Merzlyak AG Geometry: the beginning of the study. in depth. levels from 8 classes, prof. level: textbook. for 10 classes. institutions of general secondary education / A.G. Merzlyak, DA Nomirovsky, VB Polonsky, MS Anchor. - H.: Gymnasium, 2018 - 272 p. (in Ukrainian)
2. Methods of teaching computer mathematics to future teachers of computer science: author's ref. dis ... cand. ped. Science: 13.00.02 / V.V. Yefimenko; Nat. ped. Univ. MP Dragomanova. - Kyiv, 2015. - 22 p. (in Ukrainian)
3. Slepkan ZI Methods of teaching mathematics: textbook. For students. Met. Higher specialties. Teaching Institutions. - 2nd view. ext. And rework. - K.: Вища школа, 2006. - 582 с. (in Ukrainian)
4. Padalko A., Padalko N., Padalko N. (2021) On Using Information and Communication Technologies in Process of Mathematical Specialties Education. In: Lecture Notes in Networks and Systems, vol 188. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66717-7_61
5. Lyashenko OI Test of general educational competence: basic principles and results of piloting / OI Lyashenko, SA Rakov // Pedagogy and Psychology. - № 2. - 2011. - P. 27–35. (in Ukrainian)
6. Padalko NY, Padalko AM Features of application of information and communication technologies in the study of disciplines of the mathematical cycle Mathematics, information technology. Collection of articles. - Lutsk. - 2020. - p. 52-60. (in Ukrainian).
7. Khoruzha LL Competence approach in education: a retrospective look at the development of ideas / LL Khoruzha // Pedagogical education: theory and practice. Psychology. –2006 - P. 149–150. (in Ukrainian).
8. Spirin OM Information-communication and information competencies as components of the system of professionally-specialized competencies of teachers of informatics / OM Spirin [Electronic resource]. - Access mode: <http://eprints.zu.edu.ua/3733/>(in Ukrainian).
9. Murzina KV Development of cognitive processes of older preschool children with the use of ICT / K.V. Murzina // Preschool educational institution. - 2018. - 11. - P.2-10. (in Ukrainian).
10. Zhaldak MI, Yu.V. Goroshko, E.F. Vinnichenko. F 24 Mathematics with a computer. A guide for teachers. - 3rd type. - K.: Published by NPU named after MP Dragomanova, 2015. - 315 p. (in Ukrainian).
11. Problems in set theory, mathematical logic and algorithm theory: a textbook / I.A. Lavrov, LL Максимова. - 5th ed., Corrected. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 256 с. (in Ukrainian).
12. Zhigil VI Professional pedagogy: textbook. way. : [for students. University] / VI Жигір, О.А. Чернега. - Kyiv: Condor, 2012. - 338 p. (in Ukrainian).