

УДК 51-35(045)(477)

ББК 22.1

Наталія Нарихнюк

Віктор Корнелюк

Павло Селюк

Луцький педагогічний коледж (Луцьк)

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ МАТЕМАТИКИ

У статті йдеться про впровадження педагогічних програмних засобів навчання у контексті модернізації системи освіти України. Здійснюється аналіз поняття «педагогічні програмні засоби навчання», а також спроба його узагальнення та уточнення. Обґрунтовується доцільність використання педагогічних програмних засобів для інноваційної взаємодії у процесі вивчення курсу математики. Досліджується комплект електронних програм Gran (Gran1, Gran-2D, Gran-3D) та обґрунтовується доцільність їх використання на заняттях алгебри та початків аналізу і геометрії.

***Ключові слова:** педагогічні програмні засоби, електронні програми Gran, графічний аналіз функції, математика, інноваційні технології.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасний етап розвитку суспільства характеризується глобальною інформатизацією всіх сфер суспільного життя, включаючи систему освіти. В умовах широкого використання засобів сучасної комп'ютерної техніки в навчальному процесі, викладачу необхідно вміти застосовувати інформаційно-телекомунікаційні технології в педагогічній діяльності. Тому нагальною потребою сучасної системи освіти при викладанні математики є впровадження нових форм та методів навчання і виховання, що забезпечують розвиток особистості кожного студента. Розв'язанню цієї проблеми сприяє впровадження технологій інноваційної взаємодії на заняттях математики. Саме вони ефективніше, ніж інші педагогічні технології, сприяють інтелектуальному, соціальному й духовному розвитку студента.

Важливість вказаної проблеми окреслена в нормативних документах, серед яких Закони України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про Основні

засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки», «Про Національну програму інформатизації» і Національна доктрина розвитку освіти України в ХХІ столітті, Державні програми «Вчитель» та «Інформаційні і комунікаційні технології в освіті і науці». У цих документах визначено пріоритетність упровадження у навчальний процес ІКТ, підвищення якості освіти, забезпечення закладів освіти сучасними педагогічними програмними засобами (ППЗ) навчання тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема дослідження ППЗ не нова. Висвітленням деяких її аспектів, пов'язаних зі специфікою використання ППЗ у навчальному процесі і їх класифікацією, займалось широке коло вітчизняних і зарубіжних дослідників (Р. Вільямс, Б. Глинський, М. Жалдак, Ю. Жук, Т. Ільєсова, В. Каймін, К. Маклін, І. Морев, Н. Морзе, М. Раков, Ю. Рамський, І. Роберт, О. Скафа та ін.). Однак, попри значну зацікавленість цим питанням, поза увагою науковців залишається окреслення єдиного підходу до розробки та впровадження ППЗ у процесі підготовки майбутніх педагогів.

Метою статті є здійснення порівняльної характеристики існуючих ППЗ і визначення серед них найбільш ефективних щодо забезпечення інноваційної взаємодії та підвищення якості знань з математики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ефективність використання засобів нових інформаційних технологій навчання [НІТН] при вивченні курсу алгебри і початків аналізу, як і математики в цілому, в значній мірі залежить від педагогічних програмних засобів, які дозволяють поєднати високі обчислювальні можливості при дослідженні різноманітних функціональних залежностей з перевагами графічного подання результатів опрацювання інформації, дають можливість економити навчальний час за рахунок виключення рутинних операцій обчислювального характеру, озброюють студентів ефективними наочними методами розв'язування широкого класу задач, забезпечують ефективну взаємодію в навчальному процесі.

При цьому під інноваційною взаємодією (за І. Луциків) розуміємо сукупність відносин суб'єктів інноваційної діяльності щодо створення, розповсюдження та використання інновацій, спрямованих на капіталізацію й комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок, що зумовлює випуск нових конкурентоспроможних товарів та послуг [6, С.50-53].

Сучасний педагог будь-якого навчального закладу має широкий спектр використання ППЗ, які спрямовані на вдосконалення навчального процесу й зростання його ефективності. У зв'язку з цим виникають принципові питання: які ППЗ відповідають основним завданням сучасної педагогічної освіти, за яких умов їх ефективність буде найвищою.

Розгляд та порівняння існуючих ППЗ, що використовуються у процесі вивчення математики, як з дидактичної, так і з функціональної точок зору надасть можливість підібрати найефективніше та найдієвіше програмне забезпечення, яке буде сприяти досягненню навчальної мети.

У науковій та спеціальній літературі трапляється значна кількість визначень поняття «педагогічний програмний засіб навчання». Спробуємо узагальнити й конкретизувати вказане поняття: ППЗ є цілісною дидактичною системою, реалізація якої можлива шляхом активного використання інформаційно-комунікаційних технологій і засобів інтернету, спрямована на зростання якості навчання на основі індивідуальних і оптимальних навчальних програм за безпосереднього чи опосередкованого керівництва викладача.

На відміну від звичайних паперових носіїв інформації, ППЗ мають чіткі переваги. Цей освітній продукт не є звичайним електронним підручником на електронному носії, а цілісною програмою, що поєднує теоретичні та практичні питання, віртуальні лабораторні роботи й практикуми, має електронний журнал успішності, конструктор уроків, комп'ютерні анімації природних процесів, інтерактивні і тестові завдання та інші можливості [2].

Відзначимо, що ППЗ є економічно вигідними і водночас більш зрозумілими для сучасної студентської молоді, що стимулює та активізує самостійне й творче мислення.

Серед ППЗ, які нині пропонуються, важливе місце займають ті з них, що охоплюють значні за обсягом матеріалу розділи навчальних курсів або повністю навчальні курси. За такими ППЗ закріпилася назва «електронні підручники». Для них характерна гіпертекстова структура навчального матеріалу, система управління з елементами штучного інтелекту, блок самоконтролю, «розвинені» мультимедійні складові. Зазначені ППЗ іноді мають характерні ознаки автоматизованих навчальних курсів, основні теоретичні засади створення і використання яких розроблялись, починаючи з 1970-х років [4, С. 6–11].

Використання електронних підручників сприяє розвитку особистісних компонентів моделі навчання. Та найбільша результативність їх застосування у навчальному процесі виявляється при безпосередньому управлінні педагогом навчальним процесом. ППЗ моделюючо-демонстраційного типу, як засвідчив досвід, найефективніше використовувати для демонстрацій та виконання фронтальних навчальних завдань. Значний ефект дає індивідуальне використання контролюючих ППЗ, що забезпечує якісний моніторинг навчального процесу (використання зворотного зв'язку виявляється результативнішим за безпосередньої участі у цьому процесі викладача) [4, С. 51–53].

Відзначимо важливість застосування ППЗ, що орієнтовані на використання при вивченні математики. Це, зокрема, такі програми: DERIVE, EUREKA, GRAN1, Maple, MathCAD, Mathematika, MathLab, Maxima, Numeri, Reduce, DG та ін. Однак, програм, призначених для опанування курсу геометрії розроблено недостатню кількість. Найбільш розповсюдженими ППЗ такого типу є зарубіжні пакети CABRI та SketchPad, що відносяться до так званих середовищ динамічної геометрії.

Охарактеризуємо найбільш придатні для вивчення курсу геометрії програми. Програмно-методичний комплекс DG – пакет динамічної геометрії – призначений для проведення експериментів з планіметрії [8, С. 57]. Основна мета – надати студентам можливість самостійного відкриття геометрії шляхом

експериментування на комп'ютері. Програма може бути використана для ілюстрування задач та теорем курсу геометрії (планіметрії), створення наочних інтерактивних матеріалів.

Програма Derive призначена для розв'язування значного кола математичних задач: пошук розв'язків рівнянь в числових і буквених виразах, границь функцій, звичайних і частинних похідних різних порядків, розкладу функції в ряд Тейлора, невизначених і визначених інтегралів різної кратності зі сталими та змінними межами, виконання операцій над векторами, графічних побудов у двовимірному і тривимірному просторах тощо. Крім того, за допомогою цієї програми виконуються спрощення алгебраїчних виразів із використанням загальних перетворень, обчислення значень виразів із вказаною точністю та ін. [4, С. 149].

Программа EUREKA призначена для розв'язування широкого кола математичних задач, дослідження функцій, побудови їх графіків, розв'язування рівнянь та систем рівнянь, визначення похідних та інтегралів [8, С. 267].

Як свідчить практика, ППЗ Derive і EUREKA є складнішими у використанні, оскільки мають англomовний інтерфейс.

Грунтовний аналіз вищезазначених ППЗ дозволяє зробити висновок, що найбільш придатними з них для вивчення математики є комплект електронних програм Gran (Gran1, Gran-2D, Gran-3D). Вони прості у використанні, максимально наближені до інтерфейсу найбільш поширених програм загального призначення (систем опрацювання текстів, управління базами даних, електронних таблиць, графічних і музичних редакторів тощо). При використанні цих ППЗ від користувача не вимагається значного обсягу спеціальних знань з інформатики, основ обчислювальної техніки, програмування, за винятком найпростіших понять, цілком доступних для студентів [1].

Під час навчального процесу застосування вказаних ППЗ дає можливість розв'язувати окремі задачі, не оперуючи відповідним аналітичним апаратом. Наприклад, студент може розв'язувати рівняння і нерівності та їх системи, не

знаючи формул для віднайдення коренів, методу виключення змінних, методу інтервалів тощо, обчислювати похідні та інтеграли, не пам'ятаючи їх таблиць, досліджувати функції, не знаючи алгоритмів їх дослідження та ін. Разом з тим, завдяки можливостям графічного супроводу комп'ютерного розв'язування задачі, студенти чітко і легко можуть розв'язувати дуже складні задачі, впевнено володіти відповідною системою понять і правил. Використання ППЗ зазначеного типу дає можливість у багатьох випадках спростити розв'язування задач до простого розглядання рисунків чи графічних зображень. Відповідні ППЗ перетворюють окремі розділи і методи математики в «математику для всіх», що сприяє їх доступності, зрозумілості та зручності у використанні [1; 2; 4; 7].

Розглянемо характерні та функціональні особливості кожного з компонентів комплексу електронних програм GRAN, що складається з програм для підтримки курсу алгебри та початків аналізу, а також елементів стохастичності – GRAN1, [1], планіметрії – GRAN-2D та стереометрії – GRAN-3D [2], програму динамічної геометрії DG [3], що сприяють формуванню та розвитку продуктивного мислення студентів при вивченні деяких тем курсу алгебри і початків аналізу та геометрії.

Цікавими, з точки зору проведення чисельних експериментів, є динамічні послуги програм GRAN-2D та DG. Основою роботи з програмами є створення геометричної моделі, у якій одні елементи залежать від інших (зокрема в [3] розрізняють незалежні, напівзалежні та залежні об'єкти). Зміна параметрів одного з незалежних елементів (координат точки, довжини відрізка, радіуса кола тощо) відповідним чином може впливати на параметри окремих залежних елементів моделі. За допомогою таких моделей можна не тільки швидко та наочно будувати креслення до задач, але і розв'язувати задачі на обчислення, дослідження, доведення. Основні прийоми роботи з вказаними програмами ідентичні, але трапляються невеликі відмінності. Так, наприклад, в програмі DG існує об'єкт «відрізок», в той час як в GRAN-2D замість цього використовується об'єкт «ламана» з однією ланкою. Однак ці розбіжності

майже не впливають на способи побудови моделей. Найчастіше порядок дій при побудові комп'ютерної моделі майже збігається з порядком виконуваних побудов в зошиті. Однак для спрощення сприйняття всі допоміжні побудови після створення моделі можна сховати; видалити їх не слід, оскільки видалення одного з об'єктів веде до автоматичного видалення всіх підпорядкованих йому об'єктів. При побудові динамічних моделей особливого значення набуває правильний вибір залежних та незалежних об'єктів, їх взаємозв'язок. Так, при створенні моделі кола, описаного навколо трикутника, можна піти двома шляхами:

✓ створити три точки на площині, які визначають вершини трикутника, а потім, визначивши центр описаного кола як точку перетину серединних перпендикулярів до сторін трикутника, описати навколо цього трикутника коло. У такому випадку центр та радіус описаного кола будуть залежати від розташування вершин трикутника;

✓ створити довільне коло на площині, а потім на колі розмістити три точки, які й будуть визначати вершини трикутника. Головним об'єктом у такому разі виступає коло, а вершини трикутника прив'язані до нього, тобто вони є напівзалежними. Розташування вершин трикутника можна змінювати, але це не впливає на коло, на якому вони знаходяться.

Якщо залишити на екрані лише коло та трикутник, сховавши проміжні побудови, то зовні обидві моделі цілком ідентичні, але якщо в першому випадку всі вершини трикутника можуть займати довільне місце на координатній площині, то в другому – лише ковзати вздовж кола, до якого вони прив'язані.

Розглянемо задачу, в якій потрібно створити модель прямокутника, вписаного в рівнобедрений трикутник. Нехай ABC трикутник, в який вписано прямокутник $KLMN$,

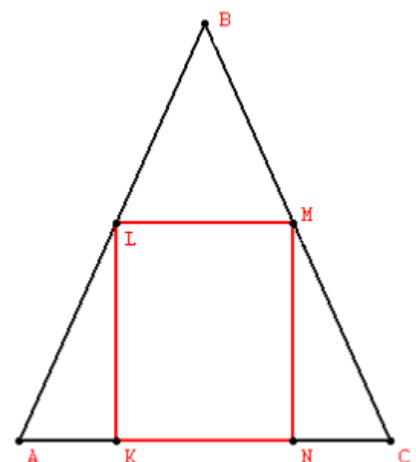


Рис.1

відрізок – AC основа трикутника, точки K та N належать цій основі, $L \in AB$, $M \in BC$, (рис. 1).

При побудові моделі такої задачі потрібно розв'язати дві проблеми:

- 1) трикутник ABC є рівнобедреним, а отже, вершина B повинна бути напівзалежною, а саме, належати серединному перпендикуляру до основи AC ;
- 2) щоб прямокутник був динамічно вписаним, необхідно задати одну з його вершин, а три інші зробити залежними від неї.

Якщо перша проблема розв'язується досить легко, то при розв'язуванні другої важливим є правильний вибір розташування незалежної вершини прямокутника: на основі чи на боковій стороні. Зробити незалежною точку K або N буде помилкою, оскільки при вільному пересуванні цієї вершини вздовж відрізка AC прямокутник $KLMN$ може вироджуватись в точку. З іншого боку, якщо незалежною вершиною буде точка L або M , то прямокутник завжди існуватиме (за виключенням випадку, коли вершина прямокутника збігається з однією з вершин трикутника).

Особливої уваги заслуговують задачі, у яких використовуються змінні величини, причому така змінна величина може бути задана і неявним чином. Зокрема, розглянемо таку задачу: «Задано довільний трикутник ABC . BH – висота трикутника. Знайти розташування точки H ».

Ця задача є задачею на дослідження. У ній змінною величиною є кут при основі, хоча в умові прямо про це й не говориться.

Побудуємо модель трикутника у програмі GRAN-2D (рис. 2):

- 1) створюємо три незалежні точки A, B та C ;
- 2) створюємо пряму AC ;
- 3) створюємо трикутник ABC ;
- 4) створюємо пряму, що проходить через точку B ,

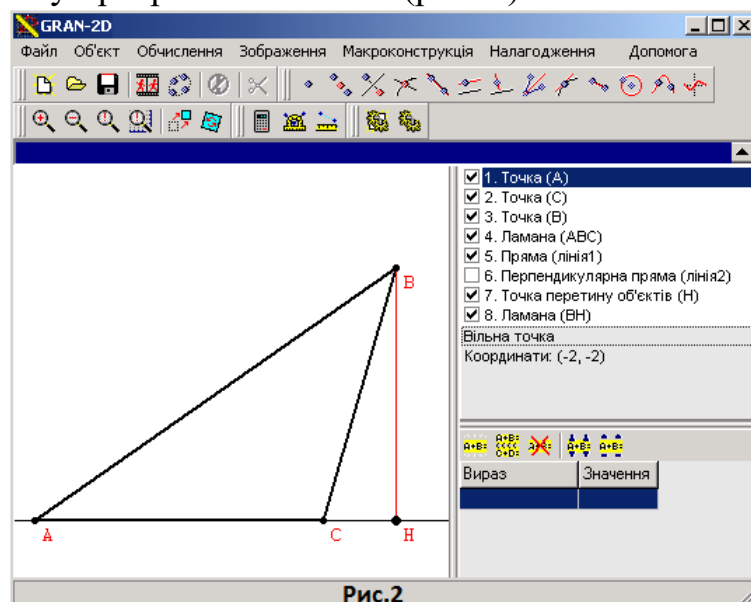


Рис.2

перпендикулярну до прямої AC . Точка перетину цих прямих дає точку H ;

5) створюємо висоту BH ;

б) ховаємо ті об'єкти, що заважають сприйняттю моделі (у цьому разі – пряма BH).

Як бачимо, побудова комп'ютерної моделі практично не відрізняється від побудови малюнка в зошиті. Але, на відміну від нього, ця модель є *динамічною*: зміна розташування будь-якої з вершин трикутника впливає на розташування точки. Це дозволяє визначити залежність між розташуванням точки H та кутами при основі трикутника, на яку опущена дана висота H :

- ✓ якщо обидва кути гострі – точка H належить основі трикутника;
- ✓ якщо один із кутів прямий – точка H співпадає з відповідною вершиною трикутника;
- ✓ якщо один із кутів тупий – точка H лежить поза основою трикутника на прямій AC .

Таку динамічну модель можна використовувати для активізації пізнавальної діяльності студентів, пропонуючи за побудованою викладачем моделлю у процесі її дослідження знайти певні закономірності, придумати задачу, сформулювати теорему. Зокрема, запропонувавши студентам модель попередньої задачі, не формулюючи її умови, педагог ставить перед студентами проблему: провівши відповідне дослідження, сформулювати та розв'язати задачу, відповідну до цієї моделі.

Використання на заняттях таких задач, створення відповідних моделей вимагає від студентів осмисленого підходу до порядку виконуваних дій, усвідомлення взаємозв'язків між окремими елементами моделі, передбачення наслідків своїх дій. Зрозуміло, що без певних шаблонів обійтися неможливо, наприклад, побудова серединного перпендикуляру або кола, описаного навколо трикутника.

Набуваючи певних знань та навичок побудови динамічних моделей при розв'язуванні геометричних задач, одержані знання можна переносити на розв'язування задач з алгебри, використовуючи програми динамічної геометрії.

Окрім того, що ці програми містять послуги побудови графіків функцій, деякі алгебраїчні задачі розв'язуються шляхом створення геометричної фігури, що є графіком заданої функціональної залежності. Зокрема, розв'язування задач з параметром, коли значення параметру може визначатись координатою однієї з незалежних точок.

Якщо ж розглянути аналогічну систему рівнянь з параметром, то модель такої задачі побудувати буде значно важче, оскільки графіком другого рівняння є парабола. Для таких випадків у програмі «DG» передбачене задання точки *аналітично*: координати точки задаються як аналітичні вирази, аргументами яких є координати інших точок. У подальшому, скориставшись послугою «Динамічний слід», можна одержати графік необхідної функції.

Так, побудова моделі для розв'язування цієї системи буде виглядати наступним чином.

I. Модель, що відповідає першому рівнянню системи, можна будувати так само, як і в попередній задачі, або ж задати її аналітично. Для цього:

1) на осі ординат розміщуємо точку *A*;

2) на осі абсцис розміщуємо точку *B*;

3) створюємо точку *C*, задану аналітично. Для цього скористуємось послугою «Фігури / Аналітично / Точка» та визначимо її координати наступним чином $X=B.X$; $Y=A.Y - abs(B.X)$;

4) користуючись послугою «Динамічний слід», вкажемо послідовно точки *B* та *C*. Це означатиме, що точка *B* є визначальною для точки *C*, а точка *C* повинна залишати слід, тобто малюється графік функції $y=a-|x|$

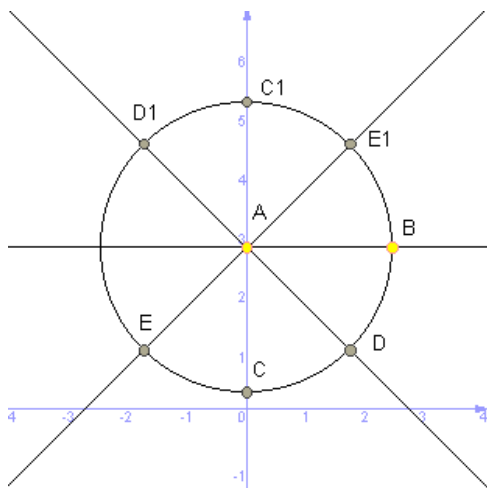


Рис. 3

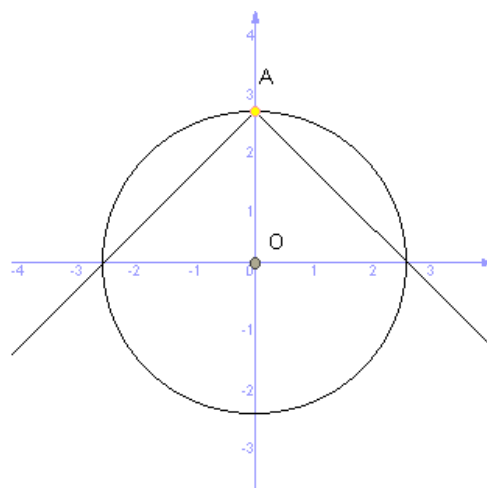


Рис.4

II. Побудова моделі, що відповідає другому рівнянню системи, ґрунтується на попередніх побудовах:

1) створюємо точку G , задану аналітично, задавши її координати наступним чином $X=B.X, Y=(1-B.X^{**2})A.Y$ (потрібно зауважити, що при цьому ми повинні окремо розглянути випадок $a=0$);

2) користуючись послугою «Динамічний слід», вказуємо послідовно точки B та G (рис. 5);

3) точки B, C та G робляться невидимими.

Хоча побудова такої моделі є досить складною, методичний ефект від їх застосування виявляється досить виправданим.

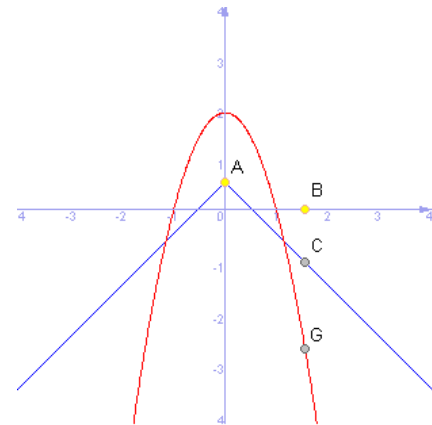


Рис.5

На жаль, чим складніша функція, що фігурує в аналітичному записі, тим складніше побудувати відповідну модель. Зокрема, побудова графіка для рівняння з параметром вимагатиме досить складних проміжних побудов. Саме тому для графічного аналізу таких залежностей використовується програма GRAN-1.

Програма GRAN-3D, розроблена М. Жалдаком та О. Вітюком, призначена для графічного аналізу просторових (тривимірних) об'єктів. Звідси й походить її назва (GRaphic Analysis 3-Dimension).

ППЗ GRAN-3D надає студентам змогу оперувати моделями просторових об'єктів, що вивчаються в курсі стереометрії, а також забезпечує засобами аналізу та ефективного отримання відповідних числових характеристик різних об'єктів у тривимірному просторі. Він дозволяє створювати та оперувати моделями геометричних об'єктів таких типів: Точка, Відрізок, Ламана, Площина, Многогранник, Поверхня обертання та Довільна поверхня, що визначається рівнянням виду $z=f(x,y)$. При цьому можливе задання об'єктів різним способом.

Висновок з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Наведені приклади дають підстави стверджувати, що таке застосування ППЗ у навчальному процесі сприятиме зацікавленню студентів,

усвідомленню ними певних залежностей, більш глибокому засвоєнню матеріалу. Тим більше, що коло задач, які розв'язуються за допомогою об'єктів з використанням динамічних параметрів, можна розширити – це можуть бути як задачі з курсу математики, так і з інших дисциплін: фізики, хімії, економіки тощо.

Отже, здійснення порівняльної характеристики сучасних ППЗ навчання переконує, що ефективність інноваційної взаємодії та засвоєння математичних знань значно зростає за умов широкого впровадження ІКТ, які дозволяють поєднувати високі обчислювальні можливості при дослідженні різноманітних геометричних об'єктів з унаочненням результатів на всіх етапах розв'язування задач, а також умілого поєднання традиційних засобів навчання із новими ППЗ.

Джерела та література:

1. Вінниченко Є. Ф. Деякі особливості геометричних перетворень в програмі GRAN 2D / Є. Ф. Вінниченко, А. О. Костюченко // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: зб. наук. праць, 2007. – № 5 (12). – С. 114–120.
2. Електронні засоби навчання / Розроблено Компанією СМІТ за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках Державної програми «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» в 2007–2008 рр. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.elearningpto.gov.ua>.
3. Жалдак М. І. Комп'ютер на уроках геометрії: посібник для вчителів / М. І. Жалдак, О. В. Вітюк. – К.: РННЦ «ДІНІТ», 2004 – 168 с.
4. Жалдак М. І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: посібник для вчителів / М. І. Жалдак, В. В. Лапінський, М. І. Шут. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2004. – 182 с.
5. Жалдак М. І. Математика з комп'ютером: посібник для вчителів / М. І. Жалдак, Ю. В. Горошко, Є. Ф. Вінниченко. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2008. – 280 с.
6. Луциків І. Інноваційна взаємодія як метод активізації інноваційної діяльності. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/21167/2/SEIED_2017_Lucyktiv_I-Innovation_interactionas_50-53.pdf.
7. Раков С. А. Компьютерные эксперименты в геометрии / С. А. Раков, В. П. Горох. – Харків: МП «Регіональний центр нових інформаційних технологій», 1996. – 176 с.
8. Скафа О. Комп'ютерно-орієнтовані уроки в евристичному навчанні математики: навч.-метод. посібник / О. Скафа, О. Тутова. – Донецьк: Вебер, 2009. – 320 с.

References

1. Vynnychenko Ye. F. Deyaki osoblyvosti geometrychnykh peretvoren v programi GRAN 2D [Some features geometric transformation program GRAN 2D] / Ye. F. Vynnychenko, A. O. Kostyuchenko // Naukovyj chasopys NPU imeni M. P. Dragomanova. Seriya # 2. Kompyuterno-oriyentovani systemy` navchannya: zb. nauk. pracz`, 2007. – # 5 (12). – S. 114–120.

2. Elektronni zasoby navchannya [E-learning tools] / Rozrobleno Kompaniyeyu SMIT za finansovoyi pidtrymky Ministerstva osvity i nauky Ukrainy` v ramkax Derzhavnoyi programy «Informacijni ta komunikacijni tehnologiyi v osviti i nauci» v 2007–2008 rr. [Elektronnyj resurs] – Rezhym dostupu:
<http://www.elearning-pto.gov.ua>.
3. Zhaldak M. I. Kompyuter na urokax geometriyi: posibnyk dlya vchyteliv [Computer lessons in geometry: A Guide for Teachers] / M. I. Zhaldak, O. V. Vityuk. – K.: RNNCz «DINIT», 2004 – 168 s.
4. Zhaldak M. I. Kompyuterno-oriyentovani zasoby navchannya matematyky, fizyky, informatyky: posibnyk dlya vchyteliv [Computer-oriented means of teaching mathematics, physics, computer science: a guide for teachers] / M. I. Zhaldak, V. V. Lapinskyj, M. I. Shut. – K.: NPU im. M. P. Dragomanova, 2004. – 182 s.
5. Zhaldak M. I. Matematyka z kompyuterom: posibnyk dlya vchyteliv [Mathematics with Computer: A Guide for Teachers] / M. I. Zhaldak, Yu. V. Goroshko, Ye. F. Vinnychenko. – K.: NPU im. M. P. Dragomanova, 2008. – 280 c.
6. Lucykiv I. Inovatsiina vzaemodiya yak metod aktivizatsii inovatsiinoi diyalnosti. [Electroniy resurs] – Regim dostupu: [http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/21167/2/SEIED 2017 Lucykiv I-Innovation interactionas 50 - 53.pdf](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/21167/2/SEIED%202017%20Lucykiv%20I%20Innovation%20interactionas%2050%20-%2053.pdf).
7. Rakov S. A. Compyuterni eksperimenti v geometrii / S. A. Rakov, V. P. Gorox. – Xarkiv: MP «Regionalnyj centr novykh informacijnyh tehnologii», 1996. – 176 s.
8. Skafa O. Kompyuterno-oriyentovani urokiv evristichnomu navchanni matematyky: navch.-metod. posibnyk [Computer-oriented problem-solving lessons in mathematics education: Teach method. manual] / O. Skafa, O. Tutova. – Doneczk: Veber, 2009. – 320 s.

Наталія Нарихнюк. Віктор Корнелюк. Павел Селюк. Применение програмних средств создания динамических моделей для инновационного взаимодействия при изучении курса математики. В статье идет речь о внедрении педагогических программных средств учебы в контексте модернизации системы образования Украины. Осуществляется анализ понятия «педагогические програмные средства учебы», а также попытка его обобщения и уточнения. Обосновывается целесообразность использования педагогических програмных средств для инновационного взаимодействия в процессе изучения курса математики. Исследуется комплект электронных программ Gran (Gran1, Gran-2d, Gran-3d) и обосновывается целесообразность их использования на занятиях алгебры и начал анализа и геометрии.

Ключевые слова: педагогические програмные средства, электронные программы Gran, графический анализ функции, математика, инновационные технологии.

Natalia Naryhniuk. Victor Korneliuk. Pavlo Seliuk. Application of software for the establishment of dynamic models for innovation interaction at the study of the mathematical course. To article deals with the introduction of pedagogical teaching aids in the context of the modernization of the education system of Ukraine. An analysis is carried out of the concept of pedagogical software teaching aids, as well as the breakdown of its generalization and refinement. The advisability of using pedagogical software tools for innovative interaction in the course of studying the course of mathematics is substantiated. A set of electronic programs Gran (Gran1, Gran-2D, Gran-3D) is explored and the advisability of their use in classes of algebra and the principles of analysis and geometry is substantiated.

Key words: pedagogical software tools, electronic programs Gran, graphic analysis of function, mathematics, innovative technologies.

Стаття надійшла до редколегії 12.11.2018 р.