ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

В.А. Кушнір, Р.Я. Ріжняк

Анотація. У статті досліджуються проблеми використання комп'ютерних технологій для побудови та розв'язування системних моделей задачних ситуацій, якими є дослідження шкільних математичних функцій та побудова їх графіків.

Ключові слова. Інформаційно-комп'ютерні технології, вивчення математики, комп'ютерне моделювання, активізація пізнавальної діяльності учнів, дослідження властивостей функції.

* * *

Аналіз ролі інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ) у вивченні математики, що проводився в рамках досліджень [2; 5; 6; 7; 8], дає можливість стверджувати, що ІКТ стають одним з найважливіших чинників реалізації принципів дидактики — науковості, доступності, системності, наочності та фундаментальності. Під час вивчення різних понять математики з використанням ІКТ важливу роль можуть відіграти графічні можливості інформаційно-комп'ютерних технологій, зокрема пакетів математичних програм.

Серед нових підходів до навчання математичних дисциплін усе більше місце займає інтегративний підхід до навчання, а інтеграція знань все більше перетворюється в дидактичний принцип навчання. Важливим засобом інформаційно-комп'ютерні технології можуть виступити у разі формування розуміння локальності дій певних математичних тверджень та гіпотез. Водночас виникає потреба у комп'ютерному моделюванні відповідних математичних об'єктів та відношень між ними. У такий спосіб відбувається інтеграція різних математичних знань, а також знань інформаційних технологій, комп'ютера. Використовуючи певні можливості тієї чи іншої інформаційно-комп'ютерної технології для розв'язання певної навчальної проблеми, учителям потрібно чітко уяснити, які переваги дає таке використання та які нові проблеми створюються при цьому [2; 3; 7].

У першу чергу потребує ретельного дослідження проблема вивчення впливу ІКТ на розвиток особистості учнів, на рівень їхньої математичної підготовки, на здатність учнів проявити на підсумковій стадії шкільного навчання математики вміння узагальнити теоретичні чи практичні результати розв'язування математичної задачі чи проблеми, систематизувати та продуктивно використати отримані знання під час розв'язування практичних завдань.

Зазначена проблема набуває особливого значення з огляду на запровадження в системі української освіти зовнішнього незалежного оцінювання випускників, яке за своє задумкою та проголошеними принципами має надати серйозного імпульсу як шкільній, так і вузівській освіті. Це спонукає методистів та вчених-педагогів сконцентрувати свою увагу не лише на теоретичній, а саме на продуктивно-практичній підготовці випускників, важливим аспектом якої є застосування знань під час розв'язування практичних проблем. А тому досить важливого значення набуває формування в учнів умінь орієнтуватися в наявних інтегративних зв'язках у навчанні математики, з різноманіття яких можна виділити такі основні, що відповідають визначеним рівням інтеграції: **інтеграція в межах теми; інтеграція в межах розділу навчального матеріалу; інтеграція в межах однієї математичної дисципліни; інтеграція в межах математичних дисциплін; інтеграція між математичними дисциплінами та іншими дисциплінами (інформатика, фізика, хімія та ін.).**

Визначити основні фактори методичного та методологічного впливу використання інформаційно-комп'ютерних технологій (у контексті реалізації можливостей комп'ютерного моделювання) на еволюцію математичної освіти можна так:

1. ІКТ є складовою частиною забезпечення інтеграції змісту шкільної математичної освіти за визначеними вище рівнями.
2. ІКТ є одним з чинників забезпечення організації навчання розв'язування математичних задач із використанням моделей та модельних переходів.
3. ІКТ є складовою забезпечення реального застосування теоретичних положень шкільного курсу математики у площині розв'язування практичних задач.
4. ІКТ є чинником забезпечення інтеграції математичних знань із загальними науковими, енциклопедичними та популярними знаннями про інформацію.
5. ІКТ стають одним із найважливіших чинників реалізації принципів дидактики — науковості, доступності, системності, наочності та фундаментальності, інтеграції знань, активізації пізнавальної діяльності учнів.
6. ІКТ розширюють можливості для розв'язування нових класів задач, які без застосування ІКТ розв'язати неможливо у межах «класичної математики».

Нині розроблено значну кількість програмних засобів, що дозволяють розв'язувати за допомогою комп'ютера досить широке коло математичних задач різних рівнів складності. Це такі програми як «Системи лінійних рівнянь», GRAN1, GRAN2, GRAN3, Advanced Grapher, DG (динамічна геометрія), MathCad, Maple тощо. Причому одні з цих програм розраховані на фахівців досить високої кваліфікації в галузі математики, інші — на учнів середніх навчальних закладів чи студентів вузів, які лише почали вивчати шкільний курс математики чи основи вищої математики [5; 6; 7]. Для використання програм GRAN2, GRAN3, Advanced Grapher, DG (динамічна геометрія) не вимагаються надто потужні комп'ютери з великою швидкодією, значними обсягами оперативних запам'ятовуючих пристроїв, високими вимогами до можливостей графічних побудов. Названі програми прості у користуванні, оснащені досить зручним інтерфейсом, який максимально наближений до інтерфейсу найбільш поширених програм загального при-значення. Від користувача не вимагається значного обсягу спеціальних знань з інформатики, основ обчислювальної техніки, програмування за винятком найпростіших понять, які цілком доступні для учнів загальноосвітніх шкіл.

Так як межі статті не дозволяють розкрити всі визначені фактори впливу ІКТ на розвиток математичної освіти, тому в даному дослідженні поставимо за мету — розкрити на прикладі використання програми **Advanced Grapher** [11] *методичний та методологічний вплив використання інформаційно-комп'ютерних технологій на розвиток математичної освіти, що проявляється в організації навчання розв'язування математичних задач засобами моделювання та в застосуванні теоретичних положень шкільного курсу математики у площині розв'язування практичних завдань. Предмет дослідження визначимо так — використання ІКТ для побудови та розв'язання системної моделі задачної ситуації, якою є дослідження функції та побудова її графіка*.

Задачі на дослідження властивостей функції є одними з найважливіших задач курсу початків математичного аналізу у старшій школі. Вони містять складну структуру взаємозв'язків між компонентами розв'язання і вказані взаємозв'язки можуть розкривати внутрішньо-поняттєві та міжпоняттєві зв'язки між частинами змістових ліній шкільного курсу математики. Розглянемо план дослідження властивостей функції з точки зору використання з цією метою комп'ютерного моделювання.

1. Під час знаходження області визначення функції досить часто треба розв'язувати рівняння, нерівність чи їх системи. У підручниках і посібниках з математики наведені приклади функцій, знаходження області визначення яких зводиться до рівнянь чи нерівностей, які розв'язуються відомими методами.

Однак, цим самим, штучно звужується множина функцій (створюється «ідеалізована» множина функцій — назвемо це *першою ідеалізацією*), робота з якими практикується на заняттях зі школярами. Поза увагою лишаються всі функції, область визначення яких важко знайти через складність (а то й неможливість) точного розв'язування відповідних рівнянь чи нерівностей.

З використанням ІКТ з'являється можливість знаходження області визначення функції наближено (з наперед заданою точністю [10]).

2. У дослідженні точок розриву функцій розрізняють розриви трьох видів: усувані, скінченого стрибка (розриви першого роду), нескінченого стрибка (розриви другого роду). Відсутність у шкільній програмі з математики таких понять як лівостороння чи правостороння границі функції приводить до того, що функції із складним характером розривів у школі не досліджуються (*друга ідеалізація*). Очевидно, що використання комп'ютерного моделювання дасть можливість проілюструвати та дослідити поняття розривів у вивченні таких функцій.

3. Для знаходження проміжків зростання чи спадання функції $y=f(x)$ та її екстремумів розв'язуються рівняння $f'(x)=0$ та нерівності $f'(x)>0$ чи $f'(x)<0$, які можуть і не мати алгоритму для точного розв'язування (у вигляді скінченого числового виразу, який може бути й ірраціональним). Тому необхідність підбору таких рівнянь та нерівностей і є *третьою ідеалізацією* під час визначення змісту навчальних завдань.

4. Визначаючи проміжки опуклості вниз та опуклості вгору графіка функції, потрібно розв'язувати аналогічні рівняння та нерівності (але вже з другою похідною функції), а це також спонукає до підбору «ідеальних» для роботи формул функцій (*четверта ідеалізація*). Більше того, робота з «ідеальними» функціями не дає можливість учневі зрозуміти природу взаємозв'язків між графіком самої функції та графіками її першої та другої похідної. А це і є інтерпретацією теоретичних положень шкільного курсу математики у площину практичних рішень та застосувань, яка може бути реалізована з використанням ІКТ.

5. У контексті таких же «ідеальних» умов підбираються формули функцій з токи зору «зручного» знаходження перетинів із віссю абсцис, відшукання асимптот до графіка функції (*п'ята та шоста ідеалізації*).

Отже, фактично у підручниках та посібниках з математики розглядаються функції, клас яких обмежується вказаними ідеалізаціями, а побудова графіка може бути далеко неточною з огляду на порівняно малу кількість значень функції, що може бути занесена до допоміжної таблиці значень функції (у звичайних умовах така таблиця у кращому випадку обчислюється вручну або з калькулятором).

Тому ми вважаємо за доцільне розширити множину досліджуваних у шкільному курсі математики функцій, усунувши вимоги перелічених вище ідеалізацій за рахунок процесу побудови системної моделі задачної ситуації — «дослідження та побудова графіка функції» — та її перетворення і розв'язання. Проілюструємо висловлені ідеї на прикладах.

Приклад 1. Дослідити функцію $f(x)=(x^2-2x)e^x$ і побудувати її графік.

Використаємо загальноприйняту схему дослідження і застосуємо до дослідження функції пакет Advanced Grapher (AG).

В AG вибираємо **Добавить график** і в полі, справа від «Y(x)=» записуємо праву частину формули функції (згідно синтаксису AG). У результаті маємо фрагмент графіка даної функції (рис. 1).

Графік функції $f(x)=(x^2-2x)e^x$ є системною моделлю задачної ситуації «дослідження функції та побудова її графіка».

З цієї системної моделі можна наочно наближено визначити точки екстремуму функції, наближені значення їх координат, проміжки зростання/спадання функції, наближені значення точок перегину графіка функції, точки перетину графіка функції з осями координат, асимптоти графіка функції. Для більш точного дослідження функції потрібно побудувати та розв'язати графічні та аналітичні моделі окремих аспектів задачної ситуації, суть якої сформульована вище.

1. З аналітичного виразу функції знаходимо: $D(f)=R$. Область значень $E(f)$ знайдемо після того, як відшукаємо локальні екстремуми функції.

2. З побудованого графіка формулюємо гіпотезу, а в результаті проведення аналітичних викладок (див. означення парної або непарної функції) робимо висновок, що функція ні парна ні непарна і не періодична.

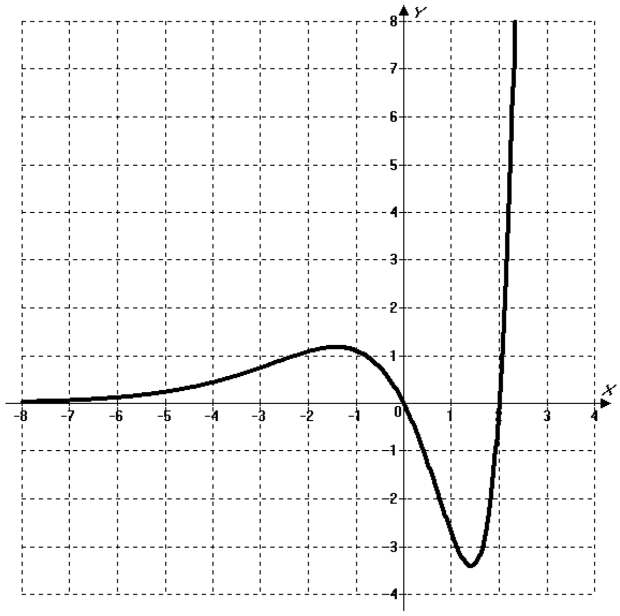

Рис. 1

3. З графіка (див. рис. 1) можна гіпотетично встановити, що функція має горизонтальну (або «похилу») асимптоту $y=0$. Перевіримо це, знайшовши похилу асимптоту вигляду $y=kx+b$. Коефіцієнт k знайдемо за формулою:

$$k=\lim_{x\to\pm\infty}\frac{f(x)}{x},\ \text{при } x\to+\infty \text{ маємо}$$

$$k=\lim_{x\to+\infty}\frac{(x^2-2x)e^x}{x}=\lim_{x\to+\infty}(x-2)e^x=+\infty,$$

тобто при $x\to+\infty$ асимптоти немає, причому функція $f(x)$ прямує до $+\infty$ при $x\to+\infty$. При $x\to-\infty$ маємо:

$$k=\lim_{x\to-\infty}\frac{(x^2-2x)e^x}{x}=\lim_{x\to-\infty}\frac{x-2}{e^x}=\lim_{x\to-\infty}\frac{1}{-e^{-x}}=0.$$

Тепер знайдемо значення b за формулою

$$b=\lim_{x\to\pm\infty}[f(x)-kx].$$

$$\text{Маємо: } b=\lim_{x\to-\infty}[f(x)-0\cdot x]=\lim_{x\to-\infty}\frac{x^2-2x}{e^{-x}}=$$

$$=\lim_{x\to\infty}\frac{2x-2}{-e^{-x}}=\lim_{x\to-\infty}\frac{2}{e^{-x}}=0.$$

Таким чином, $k=0$ і $b=0$, отже при $x\to-\infty$ асимптота має вигляд $y=0$, тобто співпадає з віссю Ox. Знайдена асимптота є моделлю ще одного аспекту задачної ситуації.

4. Точки перетину графіка з осями та екстремуми знаходимо так: **Вычисления/Исследование функции** в параметрах обов'язково вказуємо **Использовать производную**. У результаті матимемо два корені: $x=0$ і $x=2$ (рис. 2). У даному прикладі вони знайдені точно.

Отже, тепер ми знаємо точки перетину з віссю абсцис та можемо вказати проміжки знакосталості: $f(x)>0$ при $x\in(-\infty;0)$ і при $x\in(2;+\infty)$ і $f(x)<0$ при $x\in(0;2)$.

5. Для відшукання точок екстремуму функції створюємо ще одну часткову модель задачної ситуації: $f'(x)=(x^2-2)e^x=0$. Для розв'язання цієї моделі використовуємо ІКТ (див. рис. 2): $f'(x)=0$ при $x\approx-1,41$ або $x\approx1,41$. Проаналізувавши інтервали знакосталості похідної функції, отримаємо, що функція зростає при $f'(x)>0$ $x\in(-\infty;-1,41)\cup(1,41;+\infty)$ і спадає при $f'(x)<0$ $x\in(-1,41;1,41)$.

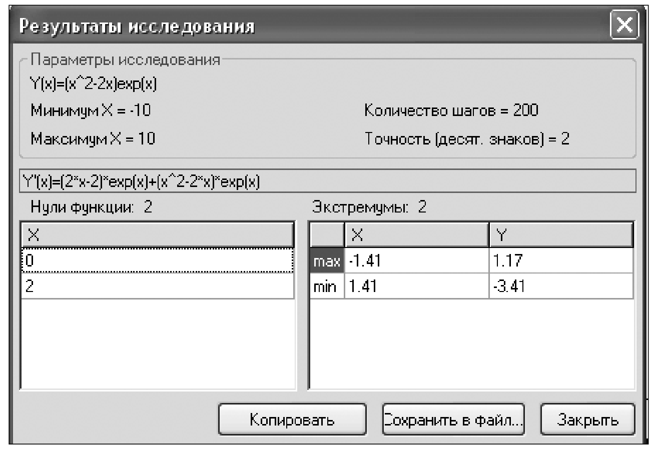

Рис. 2

Відповідно значення функцій в точках мінімуму і максимуму (див. рис. 2): $f_{\max}\approx1,17$, $f_{\min}\approx-3,41$.

Для наочного зв'язку екстремумів функції $y=f(x)$ та нулями її похідної ($f'(x)=0$) побудуємо графік похідної $f'(x)=(x^2-2)e^x$ (на рис. 3 графік першої похідної функції зображений коротким пунктиром). У точці $B(-1,41;0)$ похідна функції перетворюється на нуль, а тому у відповідній їй точці $A(-1,41;1,17)$ функція має екстремум (див. рис. 3). Аналогічно можна проаналізувати розміщення точки C, у якій похідна функції дорівнює нулеві, та відповідної їй точки D, у якій функція має екстремум.

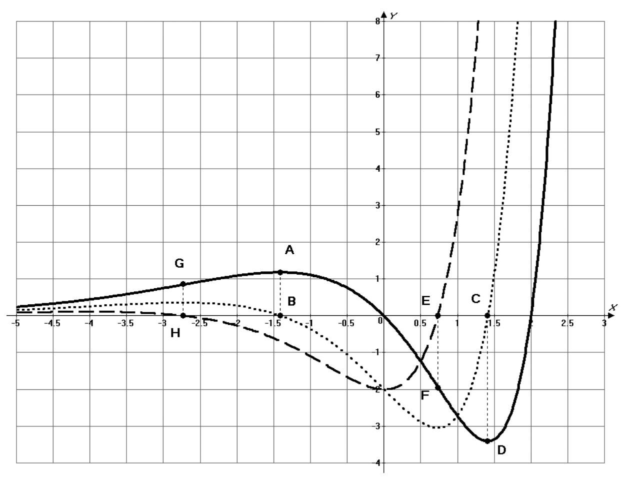

Рис. 3

Тепер можемо знайти область значень функції: $E(f)=[f_{\min};+\infty)\approx[-3,41;+\infty)$.

6. Для знаходження проміжків, на яких графік функції опуклий вниз та опуклий вгору, використовується друга похідна $f''(x)$.

Аналітичною моделлю відшукання точок перегину, як відомо, є $f''(x)=(x^2+2x-2)e^x=0$.

Графічно це можна зробити за допомогою кнопки **Производная** на панелі інструментів або меню **Вычисления/Производная** (рис. 4). Тепер так же знову шукаємо похідну, але вже від попередньої функції — маємо графік (див. рис. 3) похідної другого порядку від функції $f(x)=(x^2-2x)e^x$. Дослідивши дану функцію, отримаємо, що $f''(x)=0$, при $x_1=-2.73$, $x_2=0.73$ (див. рис. 4).

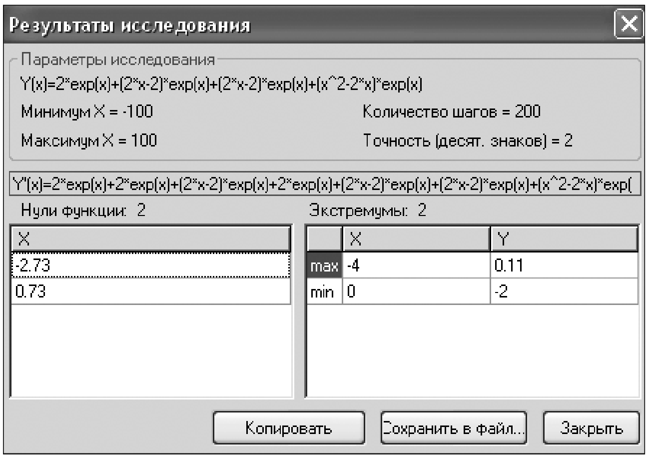

Рис. 4

Розглянувши графік другої похідної (на рис. 3 — суцільною лінією позначений графік основної функції, коротким пунктиром — графік її першої похідної, довгим пунктиром — графік другої похідної) дійдемо до такого висновку, що $f''(x)>0$ при $x\in(-\infty;-2.73)\cup(0.73;+\infty)$. На цих проміжках графік функції опуклий вниз. Зрозуміло, що на проміжку $x\in(-2.73;0.73)$ графік функції буде опуклим вгору.

Тим самим, точки $x_1\approx-2.73$ і $x_2\approx0.73$ — точки перегину. Значення функції в точках перегину можна визначити за допомогою **Калькулятора** в Advanced Grapher: $x_1\approx0.84$ і $x_2\approx-1.93$.

Графічною моделлю часткової задачної ситуації «відшукання проміжків опуклості вгору та опуклості вниз графіка функції» будуть два графіки: $f(x)=(x^2-2x)e^x$ (на рис. 3 — суцільна лінія) та $f''(x)=(x^2+2x-2)e^x$ (на рис. 3 — довгий пунктир).

Відповідні точки $E(0.73;0)$ та $F(0.73;-1.95)$ зображають нулі другої похідної функції та точку перегину графіка функції (аналогічно — точки $G(-2.73;0)$ та $H(-2.73;0.86)$ див. рис. 3).

Наступною вправою продемонструємо можливість розв'язування достатньо складних математичних задач способом побудови моделей задачної ситуації з використанням засобів ІКТ.

Приклад 2. Дослідити функцію та побудувати її графік: $y=9x^6-9x^5-43x^4+45x^3+44x^2-54x+12$.

Використовуючи вже описаний спосіб роботи в AG, будуємо графік функції. Для цього задамо параметри зміни незалежної змінної від –3 до 3, а залежної змінної від –20 до 80 (це робиться підбором значень у меню **Свойства графика**). Крім того, зазначимо, що за браком часу ми не будемо показувати рисунків всіх графіків, побудова яких проводилася під час роботи над задачею, але кожного разу будемо вказувати параметри нового рисунка. Отже, графік функції з прикладу 2, зображений на рис. 5 суцільною лінією. Як бачимо, функція має 6 нулів та 5 точок екстремуму. Для уточнення звернемося до меню **Вычисления** та знайдемо з точністю до 5 знаків після коми (програма надає можливість варіювати кількість знаків після коми у результаті від 0 до 5) нулі функції та координати точок екстремуму. Раніше ми показували це як фотоекран, а зараз представимо це як звіт (це також вбудована властивість програми).

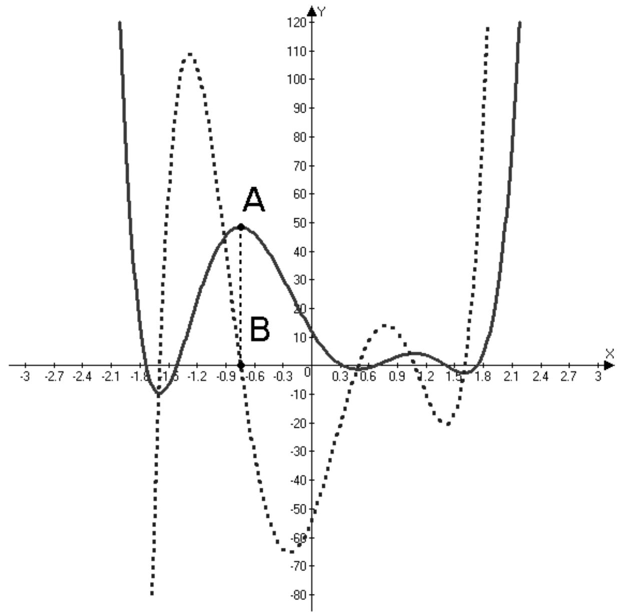

Рис. 5

Исследование функции
Y(x)=9x^6–9x^5–43x^4+45x^3+44x^2–54x+12
Минимум X = –3
Максимум X = 3
Точность (десят. знаков) = 5
Количество шагов = 20000
Y'(x)=9*6*x^5–9*5*x^4–43*4*x^3+
45*3*x^2+44*2*x–54
Нули функции: 6
–1.73205
–1.41421
0.33333
0.66667
1.41421
1.73205
Экстремумы: 5

	X	Y
min	–1.59296	–9.73843
max	–0.74403	48.40202
min	0.48749	–1.2102
max	1.07945	4.24554
min	1.60339	–2.62304

Звернемо увагу читача на можливість формування з використанням таких вправ математичної інтуїції учнів. Розглянувши нулі функції, можна стверджувати, що у формулі функції міститься добуток шести виразів виду $x-a_i$, а також можна висловити припущення, враховуючи наближені значення нулів функції, що формула функції має вигляд:

$$y=(x^2-2)(x^2-3)(3x-1)(3x-2).$$

Перевірка підтверджує цей результат. Із вказаного звіту вже зрозуміла поведінка функції — її графік зростає на проміжках:

$x\in(-1.59;-0.74)\cup(0.48;1.07)\cup(1.60;+\infty)$,

і спадає на проміжках:

$x\in(-\infty;-1.59)\cup(-0.74;0.48)\cup(1.07;1.60)$.

Перевіримо цей факт з використанням графіка першої похідної досліджуваної функції. Графік її зображений на рис. 5 коротким пунктиром (зауважимо, що методом підбору доцільно так визначити межі його побудови — по осі абсцис від –3 до 3, а по осі ординат від –80 до 120). Досліджуємо графік похідної на нулі та екстремум (рис. 6).

Під час дослідження нулів похідної робимо досить важливий висновок — на тих проміжках, де похідна функції додатна, функція зростає, а на тих проміжках, де похідна функції від'ємна, графік функції є спадним (висновок є тривіальним, але особливість у тому, що раніше він досягався аналітичними викладками, а зараз — реальною ілюстрацією). Факт рівності нулю похідної функції у її точці екстремуму яскраво підтверджується точками А та В на рис. 5 — точка А має координати (–0,74403, 8,40202) і є точкою екстремуму функції, а точка В має координати (–0,74403, 0) і є точкою перетину графіка похідної функції та осі абсцис.

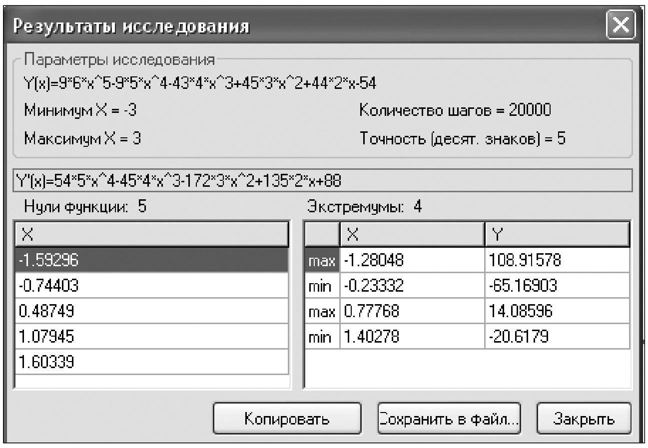

Рис. 6

А що ж дає дослідження похідної функції на екстремуми? За логікою — на проміжках, де похідна функції зростає, її друга похідна буде додатною, а отже графік функції буде опуклим вниз; на проміжках, де похідна функції спадає, її друга похідна буде від'ємною, а тому графік функції буде опуклим вгору (зазначимо, що, можливо, через відсутність реальних і простих ілюстрацій до вказаної елементарної логіки поведінки функції саме факти залежності властивостей функції від другої та першої похідної так заформалізовані у шкільних підручниках старшої школи). Перевіримо висловлену думку, побудувавши графік другої похідної (на рис. 7 він зображений довгим пунктиром).

Звертаємо увагу читача на відрізок АВ рис 7. Точка А має координати (–0.2332; –65.16903), точка В — (–0.23332; 26.30323), точка перетину цього відрізка з віссю абсцис — (–0.23332; 0). Точка перетину відрізка АВ з віссю абсцис — це точка, у якій значення другої похідної перетворюється в нуль, точка В — екстремальна точка першої похідної, точка А — точка перегину графіка основної функції. Це і є проста ілюстрація згаданих вище теоретичних положень про властивості функцій. Проведемо дослідження другої похідної на нулі з використанням можливостей пакета (рис. 8) та зробимо висновок, що графік функції є опуклим вниз на проміжках:

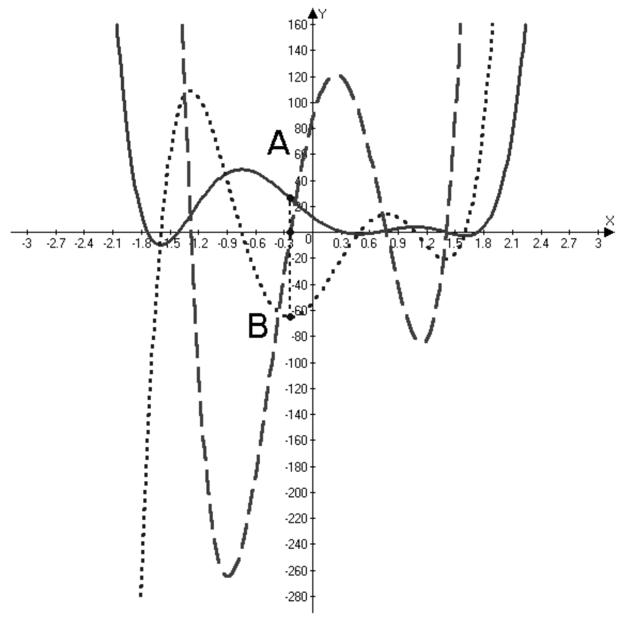

Рис. 7

$x \in (-\infty; -1.28) \cup (-0.23; 0.78) \cup (1.40; +\infty)$

та опуклим вгору на проміжках:

$x \in (-1.28; -0.23) \cup (0.78; 1.40)$.

Звертаючи увагу читача на унікальність запропонованої технології використання пакета в навчальних цілях, сформулюємо основні висновки.

1. Використання комп'ютерного моделювання є важливою складовою забезпечення реальної інтерпретації та ілюстрації теоретичних положень шкільного курсу математики у площину практичних рішень та застосувань.

2. Діяльність вчителя та учня в системі шкільної освіти, опосередкована комп'ютером, сприяє розв'язанню проблеми формування у здібних учнів продуктивних та творчих математичних умінь, поглибленню професійної спрямованості викладання математичних дисциплін.

3. Практика показала, що пакети програм, подібні до Advanced Grapher, є досить зручним засобом моделювання під час вивчення курсу математики в школі. Звичайно, в розглянутому програмному засобі, як і в інших подібних, є як свої переваги, так і свої недоліки. Але очевидним є факт, що ефективність використання таких засобів може бути досить

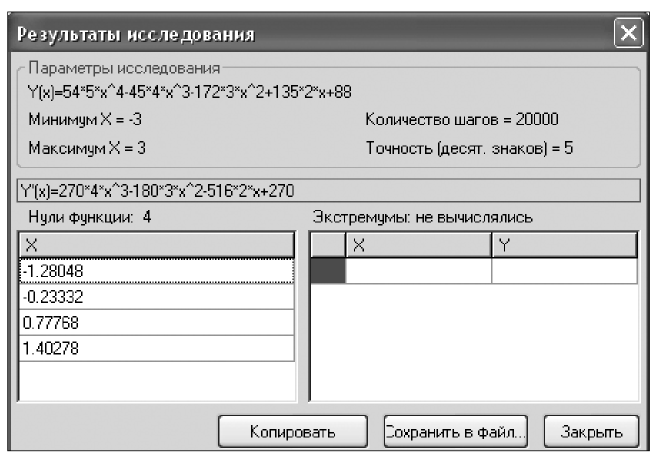

Рис. 8

високою за активного супроводу методистів та вчених-педагогів продуктивно-практичної математичної підготовки старшокласників.

4. Використання інформаційних технологій у широкому плані відображає «мережеве», а не алгоритмічно-лінійне навчання, яке все більше згадується у науковій літературі. Метод «мережевого» навчання створює для учня поле можливостей як напрям діяльності. Поле можливостей розв'язування тієї чи іншої задачі уможливлює і спонукає до створення «свого» алгоритму розв'язку, що вимагає значних творчих зусиль. Рівень засвоєння навчального матеріалу значно вищий, ніж за алгоритмічно-лінійного підходу до навчання. Зокрема, у визначенні властивостей та побудові графіків функцій, що проілюстровано у даній статті, зусилля зосереджуються на сутності і змісті кожної дії та перетворення.

5. Використання програм розглянутого типу дає змогу вчителеві значно інтенсифікувати спілкування з учнями та учнів між собою, приділити більше уваги постановці задач, побудові їхніх математичних моделей, розробці і дослідженню методів розв'язування задач, дослідженню розв'язків, логічному аналізу умов задач, пошуку нестандартних підходів до розв'язування задач, виявленню закономірностей, яким підкоряються досліджувані процеси і явища, перекласти на комп'ютер технічні та нецікаві операції.

* * *

Аннотация. В статье исследуются проблемы использования компьютерных технологий для построения и решения системных моделей задачных ситуаций, которыми являются исследования школьных математических функций а также построение их графиков.

Ключевые слова. Информационно-компьютерные технологии, изучение математики, исследование свойств функции, компьютерное моделирование, активизация познавательной деятельности учеников.

Література

1. *Давыдов В.В.* Теория развивающего обучения. — М.: ИНТОР, 1996. — 544 с.
2. *Жалдак М.І.* Комп'ютер на уроках математики: Посібник для вчителів — К.: Техніка, 1997. — 303 с.: іл.
3. *Кушнір В.А.* Системний аналіз педагогічного процесу: методологічний аспект. — Кіровоград: КДПУ, 2001. — 340 с.
4. Збірник задач з математики для вступників до втузів / За редакцією М.І.Сканаві. — К.: Вища школа, 1992. — 445 с.
5. *Лотюк Ю.Г.* Застосування математичних пакетів у викладанні математики у вищому навчальному закладі // Комп'ютер у школі та сім'ї. — 2001. — №3. — С. 21–24.
6. *Сіденко Л. М.* Побудова графіків функцій за допомогою програми ADVANCED GRAPHER: застосування алгоритмів програми до нестандартних та автоматичних обчислень математичних завдань / Л. М. Сіденко, О. М. Сіденко // Математика в школах України (Основа). — 2007. — №13/14. — С. 68–73.
7. *Жалдак М.И., Горошко Ю.В., Винниченко Е.Ф.* Математика с компьютером: Пособие для учителей. — К.: РУНЦ «ДИНИТ», 2004. — 251 с.
8. *Левшин Н.Н., Рижняк Р.Я.* «Математический задачник» для 5–6 классов// Информатика и образование. — 1991. — №5.
9. *Литвиненко В.Н., Мордкович А.Т.* Практикум по элементарной математике: Учебное пособие для студентов физмат. спец. пед. ин-тов. — М.: Просвещение, 1981. — 352 с.
10. *Кушнір В.А., Кушнір Г.А., Ріжняк Р.Я.* Інноваційні методи навчання математики / Навчально-методичний посібник. — Кіровоград, РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2008. — 148 с.
11. http://www.serpik.com/.

* * *

Комп'ютерні новини

Новий формат моніторів

Проблема вибору якісного пристрою відображення інформації завжди є актуальною. Концептуальні підходи до їх розробки постійно змінюються. Нині найрозповсюдженішими є широкоформатні РК-монітори з діагоналями 19 і 22 дюйми. Швидке розповсюдження телебачення високої чіткості (Full HD) примушує конструкторів розробляти універсальні моделі, які здатні якісно працювати як з ПК, так і з пристроями побутової електроніки. Уже сьогодні значна частина відеоконтенту доступна з роздільною здатністю 1920×1080. На нього починає поступово переходити й цифрове телебачення. Саме пошук варіантів універсальних моделей моніторів призвів до появи нового формату 16:9, який поступово замінить формат 16:10.

Тому, купуючи нині монітор слід орієнтуватися на підтримку Full HD. 21,5-дюймовий дисплей формату 16:9 з роздільною здатністю 1920×1080 коштує не дорожче $200. Прогнозується, що у майбутньому масовим стане монітор 23″–24″ формату 16:9.

Нетбук з оптичним приводом

ASUS стала однією з перших компаній, яка почала виготовляти нетбуки з інтегрованим оптичним приводом. Таким нетбуком є Eee PC 1004DN (рис. 1), оснащений мультиформатним DVD-приводом з можливістю запису. Нетбук має 10-дюймовий РК-дисплей з LED-підсвіткою роздільною здатністю 1024×600, процесор Atom N280 1,66 ГГц, DDR2 до 2 ГБ, чипсет Intel GN40+1CH9Mb, 1,8-дюймовий жорсткий диск PATA ємністю 120 ГБ. У нетбуці передбачені модулі Wi-Fi (802.11n), Bluetooth 2.1, 1,3 мегапіксельна веб-камера, біометричний сканер. Орієнтовна ціна — $600.

Рис. 1