

КОМП'ЮТЕРНІ ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДТРИМКИ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ПІДХОДУ В НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ СТАРШОКЛАСНИКІВ

Гризун Л. Е.

Освітні системи у будь-якій країні світу мають сприяти реалізації основних завдань соціально-економічного і культурного розвитку суспільства. Нині до випускників середньої школи висуваються досить високі вимоги, які визначаються рівнем технологічності промисловості, ситуацією на ринку праці, процесами інтеграції України у світовий соціально-економічний простір. Одними з ключових якостей, до яких мають прагнути школярі, це вміння інтегрувати здобуті знання і застосовувати їх для отримання нових знань; бачити і формувати проблему, знаходити шляхи її раціонального розв'язання; застосовувати і розвивати власні інтелектуальні здібності, дослідницькі вміння, творчий потенціал. У зв'язку з цим великого значення набуває розвиток і запровадження передових педагогічних технологій, до яких за правом належить дослідницька технологія навчання. Проблема розвитку дослідницького підходу у навчанні, формуванню дослідницьких навичок школярів присвячено низку різноаспектних досліджень дидактів, психологів та вчителів-практиків, зокрема вчені А. Герд, П. Каптерев, Дж. Дьюї, Х. Таба, Д. Шваб та інші розглядали наукові дослідження як основу для розвитку особистостей; дослідники А. Алексюк, Б. Всесвятський, А. Зінкевич, Т. Кудрявцев та інші вивчали й упроваджували дослідницький метод в освітню практику; І. Антипін, Л. Білоусова, П. Булонський, В. Бетєєв, В. Биқов, В. Горох, В. Кондаков, С. Раков розвивали елементи дослідницького підходу в навчанні різних предметів.

Аналіз проблем і завдань шкільної математичної освіти доводить, з одного боку, доцільність і необхідність запровадження дослідницького підходу у навчання математики, зокрема у старших класах основної школи, а з іншого, — значні методичні й дидактичні утруднення.

Разом із цим сучасний розвиток інформаційних технологій надає потужні можливості і засоби для підтримки дослідницького підходу в навчанні математики. Значна роль тут належить комп'ютерним динамічним моделям, які, базуючись на математичній моделі певного поняття, твердження або процесу, дозволяють проводити їх глибоке вивчення і дослідження; слугують засобом унаочнення теоретичного матеріалу; базою для проведення обчислювального експерименту.

Зважаючи на вищевикладене, розробка комп'ютерних динамічних моделей для підтримки дослідницького підходу у навчанні математики і дидактичного забезпечення для їх застосування у практиці навчання є актуальною.

Метою роботи є висвітлення сутності й дидактичних можливостей серії комп'ютерних динамічних моделей, розроблених на кафедрі інформатики ХНПУ імені Г.С. Сковороди у межах курсового і дипломного про-

ектування з метою підтримки дослідницького підходу у навчанні математики старшокласників.

Аналіз психолого-педагогічних джерел, зокрема [2; 4; 5 та інших], дозволяє розкрити теоретичні засади дослідницького підходу у навчанні математики. Більшість дослідників вважає, що під дослідницькою технологією слід розуміти сукупність дослідницьких процедур у певній галузі виробництва, науки, науковий опис засобів виробництва, пізнання. Метою застосування дослідницької технології у навчанні педагоги визнають набуття учнями досвіду дослідницької роботи в пізнавальній діяльності; об'єднання розвитку їхніх інтелектуальних здібностей, дослідницьких умінь і творчого потенціалу й на цій основі формування активної, компетентної, творчої особистості.

Для досягнення цієї мети потрібно сформулювати стійкий інтерес учнів до пізнання світу і дослідницької діяльності, забезпечити високий рівень їхніх дослідницьких умінь і навичок, знання дослідницьких процедур і методик, розуміння ціннісної ролі досліджень в удосконаленні знань людства. Застосовуючи дослідницьку технологію навчання, можна розв'язати низку спеціальних педагогічних завдань, а саме: використовувати дослідницькі методи у вивченні учнями предметів шкільної програми; формувати дослідницькі вміння і навички учнів; прищеплювати учням інтерес до навчальних і наукових досліджень; збагачувати творчі здібності учнів на основі формування їхнього дослідницького досвіду тощо.

Положення щодо сутності, мети та завдань дослідницької технології знаходять своє втілення під час здійснення навчання предметів шкільної навчальної програми, зокрема математики. Зрозуміло, що організація й упровадження дослідницької технології навчання математики старшокласників загальноосвітньої школи має свою специфіку. Це пояснюється низкою обставин.

Перш за все математика як навчальна дисципліна має свої особливості. Дослідники, зокрема [3, с. 210] виділяють специфіку змісту математики, особливості діяльності учня з його опанування і завдання вчителя з організації цієї діяльності. Специфіка змісту математики полягає в тому, що його елементами є математичні поняття, математичні твердження, алгоритми. Особливостями математичних понять як елементів математичного змісту є те, що, з одного боку, вони є формою мислення, за допомогою якого вони відокремлюються від інших понять, а з іншого боку, є абстракці-



ями кількісних відношень і просторових форм реальних об'єктів. Математичні поняття можуть бути сформованими на різних рівнях і мають успішно застосовуватися в діяльності, зокрема, під час розв'язання задач. Математичні твердження (теореми), у яких сформульовано деякий математичний факт, також мають свої особливості. Уводячи нове математичне твердження, значну увагу слід приділяти мотивації, розумінню сенсу формулювання твердження. Під час навчання доведення тверджень акцентується увага на пошуку доведення й обґрунтованості висновків, що одержуються у процесі доведення.

Із специфіки змісту математики логічно випливають особливості діяльності учня з його опанування: встановлення причинно-наслідкових відношень, виділення сторін абстрактного і реального об'єктів, розподілення їх на частини, конструювання, пошук послідовності дій та їх виконання тощо. Отже, математика як наука має значний власний потенціал для всебічного розвитку школяра: для успішного її опанування учень має володіти значним рівнем абстракції, логічного мислення, просторової уяви, аналітичними здібностями та постійно їх розвивати й удосконалювати. У цьому аспекті запровадження дослідницької технології навчання математики набуває особливого значення, оскільки може стати потужним інструментом для посилення власного впливу математики як науки на розвиток здібностей школяра.

Одночасно слід мати на увазі, що вивчення математики, що потребує, як вказано вище, певних здібностей, викликає значні утруднення учнів. Тут запровадження дослідницької технології навчання може підвищити мотивацію учнів, зробити складні для розуміння абстрактні поняття і твердження більш прозорими для розуміння, стати основою для опанування більш складних понять, відкрити прикладний аспект математики.

З іншого боку, математика є основою, інструментальною та світоглядною базою для вивчення багатьох інших навчальних дисциплін. Це означає, що від того, наскільки успішно учні оволодіють математикою і зрозуміють математичну інтерпретацію явищ природи і техніки, залежить також одержання ними цілісного світобачення і світорозуміння. Виходячи із сутності й мети дослідницької технології, можна стверджувати, що її впровадження у навчання математики сприятиме розв'язанню цього завдання.

Аналіз діяльності учня і вчителя під час запровадження дослідницької технології навчання математики засвідчує, що для його підтримки значну роль можуть відігравати засоби інформаційних технологій і безпосередньо комп'ютерні динамічні моделі. Їх можна віднести до програмних засобів навчального призначення, що є комп'ютерними моделями системи, у якій відбуваються зміни через виникнення подій у часі або рух об'єктів у просторі. Такі засоби мають відповідати вимогам науковості, доступності, наочності, доцільності вивчення і практичного застосування тощо.

Зауважимо, що вимога наочності за умови використання таких моделей полягає не стільки в можливості пасивного споглядання учнями об'єктів і явищ, скільки в активній перетворювальній діяльності, у про-

цесі якої школярі самостійно будують моделі або працюють із ними. Адже аналізуючи динамічні моделі, встановлюючи суттєві зв'язки між їх складовими, виділяючи певні ознаки, школярі формуватимуть і розвиватимуть прийоми мисленнєвої діяльності [1, 6].

Характеризуючи дидактичний потенціал навчального завдання на базі динамічних моделей, слід відзначити його приналежність до виду розумових завдань; проблемну спрямованість на суб'єкта навчання; реальність пізнавальної ситуації; наявність у структурі завдання цілей дослідження на основі моделювання, умови для усвідомлення суб'єктом суперечності між знайомим і незнайомим, що підтверджує значні можливості комп'ютерних динамічних моделей щодо підтримки дослідницької технології навчання математики. Відзначимо також, що з запровадженням динамічних моделей у навчання математики, особливо у старших класах, надзвичайно зростає роль обчислювального експерименту, що застосовується у формулюванні фундаментальних абстрактних понять, одержанні їх наочної інтерпретації, під час перевірки відомих тверджень, їх більш глибокого усвідомлення через діяльність й унаочнення [6, 7]. Учитель стимулює самостійність роздумів і суджень учнів, заздалегідь готує систему запитань, відповідаючи на які, старшокласники самостійно формулюють означення поняття, «відкривають» доведення теореми, знаходять спосіб розв'язування задачі, встановлюють зв'язки з поняттями і твердженнями інших дисциплін.

Виходячи з висвітлених теоретичних положень і з аналізу чинної програми з математики, на кафедрі інформатики ХНПУ імені Г.С. Сковороди у межах курсового і дипломного проектування було визначено технологію розробки комп'ютерних динамічних моделей у середовищі MS Excel для підтримки дослідницького підходу у навчанні вибраних тем шкільного курсу математики і здійснено розробку бібліотеки означених моделей і відповідного дидактичного забезпечення для підтримки вивчення таких провідних тем шкільного курсу математики, як «Похідна функція», «Первісна та інтеграл», «Дослідження елементарних математичних функцій» тощо.

Охарактеризуємо вибрані комп'ютерні динамічні моделі й дидактичну схему їх застосування під час реалізації дослідницької технології навчання.

Перша група моделей («Рух прямолінійною дорогою. Миттєва швидкість», «Рух під впливом сили тяжіння» і «Рух точки кривою. Положення січної та дотичної. Похідна») спрямована на дослідження і розуміння сутності поняття похідної, її геометричного і фізичного тлумачення. Зосередимося на останній з цих моделей (рис. 1), за допомогою інструментів якої можна рухати точку C по кривій, необмежено наближуючи її до точки A , і спостерігати, як січна обертається відносно цієї точки. Доцільно запропонувати учням ланцюжок таких завдань на базі моделі.

1. Розгляньте трикутник ABC , знайдіть в ньому кут, який утворює січна з позитивним напрямом осі Ox і визначте з нього тангенс цього кута.

2. Лінійкою прокручування прямуйте Δx до 0 і спостерігайте, як Δy також прямує до 0, а точка C прямує

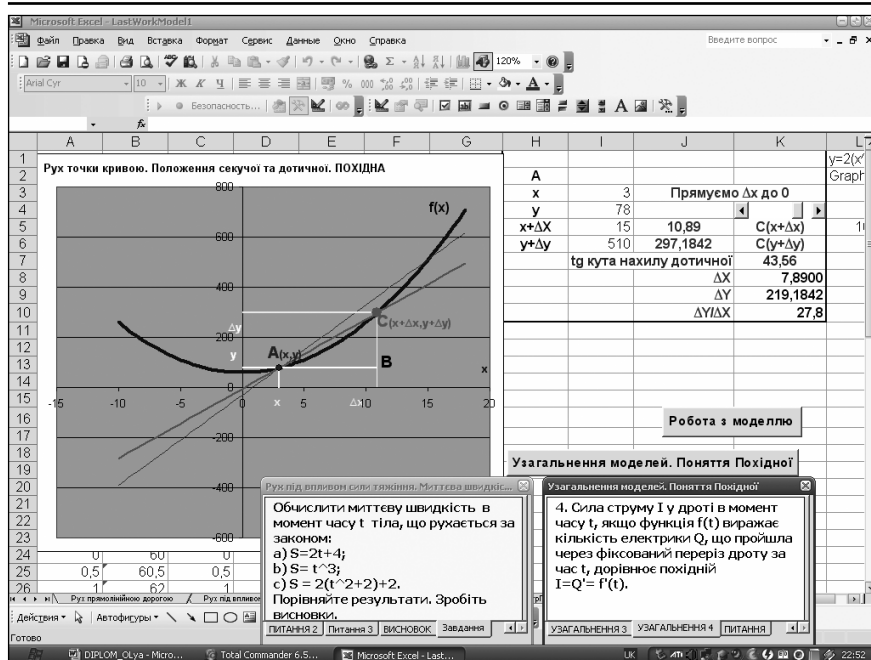


Рис. 1. Фрагмент роботи з моделлю «Рух точки кривою. Положення січної та дотичної. Похідна»

до точки А. Отже, січна, що проходить через А і С, намагається зайняти граничне положення прямої, яка утворює з позитивним напрямом осі ОХ кут α .

3. Знайдіть кут β на графіку. Спостерігаючи за змінами Δx , Δy , $\Delta y/\Delta x$ і кута β , визначте тангенс кута α . Зробіть висновок.

Далі слід запропонувати учням, користуючись моделлю і її дидактичним забезпеченням, установити зв'язок з теорією електрики, а далі — узагальнити всі приклади руху, розглянуті у трьох моделях

і підвести учнів до поняття похідної функції й узагальнити її геометричний і фізичний сенс.

Наступна група моделей (рис. 2) присвячена дослідженню поняття неперервності і розривності функції, усвідомленню умов її неперервності.

Наступна група моделей («Екстремуми» і «Контрприклад») слугують для розв'язання цілої низки дослідницьких задач: на їх основі можна досліджувати одночасно зростання і спадання функції, поведінку дотичної до кривої при пе-

реході через точку максимуму і через точку мінімуму функції, необхідну й достатню умови існування екстремуму. Розглянемо роботу з дослідження максимуму (мінімуму) функції на основі виконання такої серії завдань з динамічною моделлю (рис. 3–4).

Завдання 1. Пригадайте визначення висхідної і спадної функції; 2) за допомогою лінійки прокручування надавайте Х додатній приріст; користуючись визначенням і моделлю, визначте області зростання і спадання функції; 3) визначте, як змінюється тангенс кута нахилу дотичної в цих областях і в точці Е.

Завдання 2. Спостерігайте за поведінкою дотичної і діаграмою тангенсу кута нахилу дотичної і встановіть: 1) як поводить себе функція, коли тангенс кута нахилу дотичної додатний; 2) як поводить себе функція, коли тангенс кута нахилу дотичної від'ємний; 3) сформулюйте теорему про достатню умову зростання (спадання) функції.

Завдання 3. Користуючись лінійкою прокручування, прямуйте до 0 прирощення за Х і встановіть: 1) як поводить себе дотична у т. Е; 2) чому дорівнює тангенс кута нахилу дотичної; 3) згадайте, як називаються точки, у яких похідна функції (тангенс кута нахилу дотичної) дорівнює 0 або не існує. Чи є такою т. Е? 4) сформулюйте теорему Ферма і проілюструйте її за допомогою моделі (рис. 3).

Завдання 4. Перейдіть на аркуш з моделлю «Контрприклад» (рис. 4) і спостерігайте на ньому за поведінкою дотичної і значеннями тангенсу її кута нахилу. Поверніться на аркуш з моделлю «Екстремуми» і сформулюйте за допомогою моделі достатню умову існування максимуму функції. У результаті виконання Завдання 4 учні мають дістатися висновку, що дорівнюваність нулю похідної функції є необхідною умовою, проте недостатньою для існування екстремуму.

На завершення вивчення теми «Похідна» доцільно провести практичне заняття, яке присвятити проведенню обчислювального експерименту на основі спеціальної динамічної моделі. Цей обчислювальний експеримент заснований на тому, що чисельними наближеннями

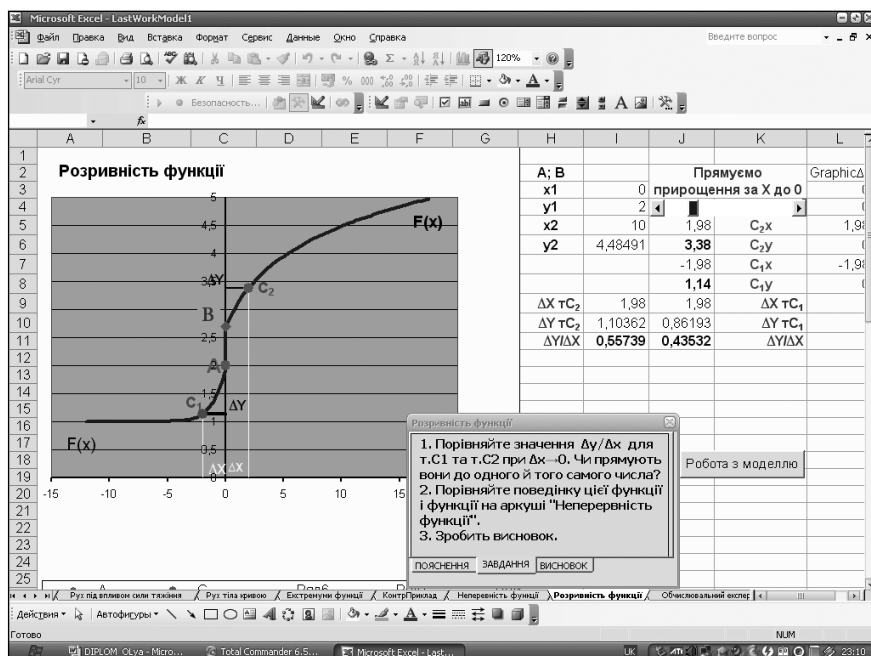


Рис. 2. Фрагменти роботи з моделлю «Розривність функції»

методами похідна функції в заданій точці може бути обчислена з використанням кінцевих різниць. Дидактичне забезпечення моделі пропонує схему проведення наближених обчислень похідної з різним кроком змінення аргументу і спонукає учнів спостерігати, як ці значення поступово прямують до точного значення похідної функції в точці, обчисленій аналітично. Модель дозволяє змінювати параметри самої функції і координати точки, у якій проводиться обчислення похідної, що дозволяє розповсюдити цю модель на цілий клас функцій.

Отже, розроблені комп'ютерні динамічні моделі і дидактична підтримка щодо їх застосування сприяють такій діяльності вчителя, яка дозволяє: організувати діяльність учнів, спрямовану на розв'язання системи пошукових завдань; спрямувати учнів на осмислення теоретичної проблеми в цілому, на виявлення її зв'язку з іншими проблемами, на встановлення механічної, фізичної, геометричної сутності аналітично поставленої задачі; використовувати наочність і моделювання як засіб заохочення учнів до самостійних досліджень; створювати для учнів практичні можливості ознайомитися з логікою і прийомами використання дослідницького методу в пізнавальній діяльності, зокрема під час розв'язування математичних задач прикладного і дослідницького характеру тощо.

Зауважимо, що така діяльність учителя відповідає вимогам до діяльності вчителя щодо впровадження дослідницького підходу у навчання математики, прийняту в літературі.

Характеризуючи розроблені комп'ютерні динамічні моделі, які містяться у звичайній книзі MS Excel і не потребують спеціальної інсталяції, хотілося б також торкнутися технологічних питань розробки подібних моделей засобами офісного програмування. Слід зазначити, що технологію їх створення було визначено нами, виходячи із сутності навчальних елементів тем, що підлягають засвоєнню учнями, спираючись на державні вимоги до рівня підготовки старшокласників за результатами вивчення цих тем, а також на засади дослідницької

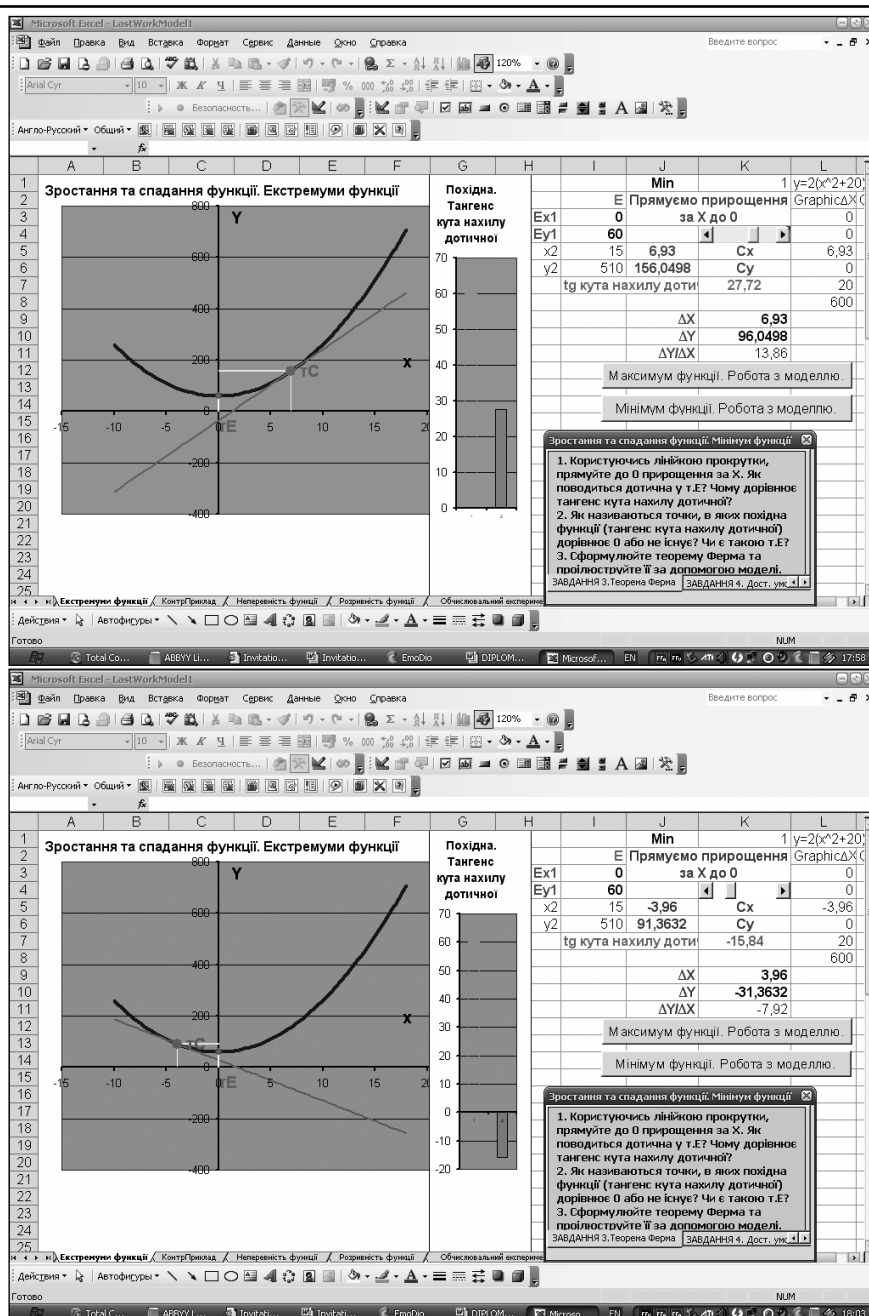


Рис. 3. Фрагменти роботи з моделлю «Екстремуми» з опрацювання теореми Ферма для мінімуму функції

технології навчання й інструментальні можливості програмування у середовищі MS Excel. Технологія розробки складається з таких основних етапів.

На етапі побудови математичної моделі майбутньої комп'ютерної моделі відбувається визначення математичних залежностей, які дозволять проілюструвати й дослідити відповідне поняття або твердження; встановлення параметрів моделі, які будуть фіксованими і які будуть змінюватися й визначення діапазону і кроку їх зміни; виявлення тих математичних залежностей, які будуть візуалізовані

за допомогою графіків, і тих графічних елементів, які будуть реалізувати динамічні зміни; з'ясування, чи можна цю модель застосовувати для розв'язання цілого класу навчальних задач, яких саме.

На другому етапі розробки моделі математична модель реалізується засобами середовища MS Excel, а саме відбувається побудова таблиці значень відповідних функціональних залежностей із посиланням на комірки, що будуть містити змінні параметри; введення значень параметрів моделі, що підлягають зміні у певні комірки робочого аркушу; побудова необхідних графіків і їх еле-

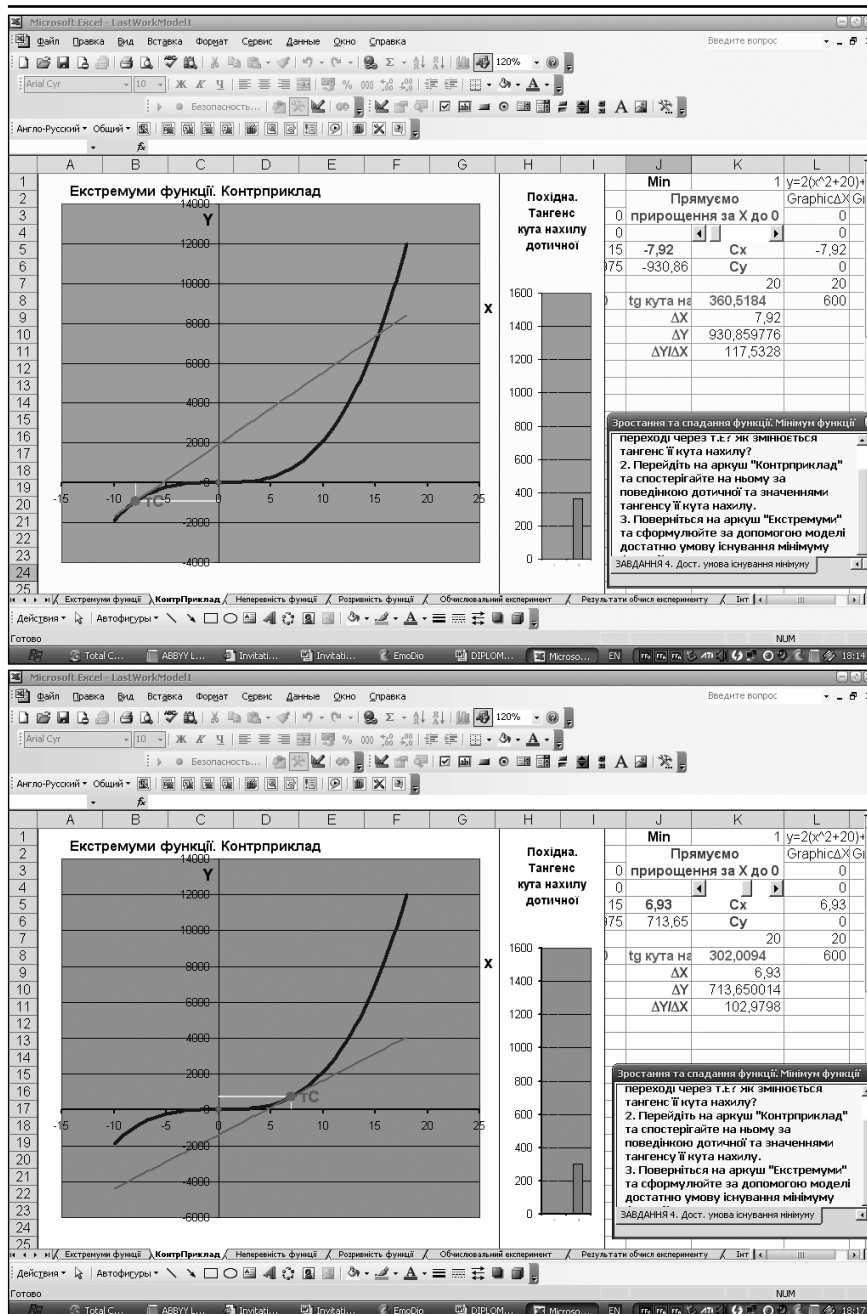


Рис. 4. Фрагменти роботи з моделлю «Контрприклад»

нтів; розміщення на робочому аркуші необхідних елементів управління; визначення алгоритму дій, які мають реалізовуватися під час маніпулювання елементами управління; розробка необхідних подійних процедур для відповідних елементів управління на мові програмування VBA, для забезпечення роботи користувача з моделлю.

На наступному етапі відбувається тестування, налагодження й удосконалення моделі. Далі здійснюється розробка дидактичного забезпечення для реалізації дослідницького підходу у навчанні, тобто відбувається визначення схеми робо-

ти з моделлю, спрямованої на дослідження сутності відповідного поняття або твердження; з'ясування, який навчальний матеріал необхідно запропонувати як пояснення, які евристичні запитання необхідно задати учневі, які запропонувати завдання, які узагальнити результати роботи з моделлю; розміщення розробленого дидактичного забезпечення на робочому аркуші моделі за допомогою спеціальних елементів управління; корекція інтерфейсу моделі.

Останній етап розробки комп'ютерних динамічних моделей присвячується їх апробації й аналізу одержаних результатів.

Отже, означена технологія охоплює діяльність, яка потребує від розробника чіткого розуміння математичних (фізичних) понять і їх взаємозв'язків, навичок математичного і комп'ютерного моделювання, алгоритмічного мислення і водночас методичної і дидактичної підготовки. З іншого боку, розробка здійснюється в середовищі текстового процесора, який відноситься до універсального програмного забезпечення групи MS Office. З цього випливає, що із запропонованою технологією доцільно ознайомити майбутніх учителів математики, інформатики, фізики, а також залучити їх до практичної діяльності із створення подібних моделей у межах навчальних курсів з офісного програмування, комп'ютерного моделювання, методики викладання шкільних курсів інформатики, математики, фізики. Адже володіння навичками розробки комп'ютерних динамічних моделей у доступному середовищі дозволить майбутнім учителям самостійно створювати необхідні моделі для реалізації дослідницького підходу у їх професійній діяльності, удосконалювати наявні моделі, збагачувати дидактичну підтримку до них.

Література

1. Жалдак М.И. Математика с комп'ютером /М.И.Жалдак., Ю.В.Горошко, Е.Ф.Винниченко. — К.: РУНЦ „ДИНИТ”, 2004. — 251с.
2. Лиходеева Г.В. Навчально-дослідницькі уміння та дослідницька діяльність учнів у психолого-педагогічній літературі // Didactics of mathematics: Problems and Investigations, Issue № 27. — 2007, р. 89–94.
3. Методика і технологія обучения математике. Курс лекцій : пособие для вузов / под. научной ред. Н.Л. Стефановой, Н.С. Подходовой. — М.: Дрофа, 2005. — 416 с.
4. Недодатко Н.Г. Формування навчально-дослідницьких умінь старшокласників: дис. ... канд. пед. наук. — Кривий Ріг, 2000. — 212 с.
5. Незговорова Ж.И. Организация поисковой и исследовательской деятельности учащихся и педагогов в начальной прогимназии [Электронный ресурс]. — Режим доступу: <http://festival.1september.ru/articles>.
6. Раков С.А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ: монографія. — Х.: Факт, 2005. — 360 с.
7. Урок математики в сучасних технологіях: теорія і практика. Метод проектів. Комп'ютерні технології. Розвивальне навчання / [уклад. І.С. Маркова]. — Х.: Вид. група «Основа»: «Триада+», 2007. — 144 с.