ПОД-СЕКЦИЯ 3. Инновации в области образования

Гриб'юк О. О.

кандидат педагогічних наук,

старший науковий співробітник

Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України

КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНІ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

Аналізуються тенденції зміни змісту і напрямки розвитку змісту математичної освіти, пов'язані з посиленням ролі комп'ютерно-орієнтованих систем навчання. Наведено приклади використання динамічних моделей, створених за допомогою *Gran, Microsoft Excel* при навчанні математики в загальноосвітніх навчальних закладах. Підкреслено важливість використання *Gran, Microsoft Excel* у навчально-виховному процесі.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні технології, комп'ютерно-орієнтована система навчання, Gran, Microsoft Excel, математика, моделювання, динамічний об'єкт, компетентність.

Повсюдне використання інформаційно-комунікаційних технологій потребує формування кардинально нових етичних, психологічних, правових і моральних принципів застосування цих технологій в процесі навчання.

Реальним шляхом інформатизації навчального процесу, активізації навчально-пізнавальної і науково-дослідної діяльності учнів загальноосвітніх навчальних закладів, розкриття їхнього творчого потенціалу, збільшення ролі самостійної та індивідуальної роботи є створення і широке впровадження в повсякденну педагогічну практику нових комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання на принципах поступового і неантагоністичного, без руйнівних перебудов і реформ, вбудовування інформаційно-комунікаційних технологій у діючі дидактичні системи, гармонійного поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання, не заперечування і відкидання здобутків педагогічної науки минулого, а, навпаки, їх удосконалення і посилення, в тому числі і за рахунок використання досягнень у розвитку комп'ютерної техніки і засобів зв'язку [3]. Проблеми створення і впровадження комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання у навчальних закладах досліджували М.І. Жалдак [4], [5], Ю.С. Рамський [5], Ю.В. Горошко [2], В.І. Клочко[6], М.П. Лапчик [7], Г.О. Михалін [8], В.М. Монахов [9], [12] Н.В. Морзе [10], І.О. Новік [11], С.А. Раков [12], С.О. Семеріков [13], Ю.В. Триус [14] та ін.Запровадження комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання має бути педагогічно виваженим, розглядатись передусім з погляду педагогічних переваг, які воно може забезпечити в поєднанні з традиційними методиками навчання.

У даній статті розглядаються основні засоби організації та проведення математичних розрахунків за допомогою *Gran*, *Microsoft Excel*; особливості комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математики; сучасний стан і перспективи їх використання у реальному навчальному процесі.

Доцільність розробки і впровадження комп'ютерно-орієнтованих методик навчання сьогодні не викликає сумнівів. Але на якому етапі вивчення чи закріплення кожної теми і у якій практичній формі використання комп'ютерних засобів буде найбільш ефективним – відповіді на ці питання доводиться шукати викладачеві самостійно, в залежності від специфіки дисципліни, яка вивчається, підготовленості учнів, доцільності використання інформаційно-комунікаційних технологій до розв'язування конкретних завдань навчання і виховання.

При використанні комп'ютерно-орієнтованих систем навчання мають створюватися умови для інтенсифікації процесу навчання, підвищення наочності та мотивації навчання, розширення спектру завдань та їх розв’язування за допомогою засобів комп’ютерної математики, формування компонентів інформаційної культури учнів.

При навчанні математики існують можливості для використання сучасних комп’ютерних засобів, що можуть сприяти удосконаленню математичного способу мислення учнів. Для супроводу навчання математики необхідно використовувати такі засоби комп’ютерної математики, які прості у використанні та вимагають мінімум знань з інформатики. Найбільш доступними в цьому плані є програмно-методичний комплекс *Gran, DG, Derive*. Їх використання допомагає учням розв’язувати різні задачі, виконувати перевірку знайдених результатів (аналітичні перетворення, розрахунки, графічний аналіз завдань та розв’язків).

Зупинимося ще на одному аспекті комп’ютерно-орієнтованого навчання. З точку зору методики навчання доцільно надавати можливість школярам безпосередньо переконатися у правильності отриманого розв’язку. Наприклад, за допомогою комп’ютера можна швидко і наочно перевірити правильність розв’язування задачі. Наведемо приклад.

Дослідження змін стану здоров’я людини з використанням графіків, формул і таблиць. Моделювання та аналіз змін кількості ліків у організмі спортсмена здійснюється у запропонованому завданні з використанням ітерації[1], рекурсії[2] при навчанні алгебри. Учні загальноосвітньої школи ґрунтовно досліджують створені ними при підтримці вчителя математичні моделі в процесі навчання алгебри.

Моделювання ситуації. Завдання. На олімпіаді спортсмен пошкодив коліно і лікарем призначається йому протизапальний препарат для зменшення пухлини. Рекомендується вживати дві таблетки по 220 мг кожні 8 годин упродовж 10 днів. Нирки спортсмена виводять 60% призначеного

---

[1] Ітера́ція (лат. *iteratio* – повторення, від *itero* – повторюю) – повторне застосування математичної операції (із зміненими даними) при розв’язанні обчислювальних задач, яке дає можливість поступово наблизитися до потрібного результату.

[2] Рекурентний (лат. *recurrens* (*recurrentis*) – той, що повертається) – той, що дає змогу відшукувати значення якоїсь величини за знайденими раніше іншими значеннями тієї самої величини.

препарату з організму кожні 8 годин. Припускається, що спортсмен дотримується регулярного призначеного лікарем дозування у визначені проміжки часу. На графіку, який можна швидко (динамічно) змінювати за допомогою зміни значень відповідних параметрів показано початкову дозу препарату (440 мг), швидкість виведення ліків (0,60), повторювану дозу (440 мг) (рис. 1)

1). Скільки препарату вживається спортсменом протягом 10 днів після прийняття ним кінцевої дози ліків? Скільки лікарських речовин потрапило б в організм спортсмена після прийняття останньої дози, якби він продовжував приймати ліки упродовж року?

2). Як змінюється кількість ліків в організмі спортсмена протягом шостого інтервалу (через 40 годин після вживання першої дози), протягом двадцять шостого інтервалу? Як змінюється кількість ліків в організмі спортсмена з плином часу?

3). Потрібно пояснити з точки зору математики та фізіології (йдеться про обмін речовин в організмі), як впливає на організм людини тривале вживання лікарських препаратів?

4). Які повинні бути початкова доза, швидкість виведення ліків, і повторювані дози препарату? Продемонструвати результати за допомогою графіків. Завдяки динамічним об’єктам на графічному зображенні демонструється отримана кількість ліків в організмі людини одразу після прийняття певної дози ліків.

При необхідності обчислення значень виразу за різних чисельних значень змінних необхідно перевизначити змінну у відповідному місці документа, тобто надати їй інше чисельне значення. На практиці в основному зустрічаються випадки, коли треба обчислити вираз саме при різних значеннях змінних. Такі обчислення мають назву *ітеративних,* і для їх реалізації необхідно застосовувати *упорядковані змінні*.

Упорядкована змінна – це така змінна, якій одночасно надається кілька чисельних значень. При кожному застосуванні такої змінної ведеться обчислення за всіма її значеннями. Результати ітеративних обчислень можуть зображатися у вигляді таблиць, векторів-стовпчиків, масивів, чисел, а також графіків. Існує кілька засобів упорядкування змінних. Так, у середовищі *Gran, Derive*, якщо шукана величина подана у вигляді функції, то вона стає упорядкованою, коли упорядкований аргумент цієї функції.

В розглядуваному прикладі спортсменом вживається початкова доза ліків та повторювані дози через однакові проміжки часу. За допомогою графічних зображень аналізується початкова доза і порівнюється з повторюваними дозами ліків. У процесі моделювання враховується: *початкова доза* (кількість ліків для початкової дози); *швидкість виведення ліків* з нирок між прийнятими дозами (у вигляді десяткового дробу); *кількість повторюваних доз* ліків через певні проміжки часу. Робоча формула має такий вигляд (ф.1):

$$A(n+1) = 0{,}40A(n) + 440{,}00,\ A(1) = 440{,}00,\ \text{(формула 1)}$$

де *A(n)* – кількість ліків в організмі спортсмена після прийняття *n*-ї дози ліків. *A(1)* – початкова доза, *A(2)* – кількість ліків в організмі спортсмена після першої дози, *A(3)* – кількість ліків в організмі спортсмена після вживання другої дози і т.д.

В електронну таблицю *Microsoft Excel* вводять необхідні дані. Використовуючи графічне зображення (рис. 1) аналізують кількість лікарських препаратів в організмі спортсмена після приймання чергової дози ліків. Засобами електронних таблиць обчислюється значення функції. Учням наголошується, що електронні таблиці використовуються для вивчення і розуміння різноманітних процесів і явищ, що відбуваються в навколишньому середовищі, пов’язаних в тому числі зі здоров’ям людини. За допомогою електронних таблиць швидко і точно обчислюються результати одночасно кількох динамічних подій. Учні зосереджуються на змінах одного або кількох параметрів задачі та їх аналізі. У запропонованому завданні спортсменом вживається регулярно певна доза ліків, величина якої обчислюється за допомогою калькулятора або електронної таблиці.

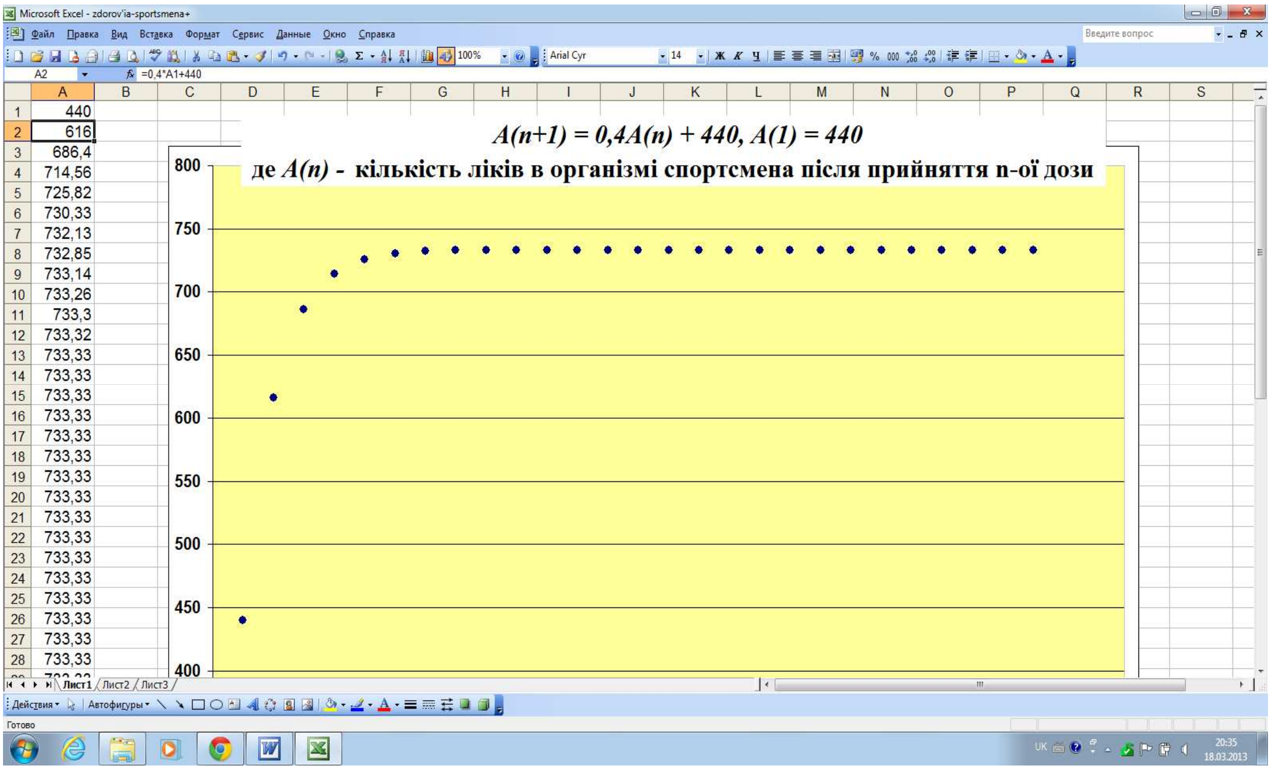


Рис. 1. Дослідження змін стану здоров'я спортсмена з використанням *Microsoft Excel*.

За результатами обчислень, отриманими за допомогою електронних таблиць, визначається можливий ефект при внесенні змін у початкову дозу ліків, повторювані дози, або відсоток виведених з організму спортсмена лікарських препаратів.

Як правило, в учнів виникають значні труднощі в разі необхідності побудувати математичні моделі досліджуваних явищ, вивести і обґрунтувати відповідні формули тощо. Виведення рівняння для точного опису моделі заданої ситуації можливе лише за умови володіння учнями на високому рівні відповідними математичними методами і прийомами.

За допомогою рекурсивного підходу (з використанням електронної таблиці тощо) і досліджують різноманітні цікаві проблеми.

Звичайно, для побудови графіка можна застосовувати і змінні з індексами. Покажемо, наприклад, яким чином можна будувати графік на підставі результатів *рекурсивних* обчислень. Рекурсивними є такі обчислення, коли на кожному наступному кроці розрахунків використовуються результати попереднього.

На початковому етапі дослідження школярі переконуються, що рівень вжитих препаратів в організмі спортсмена спочатку стрімко зростає, хоча з плином часу збільшується не так швидко.

Завдяки графічному зображенню учні переконуються, що рівень виведення ліків з організму в кінцевому підсумку стабілізується, адже після сімнадцятого періоду рівень виведення ліків вже не змінюється. Інакше кажучи, організм спортсмена виводить таку саму кількість ліків, яка приймається черговий раз. Це спостереження математично перевіряється за результатами обчислень $733\times0{,}6=439{,}8\approx440$.

Рекомендується учням проаналізувати різні параметри задачі. Наприклад, початкова доза не має довготривалого ефекту, оскільки рівень вживання препарату стабілізується незалежно від значення початкової дози. Чи можна змінити рівень стабілізації препарату?

Учитель на даному етапі з’ясовує:

1). Які переваги і недоліки використання рекурсивних залежностей?

2). Які конкретні проблемні ситуації перед введенням даного поняття доцільніше демонструвати учням? Яким чином це допоможе школярам при вирішенні конкретних життєвих ситуацій?

3). Чи доцільно спростити процес запропонованого дослідження?

Довготривалий ефект. Учням повторюється умова завдання, наведена вище. Спортсмен пошкодив коліно на змаганнях і лікар йому призначив протизапальні препарати для зменшення пухлини. Легкоатлет повинен вживати дві таблетки по 220-мг кожні 8 годин упродовж 10 днів. Його нирки виводять 60% цього препарату з організму кожні 8 годин.

У завданні визначається початкова доза, повторювані дози кожні вісім годин і швидкість виведення препарату з організму спортсмена.

За допомогою *Microsoft Excel* (рис. 1, рис. 2), *Gran* (рис. 3, рис. 4) демонструються відповідні результати.

1). Чи досягається рівень стабілізації препарату в організмі спортсмена, якщо початкова доза зменшується вдвічі?

2). Чи досягається рівень стабілізації препарату в організмі легкоатлета, якщо повторювані дози збільшуються вдвічі?

3). Чи досягається рівень стабілізації препарату в організмі спортсмена, якщо швидкість виведення ліків з організму зменшується вдвічі?

Використовуючи програмні засоби *Gran, Microsoft Excel,* учні знаходять відповіді на усі запитання, змінюючи значення відповідних динамічних параметрів і миттєво отримуючи відповідні графічні зображення. Систематичне дослідження впливу зміни параметрів на стабілізацію рівня препарату в організмі спортсмена сприяють проведенню дослідження і опису учнями конкретної ситуації. Звертається увага школярів на табличні значення – кількість ліків в організм після прийому певної дози препарату.

Завдяки динамічним об'єктам спрощується обчислення кількості ліків в організмі людини після прийняття конкретної дози. Спортсмен вживає початкову дозу ліків та повторювані дози через певні проміжки часу. Завдяки табличним даним і графічному зображенню учні переконуються, що початкова доза відрізняється від повторюваних доз.

При створенні моделі аналогічно враховується: *початкова доза* (кількість ліків для початкової дози); *швидкість виведення ліків* (у вигляді десяткового дробу), що нирки виводять з організму спортсмена між вживаними дозами; *повторювані дози* (кількість ліків, введених в організм спортсмена через певні рівні проміжки часу).

Додаткові завдання. Нехай швидкість виведення ліків з організму спортсмена становить 60%, а початкова доза 440 мг. Нехай лікар змінює повторювані дози так, що кількість ліків в організмі спортсмена вирівнюється – досягає рівня стабілізації (900 мг). Які повторювані дози лікар прописує спортсмену?

Учні визначають швидкість виведення ліків з організму до стабілізації стану здоров'я спортсмена для початкових умов задачі; визначають швидкість виведення ліків з організму після кожної повторюваної дози при стабілізації рівня 440 мг, якщо повторювані дози збільшуються вдвічі.

Графічні подання відповідних залежностей за допомогою *Microsoft Excel, Gran* є ідеальним інструментом для вивчення впливу різних параметрів в запропонованій ситуації. Спостереження підтверджують зниження вдвічі рівня стабілізації препарату в організмі спортсмена при зменшенні вдвічі дози ліків. Крім того, учні переконуються, що рівень стабілізації прямо пропорційний повторюваній дозі. І навпаки, зміна початкової дози несуттєво впливає на рівень стабілізації препарату в організмі спортсмена, окрім того, змінюється кількість доз до стабілізації рівня препарату в організмі. Стабілізація рівня препарату обернено пропорційно до швидкості виведення лікарських препаратів з організму спортсмена. Для кращого розуміння запропоновані ситуації унаочнюються.

Якщо G – кількість ліків в організмі після введення дози, E – швидкість виведення препарату з організму спортсмена, L – повторювана доза, відповідно рівняння $G{\times}E{=}L$ використовується для опису стабілізації рівня препарату в організмі спортсмена. Кількість ліків, що виводяться з організму впродовж кожного інтервалу часу, дорівнює повторюваній дозі. Відповідно, початкова доза не фігурує в даному рівнянні. Існує пряма пропорційна залежність між величинами G і L і обернена пропорційність між величинами G і E. На початковому етапі учням пропонується продовжити дослідження за методом спроб і помилок з використанням вище зазначених пропозицій. Школярі переконуються, що початкова доза не має значення. У першій додатковій задачі визначається, як прямо пропорційна залежність використовується для пошуку величини повторюваних доз, що призводить до стабілізації рівня (900 мг). У другому додатковому завданні школярі переконуються, що при зменшенні швидкості виведення ліків з організму спортсмена для стабілізації рівня препарату потрібно більше часу.

Очевидно, що $G \times 0 = L \Rightarrow L = 0$. Визначається G при умові $L \neq 0$. Учні теж аналізують ситуації, коли мова йде про ділення на нуль (*0*).

Засобами електронних таблиць моделюється описана вище ситуація.

В електронних таблицях кожна клітина ідентифікується рядком і стовпцем. Спортсмену для одужання лікар призначив дві таблетки по 220-мг, або 440 мг (початкова доза). У рядку формул вводиться початкова доза (440 мг). Кожні 8 годин приймання ліків повторюють. Крім того, в кожний 8 - годинний інтервал 60% від загальної кількості ліків в організмі на початку інтервалу виводяться нирками.

Учні вводять формули в комірки *A3* і т.д. для розрахунку кількості лікарського препарату, що залишається в організмі після введення другої дози наприкінці першого 8-годинного інтервалу.

Оскільки, 60% препарату виводиться з організму, то, відповідно, береться 40% від попереднього значення, наведеного в комірці *A1*, а потім додається 440мг для повторюваних доз. Вибирається комірка *A2*, а у рядку формул відповідно вводиться *“=0,4×A1+440”*. Для вказування стовпчика, наприклад до *A24*, вибирається комірка *A2* та утримуванням клавіші вказують кілька рядків нижче. У рекурсивній таблиці відображаються обчислення для кожної з клітин через діапазон даних *A3:A24*.

Графічний аналіз завдання. Завдяки чисельному дослідженню запропонованої ситуації здійснюється пошук закономірностей в зміні значень *A(n)*, зображених графічно. Для аналізу відповідних закономірностей використовується графічне подання відповідних залежностей (рис. 1, рис. 2), а для побудови графіка вихідної функції вводяться відповідні значення параметрів. Учням пропонується:1). Описати характеристики графіка і проаналізувати процес зміни кількості ліків в організмі спортсмена з плином часу. Яким чином рівень стабілізації препарату в організмі спортсмена показано на графіку? 2) Ознайомитися з іншими значеннями параметрів. Як змінюється графік? Які параметри впливають на кривизну графіка функції? 3). Проаналізувати інші життєві ситуації, змодельовані та проаналізовані за допомогою методів, аналогічних використовуваним в запропонованому завданні.

Завдяки використанню динамічних об'єктів простіше обчислюється кількість ліків в організмі людини одразу після прийняття дози. Спортсмен приймає початкову дозу ліків та наступні дози впродовж певних проміжків часу. Учні аналітично і графічно переконуються (рис. 1, рис. 2), що початкова доза відрізняється від повторюваних доз. Певні точки на графіку відповідають кількості ліків в організмі спортсмена одразу після прийняття n-ої дози ліків.

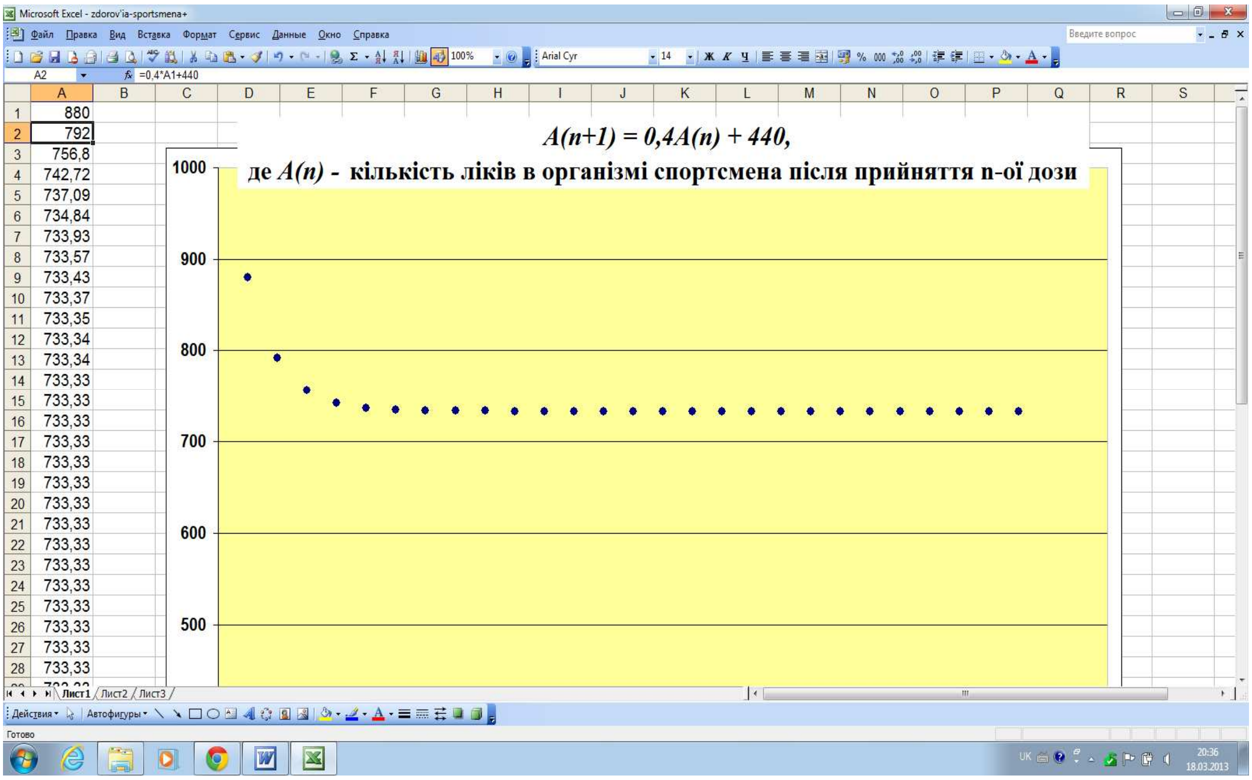


Рис. 2. Дослідження змін стану здоров'я спортсмена з використанням *Microsoft Excel* після прийняття *n* - ої дози ліків.

Використовуючи програмні засоби *Microsoft Excel*, *Gran1*, учні прослідковують зміни на графіку, в тому числі і для великих значень *A(n)*.

Для аналізу реальної ситуації учні використовують різні варіанти рівнянь, таблиць і графіків.

Завдяки використанню різних підходів до аналізу запропонованої проблеми прослідковуються зв’язки між поняттями, що сприяє розвитку розуміння учнями проблеми та її математичного вирішення.

Рекурсію доцільно використовувати для генерації рівнянь і таблиць (*Next=0.4now+440(start440)*), завдяки чому покращується розуміння учнями аналізу отриманих результатів використанням рівнянь, таблиць і графіків відповідних залежностей (ф.1) *(A(n+1)=0,4A(n)+440A(0))*.

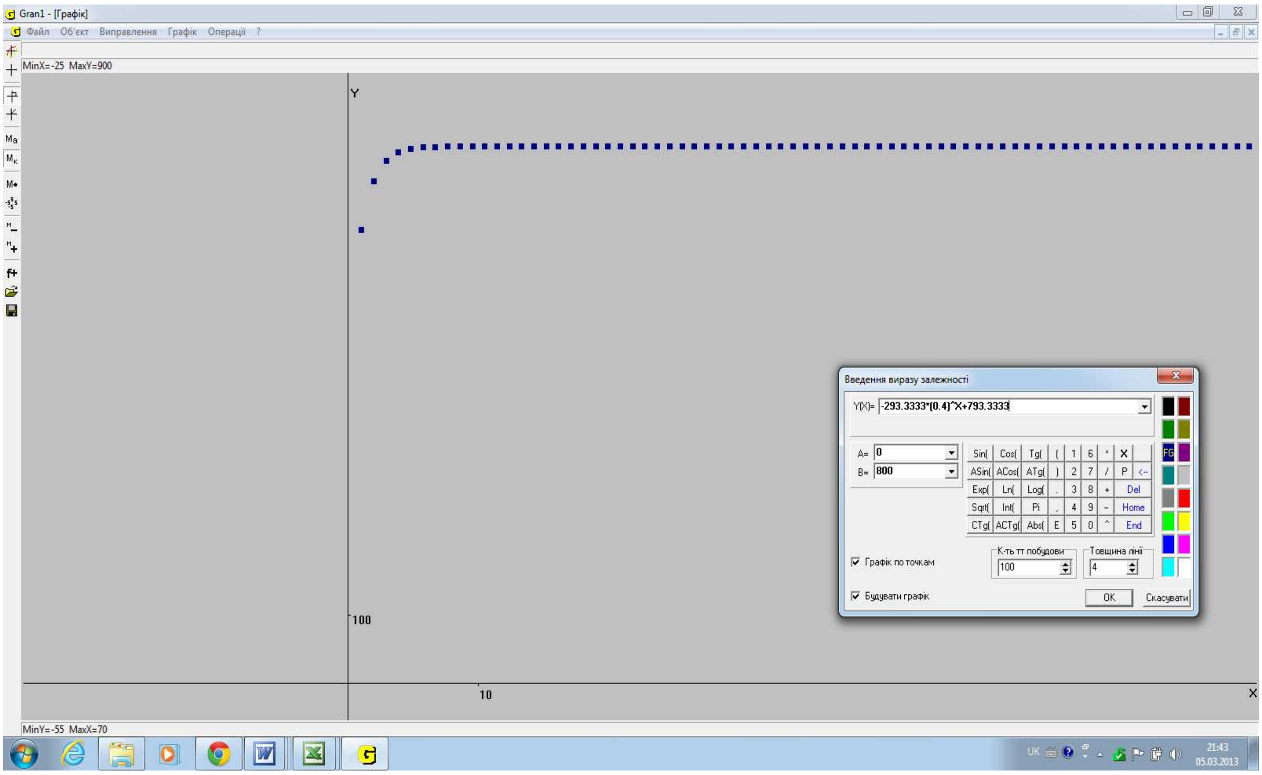


Рис. 3. Дослідження змін стану здоров’я спортсмена засобами *Gran 1*.

Для опису даної проблемної ситуації учням пропонується нерекурсивне рівняння (явна формула) (ф.2) у вигляді:

$$A(n) = -293{,}3333(0.4)^n + 733{,}3333 \text{ (формула 2)}$$

Аналізуючи графіки (рис. 3, рис. 4), учні переконуються в наявності для *A(n)* горизонтальної асимптоти на рівні *733,33*. Якщо початкова доза препарату в організмі спортсмена більша *733,33*, то на графіку величина *A(n)* спадає до асимптоти, а якщо початкова доза ліків менша *733,33*, то на графіку спостерігається зростання величини *A(n)* до асимптоти.

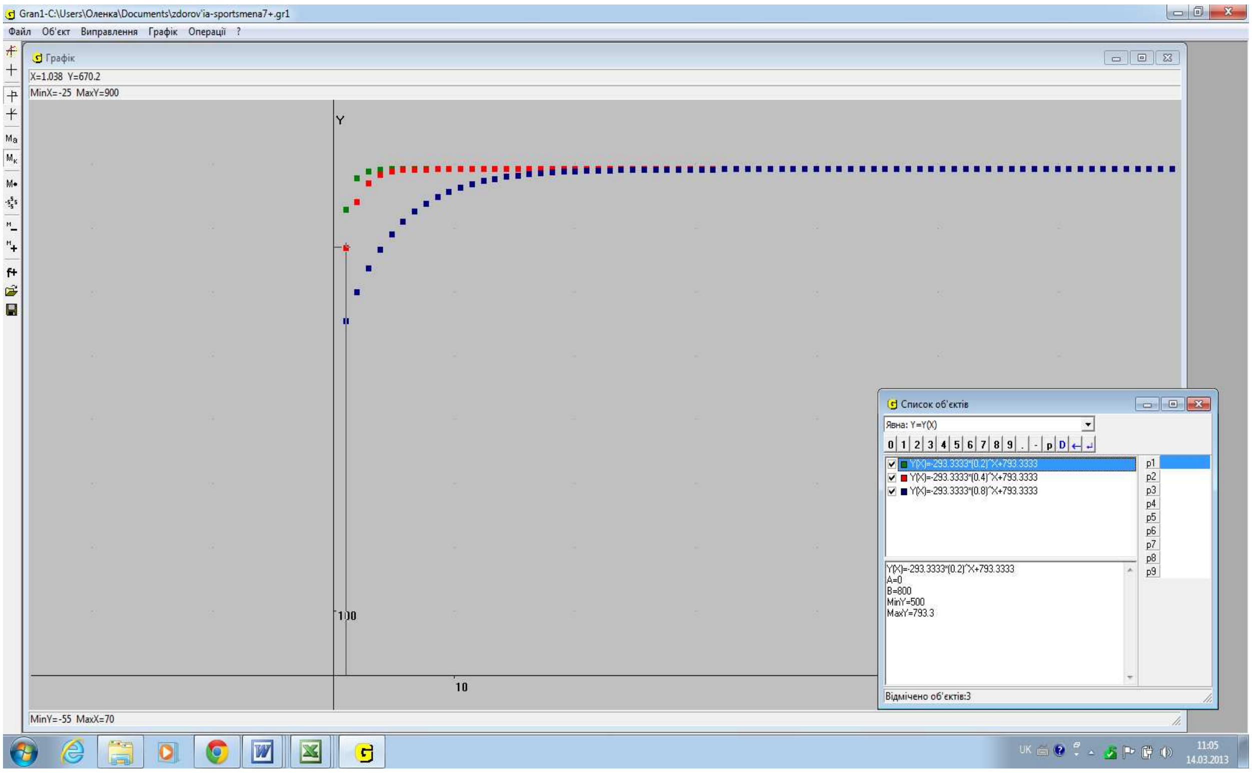


Рис. 4. Дослідження змін стану здоров'я спортсмена засобами *Gran 1* після прийняття *n* - ої дози ліків.

Ґрунтовне дослідження різноманітних процесів, математичне моделювання, комунікації, міркування, пошук зв'язків, використання математичних понять сприяє забезпеченню кращого розуміння учнями життєвих ситуацій. Розгляд прикладних проблем, відповідно, сприяє накопиченню досвіду розв'язування важливих задач за допомогою методів математики.

Рівняння, описані в завданні, демонструються учням в різних форматах, еквівалентних $A(n) = k \times A(n\text{-}1) + b$. Так, якщо $k = 1$, то рівняння є прикладом арифметичної прогресії. Якщо $b = 0$, то рівняння є прикладом геометричної прогресії. Рівняння використовуються для моделювання та аналізу життєвих ситуацій, пов'язаних з послідовними змінами, наприклад, тривале зростання чисельності населення, щоденні зміни концентрації хлору в басейні і т.д.

При підведенні підсумків учням пропонується відповісти на запитання:

1). Як рекурсії використовуються для покращення розуміння властивостей лінійної і експоненціальної функції? Навести приклади.

2). Навести приклади рівнянь, що відповідає лінійному рівнянню $y=3x+4$. Проаналізувати графіки відповідних залежностей.

3). Навести приклади, де використовується експоненціальне рівняння $y=3^x$. Проаналізувати графічне подання відповідної залежності.

4). Побудувати модель деякої медичної проблеми, де потрібне використання лінійної або експоненційної функцій. Вказати наявні асимптоти.

На підставі результатів *рекурсивних* обчислень будуються графіки у різних середовищах. Наведемо приклад моделювання траєкторії руху броунівської частинки, наприклад, у середовищі *Microsoft Excel*.

Нехай у початковий момент часу частинка має координати [0;0] і далі рухається в довільному випадковому напрямку. При зіткненні частинки випадковим чином змінюється напрямок руху і частинка знову проходить деяку відстань, доки не відбувається нове зіткнення та зміна напрямку руху. Необхідно побудувати графічне зображення траєкторії руху частинки.

Для розв'язування поставленої задачі доцільно застосувати вбудовану функцію *rnd(n)* – генератор випадкових чисел. Якщо змінній *n* надається конкретне чисельне значення, то в результаті звернення до цієї функції генерується псевдовипадкове число на інтервалі від 0 до *n*. Початкові координати броунівської частинки $x_0=0$; $y_0=0$; *x*, *y* – координати броунівської частинки (випадкові числа); *lx*, *ly* – проекції переміщення *l* на координатні осі *Ox* і *Oy*; */lx/*, */ly/* – модулі проекцій переміщення *l* на осі *Ox* і *Oy*; */l/* - модуль вектора переміщення *l*. Формули (ф. 3, − ф. 8) для роботи з *Microsoft Excel* (рис. 5) наведені нижче:

*B1 = 0; C1 = B1 + (2*СЛЧИС() – 1)* (формула 3)

*B2 = 0; C2 = B2 + (2*СЛЧИС() – 1;* (формула 4)

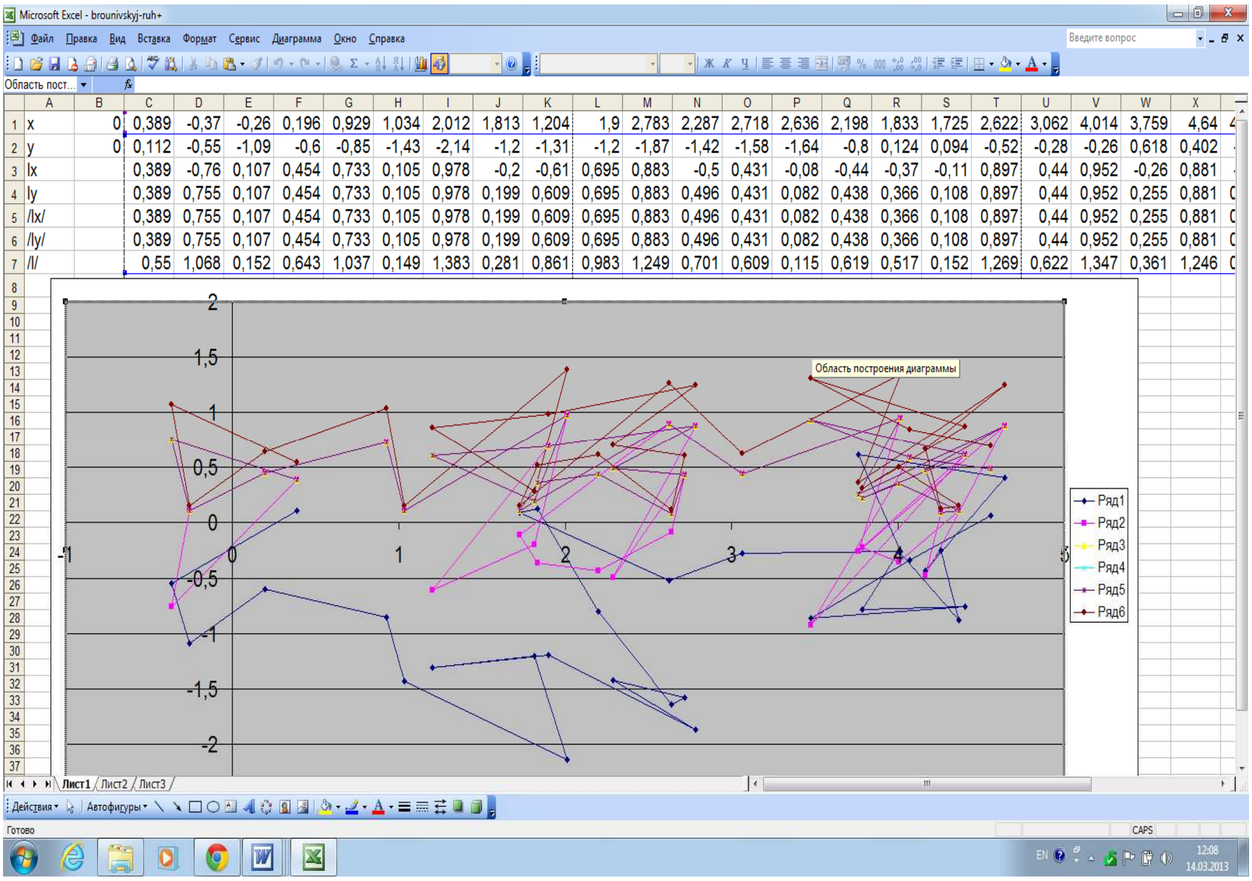
B3 – порожня комірка; C3 = C1 – B1 (формула 5)

C4 = ABS(C3) (формула 6)

C5 = КОРЕНЬ ((C3^2)); C6 = КОРЕНЬ ((C4^2)) (формула 7)

C7 = КОРЕНЬ ((C3)^2+(C4)^2)) (формула 8)

Третій стовпець таблиці (рис. 5) копіюємо в наступні 100 стовпців і будуємо траєкторію руху броунівської частинки, тобто графік залежності координати *y* від координати *x*.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	x	0	0,389	-0,37	-0,26	0,196	0,929	1,034	2,012	1,813	1,204	1,9	2,783	2,287	2,718	2,636	2,198	1,833	1,725	2,622	3,062	4,014	3,759	4,64
2	y	0	0,112	-0,55	-1,09	-0,6	-0,85	-1,43	-2,14	-1,2	-1,31	-1,2	-1,87	-1,42	-1,58	-1,64	-0,8	0,124	0,094	-0,52	-0,28	-0,26	0,618	0,402
3	lx		0,389	-0,76	0,107	0,454	0,733	0,105	0,978	-0,2	-0,61	0,695	0,883	-0,5	0,431	-0,08	-0,44	-0,37	-0,11	0,897	0,44	0,952	-0,26	0,881
4	ly		0,389	0,755	0,107	0,454	0,733	0,105	0,978	0,199	0,609	0,695	0,883	0,496	0,431	0,082	0,438	0,366	0,108	0,897	0,44	0,952	0,255	0,881
5	/lx/		0,389	0,755	0,107	0,454	0,733	0,105	0,978	0,199	0,609	0,695	0,883	0,496	0,431	0,082	0,438	0,366	0,108	0,897	0,44	0,952	0,255	0,881
6	/ly/		0,389	0,755	0,107	0,454	0,733	0,105	0,978	0,199	0,609	0,695	0,883	0,496	0,431	0,082	0,438	0,366	0,108	0,897	0,44	0,952	0,255	0,881
7	/l/		0,55	1,068	0,152	0,643	1,037	0,149	1,383	0,281	0,861	0,983	1,249	0,701	0,609	0,115	0,619	0,517	0,152	1,269	0,622	1,347	0,361	1,246

Рис.5. Траєкторія руху броунівської частинки

Перерахунок в *Microsoft Excel* за новими випадковими числами виконаємо натисканням на клавішу *F9*, відповідно змінюючи вигляд траєкторії руху броунівської частинки.

Використання засобів рандомізації доцільне при моделюванні випадкових (стохастичних) процесів. Використання змінних допомагає розраховувати координати частинки після кожного нового зіткнення (рис. 5) Внаслідок застосування операції рандомізації при кожному новому переобчисленні буде отримуватися нова траєкторія руху частинки.

Парадигма особистісно-орієнтованої освіти передбачає конструювання навчального процесу в напрямі особистісного зростання учнів. Досліджуючи рівень математичної підготовки школярів, доцільно оперувати термінами “математична грамотність”, “математична культура”, “математична компетентність” як складова системи професійних компетентностей. Ці поняття входять до загальної ієрархії освітніх понять: грамотність, освіченість, професійна компетентність, культура, менталітет.

Загальною метою математичної освіти школярів виступає формування у них достатньої математичної культури і надання конкретних методологічних навичок використання сучасних математичних методів у практичній діяльності. Реалізація цієї мети повинна спиратися на принцип цілісності дидактичного процесу, враховуючи психологію мислення учнів, не нав’язуючи їм виключно формально-логічні способи подання матеріалу, а здійснюючи це подання доступно з використанням життєвих прикладів.

Компетентнісна парадигма освіти проходить наскрізною лінією через усі навчальні предмети (освітні галузі), одержуючи кожного разу реалістичне, діяльнісне, особистісне й соціально значуще втілення. У результаті вдається об’єднати навчальні предмети в єдину цілісну систему, визначивши системоутворюючі елементи загальної освіти як на вертикалі окремих ступенів навчання, так і на рівні горизонтальних міжпредметних зв'язків.

Ідеї та принципи математики значною мірою поповнюють зміст і технології сучасної педагогіки, а також процес навчання математики. Якщо вчитель дбає про формування математичних компетентностей учнів, прагне донести до свідомості учнів методи математики в поєднанні з основами та здобутками інших наук, то це суттєво покращує результати навчання.

Формування навичок свідомого та раціонального використання комп’ютера в навчальному процесі – важливе соціально значуще завдання.

Використання комп’ютерно-орієнтованих систем навчання сприяє поглибленню знань про математичні методи та обчислювальний експеримент, формуванню практичних навичок побудови математичних моделей виробничих і соціальних процесів та їх дослідження, підвищенню рівня інформаційної культури учнів, системи їх загальнокультурних і професійних компетентностей.

Література

1. Гончаренко С. Український педагогічний словник. – Київ: Либідь, 1997. – 376 с.

2. Горошко Ю. В. Інформаційне моделювання у підготовці учителів математики та інформатики / Юрій Васильович Горошко. – Чернігів: Видавець Лозовий В.М., 2012. – 367с.

3. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал комп’ютерно-орієнтованих систем навчання математики // Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редкол. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова. – Вип. 7. – 2003.– С. 3–16.

4. Жалдак М.І. Комп’ютер на уроках математики: Посібник для вчителів – К.: Техніка, 1997. – 303 с.

5. Жалдак М.І., Рамський Ю.С. До концепції шкільної освіти з інформатики // Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання. – К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова. – Вип. 3. – 2001. – С. 3–7.

6. Клочко В. І. Застосування новітніх інформаційних технологій при вивченні вищої математики у технічному вузі: Навчально-методичний посібник. Вінниця: ВДТУ, 1997. – 300 с.

7. Лапчик М. П., Рагулина М. И. Математическое образование в условиях информатизации //Вестник РУДН. Серия “Информатизация образования”. – М.: Изд. РУДН. – Вып. 4. – 2009. – С. 12-20.

8. Михалін Г. О. Професійна підготовка вчителя математики у процесі навчання математичного аналізу. – Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2003. – 320 с.

9. Монахов, В.М. Педагогическое проектирование – современный инструментарий дидактических исследований. // Школьные технологии. – М.: ООО “НИИ Школьных технологий. – Вып. 5. – 2001. – С. 75-89.

10. Морзе Н. В. Основи методичної підготовки вчителя інформатики: Монографія. – К.: Курс, 2003. – 372 с.

11. Новик И.А. Перспективные направления исследований по теории и методике обучения математике и требования к ним. – Минск : БГПУ имени Максима Танка, 1998. – 33 с.

12. Раков С.А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій: дис. … д-ра пед. наук: 13.00.02/ С.А. Раков. – К., 2005. – 503 с.

13. Семеріков С.О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі: [монографія] / Сергій Олексійович Семеріков. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2009. – 340 с.

14. Триус Ю.В. Комп’ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики: [монографія] / Юрій Васильович Триус. – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 400 с.