

НІТН математики і активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів

Як свідчить наявний педагогічний досвід, як в Україні, так і за кордоном [1-7], у навчальному процесі використовуються різні моделі та методи навчання з використанням засобів НІТ:

- Computer-Managed Learning (CML), що допомагають в управлінні навчальним процесом;
- Computer Assisted Instruction (CAI), що використовуються для подання навчального матеріалу, вправ, посилань на інші джерела навчального матеріалу, зокрема книги; ці системи включають в себе різні програмні засоби опрацювання текстової та графічної інформації, імітаційного моделювання, управління базами даних, ігри;
- Artificial Intelligence (AI) - навчальні програми, що базуються на системах штучного інтелекту, зокрема експертних системах тощо;
- Computer Based Training (CBT) - використовують компоненти CML і CAI сумісно з іншими в якості тренажерів;
- Computer Assisted Learning (CAL), Computer Based Education (CBL), що використовуються разом з іншими засобами для різноманітних цілей освіти.

Останнім часом в зв'язку з появою принципово нових програмних засобів таких як MAPLE, DERIVE та Mathematica, здатних до високоякісних символічних перетворень та суттєвим покращенням технічних характеристик комп'ютерів у навчальному процесі з'явилися нові методи навчання математики, зокрема математичного аналізу, такі як:

- Calculus Using Mathematica - де комп'ютер відіграє інтегруючу, але другорядну роль;
- C4L (Calculus, Concepts, Computers and Cooperative Learning) – де обговоренню змісту концептуальних ідей передують їх вивчення у комп'ютерній лабораторії.

Ці методи навчання подають математичні ідеї наднаочно, з розглядом реальних задач та моделюванням над ними, мотивують пізнавальну діяльність шляхом показу важливості досліджуваних питань та розгляду цього саме за допомогою комп'ютера як професійного засобу.

Нові інформаційні технології навчання (НІТН) математики надають можливість значно підвищувати та стимулювати навчально-пізнавальну діяльність учнів. Насамперед це пов'язано з можливістю візуалізувати складні математичні поняття. В багатьох випадках саме використання графічного розв'язування задачі за допомогою комп'ютера і найбільш ефективним з точки зору активізації пізнавальної діяльності учнів. Справді, запропонована учням нестандартна задача, зовні складна і "загадково" сформульована, для якої можна запропонувати оригінальний графічний розв'язок із зрозумілим поясненням, здатна привернути до себе увагу всього класу, повернути впевненість у власних силах учням, що мають певні прогалини у математиці, показати красу математичних рішень. При цьому зростає зацікавленість учнів до вивчення математики, розв'язування задач, самостійної діяльності з набуття нових математичних знань. Так, у [5] наводиться оригінальний спосіб розв'язування задачі на порівняння двох тригонометричних виразів: $\sin(\cos(x))$ і $\cos(\sin(x))$ з використанням побудови графіків на спільній системі координат. В [6] – цікавої текстової задачі, розв'язання якої зводиться до розв'язання системи лінійних рівнянь у цілих числах: "70 зошитів і 15 олівців коштують одну гривню з копійками, а 88 зошитів і 10 олівців - дві гривні з копійками. Скільки коштують один олівець і один зошит окремо?"

Розв'язок одержується шляхом використання "графічно-комп'ютерного метода": після побудови чотирьох графіків відповідних рівнянь для розв'язання системи лінійних нерівностей можна побачити, що всередині шуканого багатокутника знаходиться лише одна точка з цілими координатами, а саме (2,3), що і є шуканим розв'язком (рис.1).

Відомо, що активізації пізнавальної діяльності з математики досить часто перешкоджають прогалини у певних питаннях з математики, накопичені за попередні роки навчання. Такі прогалини не дозволяють при вивченні нових понять повною мірою засвоїти їх зміст, витримувати темп навчання, і, як наслідок, знижують мотивацію навчання та суттєво зменшують пізнавальну активність учнів на уроках з математики. В більшості випадків це стосується суто технічних навичок, які не є головними у розумінні того поняття, яке вивчається на даний момент. В той же час можливість комп'ютера легко виконувати як раз такі рутинні операції дозволяє і у цьому випадку учневі застосовувати нові знання, наприклад, при розв'язуванні задач, що в свою чергу сприяє активізації пізнавальної діяльності. А учні, що добре засвоїли матеріал, можуть розв'язати більшу кількість задач, переключивши рутинні операції на комп'ютер. Наприклад, без використання комп'ютера відсутність у учня навичок знаходити первісну або розв'язувати систему рівнянь для визначення меж інтегрування буде заважати розв'язувати задачі на знаходження площі криволінійної

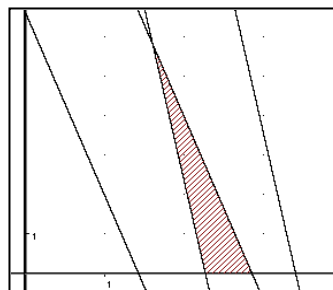


Рис.1

трапеції, а використання відповідної програми (наприклад, GRAN1) дозволить йому не тільки успішно розв'язувати такі задачі (отримати відповідь), але і за допомогою засобів комп'ютерної графіки бачити, яку саме площу знайдено. Зауважимо, що за допомогою комп'ютера можна знаходити визначені інтеграли і для таких функцій, для яких первісну неможливо виразити через елементарні функції. Використання таких програм разом з тренувальними програмами на повторення у позакласний час можуть звести негативний вплив прогалин у знаннях нанівець.

Відомо, що підвищені вимоги до рівня математичної культури зараз висувуються при вступі до вузів з спеціальностей, що пов'язані з поглибленим вивченням математики, а також до інженерів різних напрямків. Діяльність фахівців в цих галузях останнім часом безпосередньо пов'язана з використанням НІТ, тому застосування НІТ при навчанні кращих учнів є безперечно доцільним з точки зору вірогідного її використання у майбутній діяльності, що усвідомлюють і самі учні, тому головним для такої групи учнів є підбір вправ, можливо з заздалегідь підготовленими питаннями, на основі яких учні вдосконалюють такі основні типи умовиводів, як аналіз і синтез, індукція і дедукція, припущення, гіпотези, узагальнення та перевірка з застосуванням контрприкладів, при цьому вони використовують комп'ютер як майже професійний засіб у таких дослідженнях. Вправи, які розв'язуються, слід підбирати таким чином, щоб їх розв'язування вручну було недоцільно проводити з точки зору труднощів обчислень (задачі з реальними даними) або неможливості їх розв'язання точним способом. До речі, такі вправи можна запропонувати і при вивченні певних розділів у середніх класах всіма учнями. Наприклад, при вивченні квадратного тричлена висновок про загальний вигляд графіка функції типу $y = ax^2$, $y = x^2 + a$, $y = (x+a)^2$, $y = (x+a)^2 + c$ з відповідним обґрунтуванням можна зробити після швидкої побудови з допомогою комп'ютера кількох графіків вказаних типів. В такий спосіб можна вивчати і залежність вигляду графіків типу $y = A \cdot \sin(kx+b)$ від коефіцієнтів.

Теми шкільного курсу математики, що пов'язані з побудовою графіків, вивченням їх властивостей (зростання, спадання, екстремуми, нулі функції, проміжки знакосталості, приріст функції та похідна, обчислення площ криволінійної трапеції та об'ємів тіл обертання), а також елементарні математичної статистики є найбільш плідними для використання комп'ютера на уроках.

Широке використання комп'ютера при навчанні математики ставить проблему зміщення акцентів у підборі задач до багатьох тем у напрямку скорочення одноманітних, суто тренувальних вправ на закріплення тієї чи іншої операції, на збільшення кількості різноманітних задач практичного змісту, для розв'язування яких використовують методи, що вивчаються. Це також сприятиме розвитку пізнавальної активності учнів.

На особливу увагу заслуговують задачі по визначенню числових характеристик вибірок як з точки зору їх зрозумілості учнями, так і широкому колу можливих задач практичного змісту: наприклад, визначення характеристик для зросту і ваги учнів класу та побудови відповідних гістограм та полігонів.

Підвищенню науково-пізнавальної активності учнів сприяє сам факт необхідності використовувати засоби НІТ на уроках. Використання на уроках математики засобів НІТ формує в учнів навички свідомого користувача комп'ютерів, показує можливості використання засобів НІТ в подальшій практичній і науковій діяльності, формує в них елементи інформаційної культури. Використовуючи той чи інший ППЗ на уроках математики, учні оволодівають його інтерфейсом, тобто способом спілкування програми з користувачем, а тому важливо, щоб інтерфейс ППЗ не тільки відтворював особливості предметної області, але і відповідав сучасним принципам організації спілкування людина-комп'ютер: вікна, меню, панелі введення інформації, піктограми, маніпулятор "миша", контекстно-чутлива допомога, збереження та наступне використання результатів роботи тощо. Це буде важливим кроком на шляху до вирішення актуальної на даному етапі розвитку інформатики проблеми програмобязні (страх перед новим програмним засобом, небажання його використовувати, не зважаючи на об'єктивно кращі характеристики).

Значним фактором активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів є залучення їх до дослідницької діяльності. В процесі цієї діяльності учні не тільки знайомляться з науковими методами отримання знань, але і засвоюють доступні їм елементи наукових методів, оволодівають вмінням самостійно набувати нові знання. Використання засобів НІТ надає зовсім нові, суттєво потужніші можливості при проведенні навчального дослідження на уроках математики. Вони допомагають учню сконцентрувати увагу на найбільш важливих аспектах вивчаемого матеріалу: постановці і проведенню математичного моделювання на основі комп'ютерних експериментів. На основі цих експериментів учень приходить до формування гіпотез досліджуваних закономірностей, має можливість їх експериментальної перевірки чи спростування шляхом знаходження комп'ютерних контрприкладів. Завдяки цьому досягається самий високий рівень проблемності пізнавальної активності, на основі якого у учнів створюються нові пізнавальні навички та потреба у набутті нових. Зазначимо, що при вивченні математики можна застосовувати як спеціалізовані педагогічні програмні засоби (GRAN1, DIANA, FANCY, LIMES), так і загально відомі інструментальні засоби наукового та інженерного призначення програмно-методичні комплекси на їх базі (EUREKA, DERIVE, MAPLE, MathCad, MATHEMATICA). Достатньо уніфікований інтерфейс користувача у останніх дозволяє кращим учням швидко опанувати їх та використовувати для розв'язування творчих задач практичного змісту з реальними даними. Наприклад, така програма, як EUREKA, надає можливість розв'язувати задачі лінійного програмування з достатньо великою кількістю змінних. Таким чином ознайомлення учнів з елементами лінійного програмування у курсі алгебри та початків аналізу може бути здійснено у такий спосіб:

1) історичні відомості та задача лінійного програмування;

- 2) геометричний зміст задачі лінійного програмування у випадку двох змінних;
- 3) розв'язування задачі лінійного програмування з використанням програми GRAN1 (побудова многокутника обмежень, знаходження координат вершин цього многокутника, знаходження значень цільової функції у цих точках та вибір оптимального розв'язку, якщо він існує);
- 4) після того, як учні зрозуміють сутність цього методу для двох змінних (на площині) можна зробити узагальнення на випадок 3-х змінних (3-вимірний простір) та почати розв'язувати стандартні задачі на складання оптимальних раціонів, отримання максимального прибутку тощо з використанням програми EUREKA, причому головним на цьому етапі вже буде складання системи обмежень та визначення цільової функції.

Використання ж програмно-методичних комплексів на базі суто вітчизняних ППЗ типу GRAN1, GRAN-2D, GRAN-3D, DIANA, LIMES дозволяє найбільш повною мірою відобразити у них особливості національної математичної освіти, уникнути можливих непорозумінь щодо міжнародного законодавства про авторські права. Програми ж типу DERIVE, MATHEMATICA тощо є привабливими з точки зору їх математичної потужності (одночасне використання 2-х та 3-х вимірної графіки та символічних перетворень – диференціювання, інтегрування, тотожні перетворення). В [8] показано, що для активізації пізнавальної діяльності можуть використовуватись і програми з фіксованими сценаріями на основі інструментальних засобів загального призначення з математики, так звані програмно-методичні комплекси. Вдалих вибір зафіксованих вправ та прикладів на першому етапі вивчення понять є найбільш ефективним і дозволяє в подальшому переходити до свідомого використання програмного засобу на розсуд учня та вчителя для поглиблення уявлень про сутність поняття, що вивчається, шляхом певного моделювання.

Можливість візуалізації інформації, яка має складну абстрактну математичну природу, програмами GRAN1, GRAN-2D, GRAN-3D роблять їх потужним засобом при вивченні учнями багатьох понять математики шляхом створення динамічних геометричних образів. Це полегшує введення і сприймання нових понять, є джерелом гіпотез, здогадок і оригінальних рішень, надає можливість перевірки певних ідей шляхом підбору контрприкладів, сприяє розвитку творчої та евристичної складових мислення учнів і, остаточно, стимулює їх навчально-пізнавальну діяльність. Суттєвим чинником для впровадження саме програми GRAN1 є також те, що вона постійно оновлюється за рахунок внесення до неї нових можливостей, що відповідають напрямкам змін змісту шкільного курсу математики (елементи статистики – основні чисельні характеристики для вибірки, побудова гістограми та полігону, перевірка гіпотез за критерієм Пірсона тощо [9]) та переноситься на принципово нову, сучасну платформу. Більш того, засоби Internet та електронної пошти надають можливість здійснення оберненого зв'язку з вчителями з приводу наповнення цієї програми новим змістом, розробки методичного супроводу та виправлення виявлених помилок.

Розглянемо, наприклад, як можна вводити поняття неперервності функції в курсі алгебри і початків аналізу з використанням вищезазваної програми GRAN1. Введення цього поняття слід заснувати на інтуїтивно-наочних уявленнях учнів про неперервність: “Функція неперервна на інтервалі, якщо її графік на даному інтервалі можна побудувати, не відриваючи руки”. Після повторення понять приросту функції і приросту аргументу можна приступити до дослідження залежності між приростом аргументу і приростом функції, наприклад $y = \sin(x)$ для точки $x = 0$. При цьому кожному приросту аргументу автоматично обчислюється і приріст функції та знаходиться їх частка. Послідовна побудова відповідних січних спрощує усвідомлення у подальшому поняття дотичної. Інтуїтивно учні розуміють, що функція $y = \sin(x)$ неперервна у будь-якій точці. Використання ж відповідної програми дозволяє їм переконатися в цьому аналітично і візуально. Більш того, ця задача також може використовуватись і для пояснення поняття машинного нуля на уроках інформатики.

Використання НІТН математики є засобом суттєвого посилення міжпредметних зв'язків “математика-інформатика”, “фізика-математика”, “фізика-інформатика” та позитивно впливає на пізнавальну активність учнів. Розглянемо, як можна набуті на уроках математики знання та навички використати на уроці фізики при розгляді такої задачі: “тіло кинуте вертикально вгору з початковою швидкістю V_0 . Визначити проміжок часу, коли тіло буде знаходитись вище висоти H ?”

При розв'язуванні цієї задачі потрібно скористатись формулою, що визначає висоту тіла в залежності від часу: $y = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$. Подальше розв'язування полягає в розв'язанні квадратної

нерівності $V_0 t - \frac{gt^2}{2} > H$. Аналітичний спосіб розв'язання є відомим для учнів, але інколи громіздким внаслідок необхідності обчислення коренів квадратного рівняння з “незручними” коефіцієнтами. Використання ж інструментальної програми, наприклад GRAN1, зводить розв'язування до такого алгоритму:

- 1) побудувати графік функції $y = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$ на проміжку $\left[0; \frac{2V_0}{g}\right]$, де замість V_0 і g використовуються конкретні числові значення;
- 2) використати послугу “*НЕРІВНІСТЬ*” із знаком “>”; як значення функції вказати числове значення висоти H .

Програма GRAN1 не тільки покаже проміжок, що є розв'язком, а і виведе числові значення кінців цього проміжку. За допомогою програми також можна продемонструвати як буде змінюватись розв'язок задачі при зміні параметрів V_0 та H .

Проведений аналіз також свідчить про те, що за допомогою подібних програм набагато зрозуміліше розв'язуються навіть деякі задачі Всеукраїнських олімпіад з інформатики. Так, наприклад, розглянемо задачу №1 першого дня Всеукраїнської олімпіади 2000 р. (м.Київ):

Задача.

Є послідовність, що складається з $2N$ натуральних чисел. Відомо, що всі числа з цієї послідовності можна поділити на пари таким чином, що сума чисел у всіх парах буде однакою. Наприклад, числа послідовності 99, 23, 77, 1 можна поділити на пари $1+99=77+23$.

Завдання. Напишіть програму SEQ, яка за означеною послідовністю з'ясує, чи можна цю послідовність поділити на пари таким чином, щоб добуток у всіх парах був однаковий.

Для знаходження шляху до розв'язання задачі достатньо побудувати графіки функцій $x + y = A$ та $xy = B$ для довільних натуральних A, B . З їх зовнішнього вигляду зрозуміло, що графіки прямої та гіперболи можуть не перетинатися, дотикатися, або перетинатися в двох точках. Зрозуміло, що нас цікавлять тільки випадки дотику або перетину. Дотик двох графіків означає, що задача має розв'язок, коли всі числа послідовності однакові (у точці дотику $x = y$). Перетин двох графіків означає, що в послідовності повинні зустрічатися тільки два різних числа (x та y координати будь-якої точки перетину; на іншу точку можна не зважати внаслідок симетричності графіка відносно лінії $y = x$).

З сказаного вище слідує, що для розв'язання задачі достатньо з'ясувати кількість різних чисел у послідовності. Якщо їх більше двох – відповідь на запитання задачі негативна, інакше – позитивна.

Таким чином, НІТН математики при наявності відповідної технічної бази, педагогічного програмного забезпечення разом з дидактичними матеріалами та методиками їх використання дозволяють значно активізувати навчально-пізнавальну діяльність учнів шляхом посилення мотивації навчання, застосування різних методик навчання для різних груп учнів шляхом диференціації та індивідуалізації навчання, посилити спілкування учителя з учнями при застосуванні програм другого типу. Застосування НІТН математики сприяє розв'язанню проблем гуманізації та гуманітаризації навчання при одночасному посиленні наукового рівня викладання математики, формувати міцні знання, вміння та навички завдяки безпосередній участі учнів в процесі одержання знань та формування вмінь та навичок завдяки ознайомленню учнів з елементами сучасних методів наукових досліджень на основі НІТ. Набуті вміння та навички самостійного опанування знаннями з використанням комп'ютера, формування дослідницьких навичок та комп'ютерних евристик, міцні прийоми роботи з сучасною обчислювальною технікою значно посилюють можливості подальшого навчання та праці в умовах сучасного інформатизованого суспільства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жалдак М.І. Проблеми інформатизації навчального процесу в школі і вузі // Сучасні інформаційні технології у навчальному процесі: Зб.наук.праць, К.: КДПІ, 1991, С.3-16.
2. Ігнатенко М.Я. Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів старших класів при вивченні математики. Дис. ... докт. пед. наук. – К., 1997. – 355 с.
3. Горошко Ю.В. Вплив нової інформаційної технології на практичну значимість результатів навчання математики в старших класах середньої школи: Дис. ... канд. пед. наук. - К.: 1993, 117 с.
4. Пеньков А.В. Использование новой информационной технологии при преподавании математики в старших классах средней школы: Дис. ... канд. пед. наук. - К.: 1992, 171 с.
5. Горошко Ю.В., Пеньков А.В. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках математики з використанням НІТ // Проблеми інформатизації освіти: Зб.наук.праць, К.: УДПУ, 1993, С.47-54.
6. Жалдак М.І., Пеньков А.В. Комп'ютер на уроках математики // Використання нової інформаційної технології в навчальному процесі: Зб.наук.праць - К.: РНМК, 1990.- С.17-28.
7. Основи нових інформаційних технологій навчання: Посібник для вчителів / Машбиць Ю.І., Гокунь О.О, Жалдак М.І. та ін. / За ред. Машбиця Ю.І. / Інститут психології ім. Г.С. костюка АПН України. – К.:ІЗМН, 1997. – 264 с.
8. Олейник Т.А. Учебная исследовательская деятельность на основе НИТО как средство формирования математических представлений учащихся (на примере курса “Алгебра и начала анализа): Дис. ... канд. пед. наук. - Харьков: 1992, 152 с.
9. Жалдак М.І., Михалін Г.О. Елементи стохастичності з комп'ютерною підтримкою: Посібник для вчителів. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2000. – 70 с.: іл.