

НАБОРИ МІЖПРЕДМЕТНИХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗАНИХ ЗАДАЧ

Зеленяк О.П.,

вчитель-методист, навчально-виховний комплекс “Олександрійський колегіум”

Проблеми добору та вдосконалення змісту освіти завжди актуальні. У наш час багато загальноосвітніх закладів, посилаючись на процеси гуманізації та гуманітаризації освіти, запроваджують різноманітні навчальні курси. Підручники, їх методичний супровід при цьому, як правило, відсутні. Учні здають “творчі” тематичні реферати, які відшуковують в мережі Інтернет і просто роздруковують. Чи ефективний і виправданий такий підхід, які його перспективи та альтернативи? Чи стверджується таким чином стратегія прискореного, випереджального інноваційного розвитку освіти і науки, що декларується?

Гуманізація і гуманітаризація – ключові поняття, але трактуються дуже широко і неоднозначно, а нерідко – зовсім довільно. Уточнимо зміст цих понять. Гуманізація освіти передбачає таку організацію навчального процесу – індивідуалізацію навчання – при якому знання найкращим чином засвоює кожний учень, а шкільне середовище є сприятливим для розвитку саме його здібностей. До числа показників гуманізації освіти відносять мотивацію і диференціацію навчання, забезпечення національного характеру освіти. Наслідком цього процесу стала поява спеціалізованих класів із поглибленим вивченням окремих предметів, різноманітних типів шкіл, альтернативних підручників і програм тощо. Смісл гуманітаризації полягає в тому, щоб залучати учня до духовної культури, творчої діяльності, озброювати його методами наукового пізнання. Вона покликана створити умови, що спонукують його до пошуку нових знань, до активної творчої діяльності та оволодіння початками методології цієї діяльності. У широкому науковому аспекті особливо важливе значення має те, що гуманітаризація враховує гуманітарний потенціал наук. Як відомо, інформатика і математика з успіхом використовуються для розв’язання різноманітних гуманітарних проблем.

Отже, якщо й керуватись вказаними процесами, то зовсім не обов’язково вивчати лише нові інформаційні технології на уроках інформатики, або скорочувати кількість годин на вивчення математики в школі.

Інформатика в наш час виділилась як фундаментальна наука про інформаційно-логічні моделі, і вона не може бути зведена навіть до математики, яка дуже близько з нею стикається, але вивчає інші моделі – математичні. Гуманітарний аспект інформатики не менш важливий, тому її не можна зводити і до будь-якої іншої

природничо-наукової проблематики. Об'єктом вивчення на уроках інформатики, строго кажучи, повинні стати саме основи цієї науки. Лінія вивчення нових інформаційних технологій відрізняється від лінії вивчення власне інформатики. Фундаментальна, теоретична основа, як і при вивченні математики, фізики, хімії, біології, повинна передувати її прикладному втіленню (йдеться про застосування більш глибокі, ніж опрацювання текстів на ЕОМ).

Які ж зміни повинні відбуватись у змісті та цілях навчання інформатики і математики з урахуванням їх взаємопроникнення і взаємозв'язку, процесу інформатизації сучасного суспільства та впровадження інформаційних технологій у сферу освіти? Ці питання надзвичайно важливі й активно обговорюються. Зрозуміло, що саме школа відіграє і буде відігравати в майбутньому вирішальну роль у підготовці молоді до ефективної професійної діяльності та плідної життєдіяльності в інформаційному суспільстві.

Звернемось до педагогічно-соціальної проблеми реалізації міжпредметних зв'язків у процесах навчання та інтеграції і координації предметних знань. Її актуальність обумовлена сучасним рівнем розвитку науки, на якому яскраво виражена інтеграція суспільних, природничо-наукових, технічних знань. В інформаційному суспільстві існують глобальні чинники, що обумовлюють міжпредметні зв'язки: фундаменталізація знань, поєднання науки і виробництва, зростання ролі математики в дослідженнях, розвиток академічної мобільності та мобільності випускників на ринку праці, соціальні аспекти.

“Із збільшенням структури математики, вона сама по собі стає предметом логічного і математичного аналізу. Це привело до створення математичної логіки, а потім і теоретичної інформатики. Зараз настав час останньої. Вона вбирає в себе ідеї класичної математики і вигоди технологічного прогресу в комп'ютерних технологіях, що приводить до практичного втілення теоретично розроблених алгоритмів... Очікується, що через декілька десятиліть інформатика розвиватиме ідеї навіть на більш глибокому математичному рівні, що призведе до радикального прогресу в промисловому застосуванні комп'ютерів”[1, с.3]. М.Громов звертає увагу і на широкий клас задач, що приходять звичайно з експериментальних наук (біологія, геофізика, медицина і т.д.), де доводиться мати справу із великою кількістю вільно структурованих даних. Він вважає, що для досягнення прогресу в розв'язанні таких задач необхідні радикальні теоретичні ідеї, так само як і нові шляхи поєднання математики з комп'ютерами: “... на даний момент ми, математики, часто маємо незначне уявлення про те, що робиться в науці і техніці, у той час, як вчені,

експериментатори та інженери в багатьох випадках не підозрюють про ті можливості, які дає прогрес чистої математики. Ця жахлива незбалансованість повинна ліквідуватись привнесенням інших наук у підготовку математиків і викладанням чистої математики вченим та інженерам”.

В.А.Садовничий зауважує, що “питання обчислень відігравали у математиці підпорядковану роль. Але тепер вони отримали суттєве, у ряді випадків вирішальне значення... З появою комп'ютерів світ математики, безперечно, став змінюватися. Змінюються не лише математичне мислення, математичні методи, але й науковий світогляд у цілому”. Дійсно, використання інформаційних технологій збільшує питому вагу обчислювального експерименту. Він може бути і складовою математичної моделі, і самостійним видом навчальної діяльності. Сфера застосування обчислювального експерименту навіть у школі широка – від формування понять (дійсного числа, границі, графіка функції і т.д.) до досить глибоких досліджень. Це також перевірка відомих тверджень і спостереження з метою аналізу та формулювання гіпотез. Його практичність як нового методу пізнавальної діяльності в навчальному процесі підтверджується педагогічною практикою. В останні роки обчислювальний експеримент все в більшій мірі стає джерелом чисто математичних відкриттів.

“Одним з основних зовнішніх впливів на математику є, звичайно, вплив комп'ютерної науки. Все, що пов'язане з цією областю, буде являти центральне значення для математики на протязі майбутнього століття або всього розвитку нашої цивілізації на її сучасній траєкторії – що означає стільки, скільки вона існуватиме!” [2, с.5].

Відзначаючи вплив комп'ютеризації на математичну освіту, А.П.Єршов виділяв, як головні, такі аспекти: різке розширення математичної практики, зміну номенклатури математичних знань, системну роль математичної теорії, обчислювальний експеримент із математичною моделлю, візуалізацію абстракцій, динамізацію математичних об'єктів, становлення структури із хаосу, виховання базових здібностей та умінь, пробудження первинного інтересу.

Таким чином, реалізація міжпредметних зв'язків інформатики та математики є необхідним і вагомим чинником удосконалення навчального процесу, альтернативою екстенсивному підходу, про який йшлося вище.

Зупинимось на деяких можливих аспектах реалізації вказаних зв'язків, посилаючись на власний досвід викладання математики та інформатики у класах з поглибленим вивченням математики. Методичні підходи та організаційні форми навчання математики у цих класах відпрацьовані. Вони відповідають змісту

навчального матеріалу та віковим особливостям учнів. Так, досвід навчання геометрії упевнив нас у доцільності алгоритмічного підходу на початкових етапах навчання, який дає можливість “нашарувати” знання учнів, узагальнювати їх, розглядати методи розв’язування задач, спеціальні способи та прийоми тощо. Ми дотримуємось системи навчання, яка базується на глибокому опрацюванні провідних ідей курсів, включає класифікацію задач, методів їх розв’язування та методику оцінювання знань учнів. Належну увагу приділяємо важливій проблемі визначення реального результату навчання, яка пов’язана з вибором критеріїв та інструментарію вимірювання. Найважливішим параметром визначення якості навчально-пізнавальної діяльності учнів є рівень їхніх навчальних досягнень. Учителю спостерігає результати кожного учня та класу в цілому. Більше 10 років ефективно діє розроблена нами система вступних і випускних тестових завдань для учнів класів з поглибленим вивченням математики. Вважаючи, що завдання державної підсумкової атестації для цих класів недосконалі, у випускних тестових завданнях ми переймаємо ідею, висловлену Ленінградським математичним товариством (керівник шкільної секції Башмаков М.І.) – об’єднувати задачі у взаємозв’язані набори (Математика в школі. –1991.–№4.–С.60-61). При цьому з’являється можливість поетапно досліджувати складні задачі, а не розв’язувати велику кількість нескладних і різних задач. Нами аналізується, починаючи з 1993 року, статистика проведення таких випускних тестів на основі наборів задач, що відповідають високому рівню вимог до знань учнів.

Подібної методики навчання інформатики не розроблено, а тому складно хоча б частково використовувати проблемні методи у її навчанні. Отже, учні не застосовують і не розширюють свої знання, що негативно впливає на мотиви подальшого навчання. Репродуктивний підхід, наприклад, до розробки алгоритмів для розв’язування задач за допомогою ЕОМ, призводить до того, що учні самостійно складають лише найпростіші алгоритми, або за зразками. Задачі обчислювального характеру розв’язуються ними неохоче, тому що відсутні мотивація діяльності та новизна понять. Ізольованість понять від інших розділів курсу та шкільних предметів не сприяє їх ефективному засвоєнню.

Підтвердився також незаперечний факт педагогічної доцільності використання комп’ютерів на уроках математики для всебічного дослідження математичних моделей, унаочнення уявлень учнів у процесі вивчення геометричних об’єктів, проведення обчислювальних експериментів тощо, який суперечить “безмашинному” спрямуванню діючих програм.

Розуміючи, що зміст освіти – це насамперед конкретні поняття, теми, розділи, курси і т.п., аналізуючи їх та лінійну і концентричну схеми розташування навчального матеріалу, ми звернулись в першу чергу до методів вивчення головних і стаціонарних розділів програми з інформатики, тому що деякі розділи або тимчасово включені до програми, або є варіативними відносно ступенів навчання. Одним із таких головних розділів є розділ “Основи алгоритмізації та програмування”. Серед шести головних завдань курсу інформатики в загальноосвітній школі, які виділені у програмі, чотири пов'язані з фундаментальними поняттями інформатики та математики “алгоритм” і “задача”. Зрозуміло, наскільки важливе здійснення двосторонніх міжпредметних зв'язків і першочергова розробка ефективних методів вивчення відповідних розділів програми. Необхідно досліджувати, які методи навчання математики та інформатики взаємозалежні, що спільного в процесах розв'язування математичних задач та розробки алгоритмів для розв'язування задач з інформатики за допомогою ЕОМ, у якій мірі актуалізація математичних методів і знань може сприяти вказаному процесові.

Ми впевнились у тому, що процеси розв'язування задач з математики та інформатики взаємозв'язані на рівні методів. Розв'язуючи алгебраїчне рівняння, учень звертається до методів розв'язування рівнянь – розкладу на множники, введення нової змінної, графічного. Крім того, він додатково використовує властивості функцій (область визначення, область значень, парність, симетричність, монотонність, обмеженість; формули тригонометрії, якщо рівняння тригонометричне і т.д.). Розв'язуючи геометричну задачу, учень звертається до методів розв'язування геометричних задач – введення допоміжних відрізка, кута, площі та інших. Він також додатково використовує властивості даних геометричних фігур (співвідношення між елементами фігури, паралельність відрізків, рівність кутів; формули для обчислення довжин відрізків, площ, об'ємів і т.д.). За аналогією можна розглядати схему процесу алгоритмізації при розв'язуванні задач з інформатики, яка має три основних складових: алгоритмічна система, методи розробки алгоритмів, спеціальні прийоми. Разом із тим навчання, наприклад, методів розробки алгоритмів не може базуватися на розв'язуванні задач із стандартних курсів фізики та математики, тому що покрокова деталізація лише організаційний початок у процесі пошуку розв'язання задачі. У цей пошук входить актуалізація необхідних фактів, теорем, формул, властивостей із відповідної галузі знань. У більшості задач вказаних курсів покрокова деталізація містить малу кількість кроків та приводить до лінійних алгоритмів (звичайно, від одного до трьох кроків; виключення можуть складати задачі з параметрами, в яких розв'язування має розгалужену структуру, і багатокрокові геометричні задачі). Тому навчання методу

покрокової деталізації – це самостійна ціль алгоритмізації, яка не досягається в інших предметах хоч і знаходить застосування в них.

Загальновідомі головні етапи формування системи знань учнем у процесі навчання: добір і нагромадження первісних елементарних знань; об'єднання елементарних знань за допомогою асоціативних зв'язків у блоки знань; утворення логіко-змістовних і процесуальних схем знань за допомогою асоціативних і розгалужених зв'язків, конструювання знань. Така послідовність етапів відповідає логіці шкільного навчального процесу, поєднуючи лінійну та концентричну схеми розташування навчального матеріалу; рівням пізнавальної діяльності людини: пізнання об'єктів, відтворення інформації, творча діяльність; традиційній науковій схемі: емпірика, індукція, дедукція.

Зазначені вище властивості має система знань, що представляє собою асоціативно зв'язані навички та уявлення, отже, й система взаємозалежних задач. Як будь-яка система, вона підкоряється закономірностям утворення, розвитку, змін, повноти. Знання цих закономірностей, їх дотримання в процесі навчання забезпечить його високу якість і ефективність. Безсумнівно також те, що людина не пам'ятає все вивчене. Отже, навчання потрібно вести на рівні, який включає базовий рівень як складову частину.

Характерний недолік у структурі багатьох підручників і збірників вбачається в ізолюваності вправ. Інформаційна спільність між ними практично відсутня. Черговість розв'язування вправ довільна і повністю визначається вчителем. "Ми у своїй книзі ставимо за мету аргументовано переконати читача в неминучості взагалі укрупненого підходу до структури матеріалу, який вивчається, тому що це диктується самою природою людського знання"[3, с.13]. Автори зауважують, що будь-яке дослідження з методики математики зводиться до вправ: принципів їх класифікації, різноманітності форм та змісту, послідовності виконання тощо. Серйозну увагу звертають на кінцевий етап – перехід від однієї вправи до іншої, більш складної, тобто на проблему об'єднання вправ за рівнем складності, інформативності тощо. Суттєвим і важливим є такий висновок: "Методи навчання реалізуються через виконання вправ і об'єктивуються в знаннях. При цьому не тільки кількісна розмаїтість методів і вправ важлива сама по собі. Лише набір визначених вправ, сконструйованих на основі укрупнення, у їх чіткій послідовності забезпечує міцність і свідомість засвоєння знань"[3, с.15]. Ми вважаємо, що саме глибоке розуміння останнього висновку сприяє здійсненню процесу навчання на якісно високому рівні. Такий підхід сприйнятний і як один із базових для

розв'язування задач у курсі інформатики. Як свідчить педагогічна практика, він дає змогу розв'язувати і складати задачі не лише рецептивного та репродуктивного, а й творчого та дослідницького характеру.

Подальший аналіз загальнодидактичних етапів засвоєння, узагальнення та систематизації знань упевнив нас в ефективності використання *наборів взаємозв'язаних міжпредметних задач – задач міжпредметного змісту, які мають спільну ідею розв'язування, поступово ускладнюючись.*

Нами розроблені відповідні набори задач для алгоритмів перебору, графічних, зворотного ходу, геометричних, обчислювальних, моделюючих, “жадібних” тощо [4-6]. Наприклад, набір задач для вивчення алгоритмів зворотного ходу може бути таким:

1. Виконавець вмiє: множити число на 2, збільшувати число на 1. Скласти для цього виконавця алгоритм одержання числа n з одиниці за найменшу можливу кількість дій.
2. Обчислити значення степеня a^n ($a \in Z, n \in N$) за найменшу можливу кількість дій множення.
3. Перший член послідовності 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, ... дорівнює 1, другий та наступні члени одержуються із членів з меншими номерами за допомогою логічної операції заперечення: $0 = \text{NOT}(1)$, $1 = \text{NOT}(0)$. Другий член послідовності – заперечення першого, третій і четвертий – заперечення першого і другого відповідно і т.д. Скласти алгоритм обчислення n -го члена цієї послідовності.
4. Клітинки таблиці розміром $N \times N$ ($N \leq 30$) заповнені випадковими цифрами. Знайти маршрут із клітинки (1,1) у клітинку (N, N), який задовольняє умови: 1) будь-які дві послідовні клітинки в маршруті мають спільну сторону; 2) кількість клітинок маршруту мінімальна; 3) сума цифр у клітинках маршруту максимальна.
5. У булевій матриці $N \times N$ ($N \leq 20$) підрахувати число ізольованих 0-областей. Ізольована 0-область містить тільки нулі, які мають сусідні нулі вздовж по горизонталі, вертикалі або діагоналі.
6. N кольорових прямокутників розміщені на білому прямокутному листі паперу, що має розміри A одиниць у ширину й B одиниць у довжину. Прямокутники не виходять за межі листа, а їхні сторони паралельні його межах. У результаті утворюються різні одноколірні фігури. A і B – парні натуральні числа, не більші 30. Прямокутники задані цілочисельними координатами лівої нижньої і правої верхньої вершин та кольором – цілим числом від 1 до 64 (1 – код білого кольору). Початок системи координат знаходиться в центрі листа, а осі паралельні краям. Потрібно визначити колір і обчислити площу кожної з видимих одноколірних фігур, вважаючи, що порядок введення даних відповідає порядку розміщення прямокутників на листі.

Перша задача набору знайомить учнів з ідеєю зворотного ходу, остання – пропонувалась на міжнародній олімпіаді з інформатики і є досить складною, але після вивчення алгоритмів розв’язування всіх задач набору алгоритм її розв’язування буде також зрозумілим для більшості учнів [6]. Якщо в процесі профільного чи спеціалізованого навчання більша увага приділяється програмуванню, то можна запропонувати учням написати програми для задач набору з раціональним вибором структур даних, розвиненим інтерфейсом користувача тощо; якщо більша увага приділяється математичному обґрунтуванню, то можна обмежитись аналізом алгоритмів та демонстрацією їх виконання за допомогою електронних таблиць або відповідних програмних засобів.

Отже, за допомогою наборів взаємозв’язаних міжпредметних задач педагогічна практика може ефективно реалізувати потенціал міжпредметних зв’язків. Перерозподіл логічних і змістових акцентів у матеріалі, що вивчається, з поступовим його ускладненням дозволяє суттєво поглибити розуміння учнями навчального матеріалу, демонструє їм прийоми та навчає діяльності творчого характеру. Учні не просто отримують певну суму знань, а й розвивають творче мислення, зацікавлюються предметом вивчення.

Набори взаємозв’язаних міжпредметних задач можуть використовуватись для удосконалення змісту навчання (наприклад, при визначенні змісту профільних курсів) та для роботи з обдарованими дітьми. Вони можуть увійти в удосконалені підручники з інформатики, наприклад, до розділу ”Задачі для узагальнюючого повторення та систематизації”, а також у навчальні посібники, які розширюють межі підручників і містять додаткові відомості. Вважаємо за доцільне створити окремий підручник для інваріантних розділів програми з інформатики.

Література:

1. Громов М. Возможні напрямки розвитку математики в наступних десятиліттях // У світі математики. – 2001. – №1. – С. 3-5.
2. Броудер Ф. Роздуми про майбутнє математики // У світі математики. – 2003. – №2. – С. 1-7.
3. Эрдниев П.М., Эрдниев Б.П. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике. – М.: Просвещение, 1986. – 256 с.
4. Зеленьяк О.П. Перебор и его сокращение // Информатика и образование. – 1997. – №4. – С.76-82; – №5. – С.97-100; – №6. – С.90-97.
5. Зеленьяк О.П. Графика в Turbo Pascal // Информатика и образование. – 1999. – №2. – С.68-79; №3. – С.87-94. – 2000. – №7. – С.42-60.
6. Зеленьяк О.П. Підкорення алгоритмів: від простого до складного // Комп’ютер у школі та сім’ї. – 2001. – №5. – С.41-42; – №6. – С.36-41.