

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М. П. Драгоманова

ТАРАСЕНКОВА Ніна Анатоліївна

УДК 372.851

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ
ВИКОРИСТАННЯ ЗНАКОВО-СИМВОЛЬНИХ
ЗАСОБІВ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ
УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ**

13.00.02 – теорія та методика навчання математики

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук

Київ – 2004

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Черкаському державному університеті імені Богдана Хмельницького, Міністерство освіти і науки України.

Науковий консультант: доктор педагогічних наук, професор
СЛЄПКАНЬ Зінаїда Іванівна,
Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, професор кафедри педагогіки і психології вищої школи.

Офіційні опоненти: член-кореспондент АПН України,
доктор педагогічних наук, професор
БУРДА Михайло Іванович,
Інститут педагогіки АПН України,
заступник директора;
доктор педагогічних наук, професор
ІГНАТЕНКО Микола Якович,
Кримський державний гуманітарний інститут,
проректор з навчально-виховної роботи;
доктор педагогічних наук, професор
ШУНДА Никифор Миколайович,
Вінницький державний педагогічний університет
імені М.П. Коцюбинського, пенсіонер.

Провідна установа: Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, Міністерство освіти і науки України, кафедра математики, м. Кіровоград.

Захист відбудеться 27 квітня 2004 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д
26.053.03 у Національному педагогічному університеті імені М.П. Драгоманова,
01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, 01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9.

Автореферат розіслано "25" лютого 2004 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

В.О.Швець

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. На сучасному етапі розвитку суспільства в умовах інтеграції економіки, переходу від індустріальних до науково-інформаційних технологій, коли пріоритетного значення набувають інтелектуальний потенціал суспільства та індивідуальний розвиток особистості кожного його члена, відбувається реформування й системи освіти. Згідно із прийнятими в Україні Законами “Про освіту” та “Про загальну середню освіту”, Національною доктриною розвитку освіти в Україні у XXI столітті, Концепцією 12-річної середньої загальноосвітньої школи перед усіма освітянами України постає завдання створення таких умов для навчання і розвитку школярів, завдяки яким відбувається виховання відповідальної особистості, яка здатна до самоосвіти й саморозвитку, вміє використовувати набуті знання і вміння для творчого розв’язання проблем, спроможна критично мислити, опрацьовувати різноманітні дані, прагне змінити на краще своє життя і життя своєї країни. Стратегічною метою 12-річної школи виступає життєва й соціальна компетентність учнів, громадянське виховання, що передбачає розвиток і саморозвиток школярів на основі більш повного використання внутрішнього потенціалу особистості.

Це означає, що проблема побудови особистісно орієнтованого навчання школярів виступає на передній план психолого-педагогічних і методичних досліджень. Особливо гостро ця проблема постає в організації навчання учнів підліткового віку (5–9 класи основної школи), оскільки цей віковий період є особливим етапом онтогенезу дитини, коли її організм і психіка зазнає революційних змін (Л.С. Виготський, Г.С. Костюк, Д.Б. Ельконін та ін.). Система психолого-педагогічних і методичних впливів на процес становлення й розвитку особистості підлітка у ході навчання має бути специфічною, істотно відрізняючись від тих підходів, які є придатними у навчанні молодших школярів й учнів старшої школи. Названі фактори зумовили наш вибір щодо вікових меж у дослідженні.

У теорії і методиці навчання математики чимало праць присвячено фундаментальним питанням змісту шкільної математичної освіти, реалізації розвивальної функції навчання математики та проблемам шкільного підручника (О.М. Астряб, М.І. Башмаков, Г.П. Бевз, В.Г. Бевз, М.І. Бурда, М.Я. Віленкін, Г.М. Возняк, Г.В. Дорофєєв, О.С. Дубинчук, М.І. Жалдак, А.М. Колмогоров, Ю.М. Колягін, К.Ф. Лебединцев, Г.М.Литвиненко, О.Ф.Семенович, З.І. Слєпкань, А.А. Столяр, Р.С. Черкасов, В.О. Швець, М.І Шкіль, Т.М. Хмара та ін.). Досліджуються різні аспекти математичної підготовки й розвитку учнів, організації навчання, забезпечення належного контролю за ходом й результатами навчання математики в школі. Особлива увага приділяється математичним задачам та їх ролі у процесі формування в учнів знань, навичок і вмінь та досвіду творчої діяльності (Г.П.Бевз, М.М.Бескін, М.І.Бурда, А.М.Капіносов, Ю.М.Колягін, В.М. Лейфура, Д.С. Людмилов, Є.П Нелін, Ф.О. Орехов, В.Н. Осинська, З.І. Слєпкань, С.Б. Суворова, О.С. Чашечникова, В.І. Шавальова та

ін.). Широко досліджуються питання впровадження у шкільну практику рівневої та профільної диференціації навчання як однієї з головних передумов реалізації індивідуального підходу до учнів (В.Г.Болтянський, М.І.Бурда, Г.Д.Глейзер, Т.В.Гришина, Г.В.Дорофєєв, В.Я.Забранський, О.С.Потапов, З.І. Слепкань, В.В.Фірсов, С.Є.Яценко та ін.). Інтенсивно розвивається напрям комп'ютерної підтримки процесу навчання математики в школі (Т.Л. Архіпова, О.В. Вітюк, М.І. Жалдак, О.Б. Жильцов, Ю.І. Машбиць, Н.В. Морзе, Ю.С. Рамський та ін.).

Проте у публікаціях багатьох науковців (Г.П.Бєвза, В.М.Брадїса, Г.М.Возняка, В.Л.Гончарова, Я.Й.Грудьонова, О.С.Дубинчук, М.Я.Ігнатенка, Є.С.Канїна та Є.В. Малих, Л.М. Лоповка, М.А. Мацько, В.Г. Прочухаєва, З.І. Слепкань, В.І. Таточенка, Т.М. Хмари, С.М. Чашечникова, П.М. Ерднїєва та ін.) відзначається, що для більшості учнів математика була й залишається одним із найскладніших шкільних предметів. Її вивчення учнями неодмінно пов'язане з утрудненнями різного ступеня й характеру, навчання нерідко супроводжується численними помилками й невдачами. Практика показує, що все це, врешті-решт, набуває для учнів значення особистісних поразок. Через це в них нерідко формується негативна установка щодо спроможності вивчати математику на належному рівні. Не поодинокими є випадки відмови від навчання й прихованої чи явної протидії учнів тим навчальним впливам, що застосовує вчитель математики. Ті з учнів, які зазнають утруднень лише час від часу, не регулярно, також опиняються в ситуаціях особистісних поразок, а значить, не повною мірою реалізують свої потенційні можливості. Отже, необхідним є детальне, всебічне, науково обґрунтоване вивчення цієї проблеми, яка на даному етапі розвитку методичної науки залишається у цілому не вирішеною.

Виявлення й аналіз природи помилок учнів, характеру їх утруднень під час вивчення математики в основній школі, при якому ми спиралися на традиційні для методики навчання математики підходи, дозволив нам визначити лише окремі причини недоліків у математичній підготовці учнів 5–9 класів. Більш розгорнуту характеристику стану математичної підготовки підлітків, що зачіпає глибинні передумови появи утруднень й помилок учнів, а також ряд фундаментальних ідей прогностичного характеру щодо вдосконалення навчання математики ми отримали, залучивши до аналізу ситуацій широкий пласт надбань семіотики (М.М. Бахтіна, Ф. Де Соссюр, М.І. Жинкіна, В.В. Іванова, Е. Кассирера, О.Ф.Лосєва, Ю.М.Лотмана, Д.Льюїза, К.Льюїса, В.В.Мантатова, Ч.У.Моррїса, Ч.С. Пірса, В.М. Розїна, Є.Д. Смирнова, Ю.С. Степанова, Б.О. Успенського, Г.П.Щедровицького, У.Еко та ін.), психолінгвістики (І.О.Зимньої, О.С.Кирилук, Г.Клауса, О.О.Леонтєва, В.В.Налїмова, О.М.П'ятигорського, А. Соломоника, О.М.Шахнаровича та ін.), науково-теоретичні положення семіотичного напрямку психології (О.В. Бєхтерева, Л.С. Вїготського, М.В. Гамезо, Г.О. Глотової, Т.М.Дридзе, Б.Ф.Ломова, Ж. Піаже, В.М. Розїна, В.Ф. Рубахіна, Н.Г. Салміної та ін.), сучасні дані щодо семіотичних аспектів дидактики (А.О. Веряєва, В.М. Кларїна, О.С. Лобанова, В.М. Петрова, Є.О. Петрової та ін.).

У результаті застосування семіотичних знань, відповідних способів і засобів пізнання у сфері математичної освіти учнів та визначення основних підходів до аналізу наявних ситуацій у навчанні математики в 5–9 класах виявились наступні факти. По-перше, з позицій діалектики пізнання та семіотичного підходу до освіти кожен об'єкт засвоєння курсу математики треба розглядати як діалектичну єдність змісту та його певної оболонки, яка утворюється за допомогою вербальних чи невербальних знаково-символьних засобів (ЗСЗ). По-друге, хід і результати навчання необхідно висвітлювати й аналізувати в наступних ракурсах: чи стає ця діалектична єдність формою самостійності всіх учнів; що саме у ході навчання перешкоджає утворенню такого поєднання; що може сприяти його появі в досвіді учнів; яка специфіка притаманна діяльності зі знаково-символьними засобами (ДЗСЗ), яку виконують учні та вчитель у ході фіксації та перетворення змісту навчального матеріалу з математики; як співвідноситься семіотичний розвиток учнів із вдосконаленням їх математичної підготовки та формуванням особистості. По-третє, спеціального аналізу потребують і ті особливості, якими мають наповнюватися методичні системи на різних етапах навчання математики з урахуванням семіотичного аспекту освітнього процесу.

У такому ракурсі головні питання теорії й методики навчання математики розглядаються вперше.

У науково-методичних дослідженнях інших вчених розглядалися лише окремі сторони проблеми навчання учнів того, як користуватися певними замінниками математичного ідеального. Зокрема, особлива увага приділялась питанням навчання учнів символічної мови математики (В.Г.Коваленко, А.М.Колмогоров, А.А. Столяр, Т.М. Хмара та ін.), використанню аналітичних, графічних та інших засобів для математизації ситуацій у процесі розв'язування сюжетних задач (О.М. Астряб, О.Г. Гайштут, С.М. Лук'янова, О.І. Островський і Б.А. Кордемський, Л.А. Сухіна, Т.М. Хмара, А.Я. Цукарь та ін.). Були розроблені рекомендації для вчителів щодо виготовлення й використання у навчанні математики наочних посібників і приладдя (М.П. Бобровник, В.Г. Болтянський, А.В. Міхалевський, Г.Ф. Олійник, О.М. Пишкало, М.О. Придатко, Н.Ю. Цейтлін, Ф.Г. Шимановська та ін.).

Однак, у роботах наших попередників не був виявлений повний спектр ЗСЗ, які можна й доцільно використовувати в ролі оболонок тих математичних абстракцій, що вивчаються в курсі математики 5–9 класів; не було розкрито специфіку кожного виду ЗСЗ та діяльності з ними, яку виконують учні й учитель у навчальному процесі з математики; залишились осторонь питання комплексного, системного й діяльнісного підходів до використання ЗСЗ у навчанні математики в основній школі; не досліджувались в єдності математична підготовка учнів й семіозис; не розглядався семіотичний аспект диференціації навчання. Крім того, в Україні дотепер цілеспрямовано не досліджувались питання формування й розвитку візуального мислення учнів у навчанні математики, його вплив на розвиток логічного мислення підлітків.

Отже, наявним є протиріччя між станом теоретичної і практичної розробленості проблеми науково обґрунтованого використання ЗСЗ у навчанні математики в основній школі й сучасними вимогами до математичної підготовки учнів 5–9 класів, їх загального і математичного розвитку, суспільними потребами в організації такого навчання, в якому особистість кожного підлітка виступає на перше місце, стає об'єктом і суб'єктом самотворення. Необхідність і можливість розв'язання цього протиріччя визначили вибір теми дослідження.

Актуальність дослідження зумовлена: соціальним запитом щодо спрямування навчально-виховного процесу в особистісне русло, необхідністю підвищення результативності навчання математики в основній школі, забезпечення загального й математичного розвитку учнів 5–9 класів; можливістю вдосконалювати методичні системи навчання за рахунок розширення меж міжгалузевого аналізу й синтезу, залучення надбань семіотики і психолого-семіотичного напрямку педагогічної психології й дидактики до аналізу ходу й результатів навчання; відсутністю цілеспрямованих досліджень в теорії і методиці навчання математики стосовно семіотичного аспекту освітнього процесу; не сформованістю єдиних, методологічно зумовлених позицій щодо призначення, змісту, будови, місця й особливостей функціонування семіотичного компонента шкільної математичної освіти; необхідністю розробки теоретичного й методичного оснащення проблеми реалізації комплексного, системного й діяльнісного підходів до використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів основної школи.

Дослідження розпочиналось відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри математики Черкаського державного педагогічного інституту імені 300-річчя возз'єднання України з Росією з теми “Удосконалення методики викладання провідних ідей математичного аналізу, геометрії та методики викладання математики”, затвердженої рішенням вченої ради ЧДПІ (протокол №4 від 22.01.1992 р.). У зв'язку з реорганізацією вищого навчального закладу дослідження продовжувалось відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри математики з тієї ж теми, затвердженої рішенням вченої ради Черкаського державного університету ім. Б. Хмельницького (протокол № 4 від 11.12.1995 р.). Після реорганізації кафедри дослідження закінчувалось відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри алгебри, геометрії та методики викладання математики з теми “Актуальні проблеми методики викладання математики в середній школі й вузі”, затвердженої рішенням вченої ради Черкаського державного університету ім. Б. Хмельницького (протокол № 2 від 21.12.1999 р.).

Тему дослідження затверджено вченою радою Черкаського державного університету ім. Б. Хмельницького (протокол № 3 від 15.11.1996 р.) у початковій редакції “Знаково-символічний компонент навчання математики в середній школі”. В остаточній редакції “Теоретико-методичні основи використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів основної школи” тему узгоджено в Раді з координації наукових досліджень у галузі педагогіки та психології в

Україні при АПН України (протокол № 4 від 11.04.2001 р.) і затверджено вченою радою Черкаського державного університету ім. Б. Хмельницького (протокол № 1 від 30.08.2001 р.)

Об'єктом дослідження виступає процес навчання математики в основній школі.

Предмет дослідження – теоретико-методичні засади використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів 5–9 класів.

Мета дослідження – розкрити зміст та функції семіотичного компонента шкільної математичної освіти, розробити концепцію науково обґрунтованого використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів основної школи та побудувати модель методичної системи її реалізації на різних етапах навчання математики в 5–9 класах.

Гіпотеза дослідження – реалізація комплексного, системного та діяльнісного підходів до використання знаково-символьних засобів у навчально-виховному процесі з математики в основній школі сприятиме підвищенню якості навчання математики, загальному і математичному розвитку учнів 5–9 класів, їх особистісному становленню, зростанню життєвої та соціальної компетентності.

Відповідно до мети й гіпотези дослідження поставлено дві групи **завдань**.

Перша група завдань пов'язана із розробкою концепції використання ЗСЗ у навчанні математики учнів 5–9 класів загальноосвітньої школи. До її складу входять завдання:

- визначити понятійно-методологічний апарат; розкрити зміст і функції семіотичного компонента шкільної математичної освіти;
- виявити стан розробленості проблеми в психолого-педагогічній, психолого-семіотичній та науково-методичній літературі; з'ясувати причини недоліків у використанні ЗСЗ і в математичній підготовці учнів основної школи;
- розробити й науково обґрунтувати концепцію комплексного, системного й діяльнісного підходів до використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів 5–9 класів.

Друга група завдань стосується практичної реалізації теоретичних положень дослідження. Цю групу складають завдання:

- виявити психолого-педагогічні та методичні основи комплексного, системного та діяльнісного підходів до використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів 5–9 класів;
- розробити компоненти методичної системи навчання математики в умовах дидактично виваженого використання ЗСЗ у процесі навчально-пізнавальної діяльності учнів;
- визначити шляхи формування й розвитку семіотичного досвіду учнів та активізації їх навчально-пізнавальної діяльності під час вивчення курсу математики основної школи;
- з'ясувати можливості використання ЗСЗ для організації пропедевтики та непрямого навчання;
- експериментально перевірити результативність пропонованої методичної системи навчання математики в умовах комплексного, системного й діяльнісного підходів до використання ЗСЗ.

Методологічною основою дослідження є теорія пізнання, загальна теорія мови й свідомості,

співвідношення матеріального та ідеального, сучасні дані фізіології щодо функціонування мозку й аналізаторних систем людини, суб'єктно-діяльнісна й культурно-історична концепції людської психіки та їх проєкції у сферу освіти, теорії особистості та її розвитку в процесі навчання і виховання, теорія спілкування, концепції системного, комплексного, діяльнісного підходів до організації навчально-виховного процесу в школі, теорії розвивального навчання та концепції його спрямування в особистісне русло, фундаментальні положення семіотики та їх проєкції у сферу освіти, теорія діяльності зі знаково-символьними засобами, дидактичні ідеї проблемного підходу до навчання, концепції диференціації, гуманізації й демократизації навчально-виховного процесу, Закони України “Про освіту” та “Про загальну середню освіту”, Державна національна програма “Освіта” (“Україна XXI століття”), Національна доктрина розвитку освіти в Україні, концепція 12-річної середньої загальноосвітньої школи, концепція математичної освіти 12-річної школи, фундаментальні положення теорії та методики навчання математики, теоретико-методичні основи комп'ютерної підтримки навчального процесу.

Для досягнення поставленої мети, розв'язання завдань, перевірки гіпотези застосовувались такі **методи дослідження**: теоретичні – аналіз філософської, психолого-педагогічної, семіотичної, навчально-методичної літератури, змісту програм, підручників і навчальних посібників з математики для учнів українських, російських та інших зарубіжних шкіл (австрійської, американської, англійської, ізраїльської, італійської, канадської, німецької, естонської); методи міжгалузевого синтезу; системно-структурний підхід; теоретичне моделювання; сходження від абстрактного до конкретного; емпіричні – вивчення та узагальнення вітчизняного та зарубіжного педагогічного досвіду, спостереження, анкетування, тестування, опитування, бесіди з учителями й учнями, педагогічний експеримент, аналіз результатів навчання та їх опрацювання за допомогою методів математичної статистики.

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що:

- вперше поставлена проблема щодо виділення семіотичного компонента шкільної математичної освіти в окрему категорію теорії і методики навчання математики;
- визначено зміст і функціональне призначення семіотичного компонента математичної підготовки учнів, його зв'язок з іншими категоріями теорії і методики навчання математики;
- розкрито діалектику зв'язків логічного і візуального в процесі опанування учнями змісту курсу математики основної школи;
- виявлено необхідність і можливість, а також шляхи й засоби цілеспрямованого формування візуального мислення підлітків, збагачення їх візуально-оперативного досвіду як важливої основи й передумови гармонійного розвитку логічного мислення під час вивчення математики в 5–9 класах;
- теоретично та експериментально обґрунтовано можливість розширити сферу впливів на процес

формування математичних знань, навичок й умінь учнів за рахунок дидактично виваженої організації пропедевтики і непрямого навчання;

- розроблено методологічні й методичні основи використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів 5–9 класів;
- конкретизовано принцип максимізації різноманітності особистості учнів стосовно навчання математики в основній школі.

Теоретичне значення дослідження полягає у наступному:

- концептуально обґрунтовано необхідність перебудови навчального процесу з математики в основній школі на базі комплексного, системного й діяльнісного підходів до використання знаково-символьних засобів фіксації навчального математичного змісту;
- розроблено понятійний апарат нової наукової категорії теорії та методики навчання математики – семіотичного компонента шкільної математичної освіти;
- розширено науковий предмет теорії і методики навчання математики таким об'єктом наукового аналізу, як діалектична єдність змістового й знаково-символьного компонентів об'єктів засвоєння шкільного курсу математики;
- розроблено основні положення теорії конфліктів між логічним і візуальним у процесі засвоєння учнями математичних знань, навичок і вмінь;
- стрижневі завдання навчання математики в школі розширено завданням формування діяльності учнів зі знаково-символьними засобами та їх цілеспрямованого семіотичного розвитку під час вивчення шкільного курсу математики;
- теоретично і практично доведено необхідність диференціації змісту й засобів навчання не лише за логічною, але й візуальною основою;
- розроблено теорію змістово-графічних інтерпретацій геометричних понять і фактів як засобів навчання, що частково реалізована у відповідних навчальних посібниках з геометрії для учнів 7–9 класів;
- побудовано модель методичної системи навчання математики в основній школі у контексті проблеми дослідження.

Практичне значення роботи визначається тим, що:

- отримані результати дозволяють сформулювати наукові основи використання ЗСЗ у навчанні математики в 5–9 класах загальноосвітньої школи, здійснити нові підходи до побудови процесу навчання учнів математики;
- розроблено методичні рекомендації для вчителів, методистів, авторів підручників і посібників щодо планування й організації навчального процесу з математики в основній школі та вдосконалення засобів навчання у контексті проблеми дослідження;
- запропоновано принципи добору математичних задач з метою побудови їх диференційованої

системи з урахуванням семіотичного аспекту;

- створено пакети візуальних задач для застосування на різних етапах навчання математики в основній школі;
- розроблено систему діагностики, контролю та оцінювання результативності навчально-виховного процесу в контексті проблеми дослідження;
- виявлено напрями удосконалення прийомів використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів основної школи.

Вірогідність одержаних результатів та їх обґрунтованість забезпечуються: методологією вихідних позицій дослідження; відповідністю методів дослідження його меті й завданням; репрезентативністю вибірки; різнобічною апробацією основних положень дослідження в педагогічному експерименті та впровадженням розробленої методичної системи в практику роботи масової школи (через відповідні посібники для учнів і вчителів, що видані масовим тиражем); обговоренням і схваленням теоретичних положень та конкретних результатів дослідження на численних конференціях і семінарах науковців, методистів та вчителів.

Апробація і впровадження результатів дослідження. Основні результати дослідження доповідались на Міжнародних конференціях “Евристичні методи у навчанні математики” (Донецьк, 1997, 2000), “Асимптотичні методи в теорії диференціальних рівнянь”: Секція методики навчання математики (Київ, 2002); Міжнародному науково-практичному семінарі “Диференціація навчально-пізнавальної діяльності учнів у процесі вивчення математики в умовах освітнього стандарту” (Херсон, 2000); Всеукраїнських конференціях “Сучасний стан і перспективи шкільних курсів математики та інформатики у зв’язку з реформуванням у галузі освіти” (Дрогобич, 2000), “Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях студентської молоді” (Черкаси, 2000), “Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики” (Кривий Ріг, 2001, 2002), “Алгебраїчні методи дискретної математики (теорія та методологія)”: Секція методики навчання математики (Луганськ, 2002); Міжвузівських конференціях “Соціально-політичний портрет сучасного молодого спеціаліста” (Умань, 1992), “Формування інтелектуальних умінь учнів в процесі вивчення математики та інформатики” (Суми, 1995), “Інтеграція науки у систему підготовки учителів” (Черкаси, 1995); Тринадцятій науковій сесії Наукового товариства ім. Т. Шевченка у Черкасах (Черкаси, 2002); Науково-методичній конференції “Педагогічні технології організації навчально-виховного процесу в закладах нового типу” (Суми, 2000); Республіканському науково-методичному семінарі (Київ, 1998, 2001); семінарах керівників методоб’єднань вчителів математики м. Черкаси й Черкаської області (1992-2002); семінарі вчителів математики Тернопільської області (Тернопіль, 2000); курсах підвищення кваліфікації вчителів математики м. Черкаси й Черкаської області (1992-2002); засіданнях творчих груп вчителів, які були створені здобувачем і працювали під його керівництвом на базі Черкаського обласного інституту післядипломної освіти

педагогічних працівників та Черкаського міського методичного кабінету (1995-2002); засіданнях кафедр математичного факультету Черкаського державного університету ім. Б. Хмельницького (до 6.10.1995 р. – Черкаського державного педагогічного інституту ім. 300-річчя возз'єднання України з Росією).

Результати дослідження впроваджені в практику роботи загальноосвітніх шкіл м. Черкаси (довідка № 42 від 21.03.2003р.), м. Кам'янка і Кам'янського р-ну Черкаської області (довідка №274 від 17.04.2003р.), м. Сміла (довідка №39 від 12.03.2003р.) і Смілянського р-ну Черкаської області (довідка №37 від 12.03.2003р.), Городищенського р-ну Черкаської обл. (довідка №688 від 24.03.2003р.), Лисянського р-ну Черкаської обл. (довідка №367 від 18.04.2003р.), Черкаського р-ну Черкаської обл. (довідка №45 від 4.03.2003р.), Чигиринського р-ну Черкаської обл. (довідка №215 від 24.03.2003 р.), Чернобаївського р-ну Черкаської обл. (довідка №235 від 3.03.2003 р.), Уманського р-ну Черкаської обл. (довідка №626 від 16.05.2003р.), ЗОШ № 8 м. Суми (довідка №97 від 3.10.2003 р.). Впровадження результатів дослідження у школах м. Черкаси й Черкаської області здійснювалось за сприяння Черкаського обласного інституту післядипломної освіти педагогічних працівників (довідка №59 від 5.03.2003 р.). Розширення меж впровадження результатів дослідження забезпечено виданням масовими тиражами навчальних і методичних посібників для учнів і вчителів основної школи, які розроблені здобувачем.

Результати дослідження використовуються у лекційних курсах з методики навчання математики, спецкурсах і спецсемінарах, які читаються у Черкаському державному університеті ім. Б. Хмельницького; втілені у робочих програмах і методичних матеріалах із названих дисциплін, з педагогічної практики студентів.

Публікації. Результати дослідження опубліковано в 50 роботах загальним обсягом 120,86 д.а. Серед них 1 монографія (25,63 д.а.), 9 навчальних і методичних посібників для учнів шкіл, вчителів математики і студентів (78,36 д.а.), 9 статей (5,82 д.а.) у наукових журналах, до складу яких входять 5 статей, опублікованих за кордоном, 15 статей (8,61 д.а.) – у збірниках наукових праць, 16 робіт (2,44 д.а.) – у матеріалах і тезах конференцій.

Серед опублікованих книг 5 навчальних посібників мають гриф Міністерства освіти і науки України “Рекомендовано”.

Особистий внесок здобувача полягає у визначенні понятійно-методологічного апарату, концепції, науково-теоретичних і методичних положень дослідження. Разом із співавторами, більшість з яких є аспірантами і дипломниками здобувача, опубліковано 2 посібники (дисертантом особисто написано 6,5 д.а. та здійснювалось загальне редагування), 1 стаття (особистих 0,2 д.а.), 7 матеріалів і тез до конференцій різних рівнів (особистих 0,7 д.а.). Крім того, у посібниках, наукових статтях, матеріалах і тезах до конференцій, написаних у співавторстві, доробок здобувача полягає у визначенні загальної ідеї, теоретичному аналізі проблеми, узагальненні експериментальних даних,

формулюванні висновків. Надані в дисертації результати теоретичних і практичних досліджень та висновки належать виключно автору.

Структура роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації становить 630 сторінок. Основний зміст дисертації викладено на 413 сторінках. В основному змісті дисертації наведено 111 рисунків і 28 таблиць різних розмірів, які загалом займають 21 і 14 сторінок відповідно. Список використаних джерел (722 найменування) розміщено на 55 сторінках, 16 додатків – на 130 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено його об'єкт, предмет, мету, завдання, методологічну основу й методи дослідження, наукову новизну, теоретичне і практичне значення, наведено відомості щодо апробації та впровадження результатів, отриманих у ході дослідження.

У **першому розділі** дисертації розкриваються методологічні основи використання ЗСЗ у навчанні математики учнів основної школи. Науковими засадами для їх розробки виступають положення сучасних державних документів і літературних джерел щодо стратегічних завдань реформування загальноосвітньої школи, гносеологічних основ навчання, сутності комплексного, системного й діяльнісного підходів до організації навчально-виховного процесу в школі.

Згідно із даними психолого-педагогічної науки, для формування особистості учнів підліткового віку важливим є така організація навчання, коли: інтелектуальна й мотиваційно-потребніска сфери учнів розвиваються начебто нарівні при деякому випередженні першої (Л.С.Виготський, Г.С.Костюк, В.В. Рибалка та ін.); забезпечується внутрішнє стимулювання пізнавальної діяльності шляхом розвитку пізнавальних потреб, інтересів і мотивів учіння (М.Й. Боришевський, І.В.Дубровіна, А.К.Маркова та ін.); здійснюється становлення позитивної, мажорної Я-концепції підлітків; розкривається й використовується суб'єктний досвід кожного учня (М.О. Алексєєв, І.Д. Бех, Є.В. Куканова, В.В. Серіков, В.О.Татенко, І.С.Якиманська та ін.); формуються особисто значущі способи пізнання шляхом організації цілісної навчально-пізнавальної діяльності (В.В.Давидов, Д.Б. Ельконін, Л.В. Занков та ін.); залучається значний потенціал сфери несвідомого школярів (О.Б. Федоришин, Д.М. Узнадзе, Т.С. Яценко та ін.). Нами встановлено, що у навчанні математики остання вимога може реалізуватися через різні форми пропедевтики й непрямого навчання.

Важливими у контексті проблеми дослідження виявились дані сучасної психофізіології щодо особливостей функціонування мозку й аналізаторних систем підлітків (В.С.Лизогуб, М.В.Макаренко, А.І.Поручинський, В.С. Ротенберг і С.М. Бондаренко, А.Г. Хрипкова та ін.). Від-

повідно до них, в учнів підліткового віку спостерігаються вищі швидкості опрацювання даних структурами правої півкулі головного мозку; провідним, в основному, є наочно-образне мислення, що наближається до оперування образами-категоріями. Такі образи виявляються значно багатшими, аніж сконцентроване в понятті логізоване знання (М.Л. Смульсон), тим більше тоді, коли словесно-логічне мислення ще не є досконалим, а знаходиться у стадії становлення.

Оперування візуальними образами пов'язане з візуальним мисленням людини (Р.Арнхейм, Р.Грегори, В.П.Зінченко, В.В.Петухов, О.Плигін, С.Д. Смирнов, В.М. Розін, В.В. Шергіна, М.С. Шехтер, Н.О. Резник та ін.). Воно полягає у сприйнятті змісту, поданого в зоровій модальності, минаючи стадію вербалізації, породженні нових візуальних образів, конструюванні нових візуальних форм, які роблять видимим зміст цих образів та виводять назовні логічні взаємозв'язки поміж ними. Саме у підлітковому віці формування й розвиток візуального мислення учня може виступити тим містком, який забезпечить ґрунтовне навчання математики на основі залучення й несуперечливого функціонування коркових формацій обох півкуль головного мозку.

Спираючись на дані семіотики (М.М.Бахтіна, Ф. ДеСоссюр, Е.Кассирера, О.Ф. Лосева, Ч.Морриса, Ч.Пірса, Ю.С. Степанова та ін.), психолінгвістики (І.О. Зимньої, О.С. Кирилюка, Г. Клауса, О.О. Леонтєва, В.В. Налімова та ін.), психолого-семіотичного напрямку педагогічної психології й дидактики (А.О. Веряєва, Л.С. Виготського, М.В. Гамезо, Б.Ф. Ломова, Ж. Піаже, В.Ф. Рубахіна, Н.Г.Салміної та ін.), у першому розділі дисертації визначається основний категоріально-методологічний апарат дослідження. Зокрема, розкриваються: сучасне трактування поняття знаково-символьних засобів і поняття діяльності зі знаково-символьними засобами; роль ЗСЗ і ДЗСЗ у процесі навчання; психолого-семіотична класифікація ЗСЗ; семіотичні особливості чотирьох видів ДЗСЗ – заміщення, кодування, схематизації та моделювання (за Н.Г.Салміною). Ззначається, що у процесі навчання ЗСЗ виконують заміщувальну, пізнавальну та комунікативну функції; з їх допомогою утворюється інформаційна основа навчальної діяльності школярів (В.Д. Шадриков, П.А. Гончарук та ін.); вони виступають не тільки носіями суспільно-історичного досвіду і знань, але й матеріальними посередниками спілкування в усіх його проявах (Б.Ф.Ломов, Т.С.Яценко та ін.).

Сутність, основні завдання та умови реалізації семіотичного підходу в освіті ґрунтуються на теоріях навчання і розвитку Л.С. Виготського та його послідовників, Ж. Піаже та ін. Згідно з цими теоріями, усвідомлення дитиною себе у світі збігається з процесом опанування умовностей, через які цей світ пізнається. Відтак розпочинається становлення семіотичного досвіду дитини, закладається підґрунтя для урізноманітнення її особистості. Зокрема, цьому сприяє мовний розвиток, завдяки якому в людини формується спроможність виражати й збагачувати себе, залучаючи до цього загальнолюдські надбання. У процесі навчання через засвоєння різних засобів фіксації навчального змісту та способів оперування ними розширюється семіотична сфера учнів. Це має безпосередній

вплив на формування й розвиток особистості школярів. Згідно з А.О. Веряєвим, освіта є стимульований засобами семіотики процес самоорганізації особистості. У свою чергу, збагачення семіотичного досвіду школярів, формування в них широкого тезаурусу в межах певної галузі знань, урізноманітнення можливостей для особистісних проявів при вивченні певного шкільного предмета є необхідною передумовою ефективного навчання. Отже, **принцип максимізації різноманітності особистості учнів** має виступати одним із основних дидактико-методологічних принципів формування змісту освіти й організації навчально-виховного процесу в школі.

Однак зміст окремо взятих шкільних дисциплін разом з усталеними для відповідних наукових галузей способів його фіксації створюють принципово різні умови для розкриття й самореалізації особистості учнів, формування в них позитивної, мажорної Я-концепції (М.О. Алексеев та ін.). Головна особливість навчання математики, на наш погляд, полягає у тому, що зміст її об'єктів засвоєння має однозначний контекст. Інтерпретація змісту та його застосування можуть бути або правильними, або неправильними – третього не дано. Через це кількість “ступенів свободи” особистості учнів у навчанні математики об'єктивно не може бути такою самою, як при вивченні інших шкільних предметів. Отже, нагальним для теорії і методики навчання математики є з'ясування питань про те, чи можливе забезпечення різноманітності особистості учнів у світі шкільної математики; за рахунок чого воно може здійснюватися; як, якими шляхами й засобами навчання математики наповнюватиметься для учнів особистісним смислом і значущістю.

Реалізація основних функцій шкільної математичної освіти (власне математична освіта; освіта за допомогою математики; спеціалізуюча функція навчання математики) передбачає визначення відповідного змісту навчання, його обсягу та смислової ємності, структури й рівня узагальненості тощо. В основній школі вивчається загальноосвітній курс математики й розпочинається поглиблене вивчення курсу математики. З огляду на принцип максимізації різноманітності особистості учнів, актуальною потребою стає **забезпечення максимального вичерпування учнями змісту навчання**, який би курс математики вони не опановували. З цією метою детально аналізуються особливості основних об'єктів засвоєння курсу математики 5–9 класів – математичних понять, фактів і способів діяльності. З методичних позицій розглядаються контрприкладні до цих об'єктів засвоєння, розкривається їх призначення у математичній підготовці учнів основної школи, пропонуються способи їх конструювання.

У руслі семіотичного підходу до освіти основні пріоритети в організації навчання математики, яке спрямоване на розвиток особистості учнів 5–9 класів, ми пов'язуємо з наступним: забезпеченням об'єктивної доступності й суб'єктивного розуміння учнями змісту навчального матеріалу, що є передумовою його повноцінного опанування школярами; цілеспрямованим семіотичним розвитком учнів, їх загальної здатності до комунікації як необхідного компонента ефективної математичної підготовки й основи для максимізації різноманітності особистості; активізацією пізнавальної дія-

льності школярів в усіх її аспектах.

Другий розділ дисертації присвячено розкриттю змісту нової категорії теорії і методики навчання математики – семіотичного компонента шкільної математичної освіти. Проектування гносеологічних, семіотичних і психолого-педагогічних знань у сферу математичної освіти школярів дозволило нам виділити повний спектр ЗСЗ, придатних для використання у навчанні математики в 5-9 класах загальноосвітньої школи. Детально розкрито змістові й семіотичні особливості вербальних і невербальних ЗСЗ, виділено специфіку ДЗСЗ учнів при вивченні курсу математики основної школи.

Згідно з психолого-семіотичною класифікацією (за Н.Г.Салміною), до вербальних ЗСЗ відносять: природну мову; штучну мову певної галузі знань; знакові системи, що забезпечують прямий переклад звукової мови (азбука Морзе та ін.); іконічні мовні засоби, наприклад, піктограми. Клас невербальних засобів поділяють на такі види: просторові іконічні ЗСЗ (двовимірні та тривимірні); просторові довільні ЗСЗ (двовимірні та тривимірні); сутнісні іконічні ЗСЗ; сутнісні довільні ЗСЗ; людські дії як ЗСЗ (іконічні та довільні).

Нами встановлено, що, з огляду на дидактичне призначення вербальних і невербальних ЗСЗ у навчанні математики та особливостей розуміння учнями змісту, загорнутого в ці оболонки, як окремі засоби доцільно розглядати наступні їх різновиди (рис. 1).

Групу *вербальних* засобів фіксації математичного змісту, придатних до використання у шкільному курсі, представляють: об'єктні тексти (означення понять, формулювання математичних фактів і способів діяльності, чи описи, що заміняють строгі формулювання); термінологія шкільного курсу математики (номінативна й допоміжна); символіка (буквено-цифрова, окремі предстваники символіки теорії множин і математичної логіки); змістово-аналітичні інтерпретації математичних понять, фактів і способів діяльності, що набувають вигляду формалізованих математичних речень (виразів, рівнянь, нерівностей тощо); навчальні тексти, в яких подано зміст певної локальної теорії курсу математики; тексти задач; тексти запитань; піктограми і записи з елементами піктографії.

У групі *невербальних* засобів фіксації математичного змісту, враховуючи їх дидактичне значення, доцільно розрізняти: зображення геометричних фігур, серед яких є як візуально вірогідні, так і візуально спотворені зображення, а також графічні та змістово-графічні інтерпретації інших математичних понять, фактів і способів діяльності; таблиці, діаграми, схеми, схематичні графіки як засоби структурованого відображення сутності; аналітичні конфігурації (позиційовані записи текстів формулювань і математичних речень), а також змістові, візуальні, змістово-візуальні акценти; реальні предмети, що використовуються у функції заміників, а також макети й конструкції, які за наявності модельних ситуацій виступають у навчальному пізнанні моделями об'єктів, явищ і подій реального світу; пластичне відображення сутності математичного поняття, факту чи способу дія-

льності (наприклад, перпендикулярності прямих, монотонності функції); ілюстрації різних видів, зокрема, навчальні (опорні, рівнозначні й супровідні) та декоративні. Також встановлено, що, у навчанні математики доцільно окремо розглядати ті ЗСЗ, що виступають для учнів об'єктами засвоєння, і ті ЗСЗ, які, здебільшого, виконують супровідну роль у ході навчання.

Рис. 1. Різновиди знаково-символьних засобів.

Оскільки знаково-символьні засоби є не тільки носіями змісту, але й знаряддями пізнання (Л.С. Виготський та ін.), то оперування ними є необхідною складовою навчальної діяльності учнів. При вивченні математики кожний вид ДЗСЗ (заміщення, кодування, схематизація, моделювання) має свою специфіку, яку необхідно враховувати при побудові навчального процесу. Розглядаються такі різновиди ДЗСЗ: заміщення у широкому сенсі (використання заміників у кодуванні, схематизації та моделюванні) та у вузькому сенсі (функціональне використання ЗСЗ замість реальності, яку вони позначають); кодування у ситуативному призначенні (переклад реальності чи тексту, який описує реальність, на мову ЗСЗ) та в цільовому призначенні (формування в учнів знань як кодових структур та вмінь оперувати ними); декодування даних у тексті, створеному засобами природної мови (читання) та засобами формалізованої мови математики чи піктографії (розшифрування); декодування невербальних даних зі словесним супроводом чи без нього; перекодування; схематизація на різних етапах навчання, коли використовуються відомі учням схеми діяльності (вербальні, невербальні, фантомні); схематизація з опорою на тільки-но створені схеми; математичне моделювання на шкільному рівні; метамоделювання; складене моделювання. У дисертації розкриваються особливості усіх наведених різновидів ДЗСЗ.

Спираючись на діалектику зв'язків між змістом і формою (Гегель), нами виявлено сутність та роль діалектичної єдності логічного й візуального у математичній підготовці учнів, побудовано основи теорії конфліктів між логічним і візуальним. Зокрема, виділено типи і види таких конфліктів, показано їх вплив на хід і результати навчання математики. До першого типу віднесені об'єктивно зумовлені конфлікти, які виникають при первісному кодуванні нового для учнів навчального математичного змісту. До другого типу належать ті конфлікти, що не є об'єктивно зумовленими. Вони можуть виникнути як при декодуванні змісту (і тут їх стільки різновидів, скільки використовується різних ЗСЗ), так і при його перекодуванні (серед цих конфліктів поширеними є десять різновидів). Також аналізується сутність змістових та знаково-символьних аналогій, їх роль у навчанні математики, виділяються конфліктні й безконфліктні аналогії.

У даному розділі дисертації подано авторську **концепцію** комплексного, системного та дія-

льнісного підходів до використання ЗСЗ у навчанні математики учнів основної школи. Її головні положення полягають у наступному.

1. В організації навчання провідним компонентом виступає діяльність учіння. У структурі учіння виділяють два макрокомпоненти (І.І. Ільєсов) з'ясування змісту (сприймання, осмислення) та його відпрацювання (закріплення, застосування). Два макрокомпоненти учіння функціонують майже синхронно, але з певним випередженням у часі першого з них. Навчання має будуватися так, щоб не суперечити основним законам й закономірностям діяльності учіння, максимально врахувати особливості її протікання.

2. У ході навчання вибудовується певний простір з'ясування змісту навчального матеріалу, який можна трактувати як деякий суб'єктивний тривимірний простір. Його вісі: зміст навчання та його знаково-символьні оболонки, через які утворюється зоровий ряд навчання; пізнавальна активність учня; керівна діяльність вчителя, що здійснюється через постановку цілей, вибір і застосування тих чи інших методів, прийомів, організаційних форм і засобів навчання. Від того, наскільки гармонійним є простір з'ясування, наскільки узгоджено функціонують у навчальному процесі три його компоненти, залежить реалізація головного завдання математичної освіти школярів створення найсприятливіших умов для навчання, загального і математичного розвитку учнів та їх особистісного зростання.

3. У навчальній діяльності учнів під час вивчення математики на різних її етапах застосовуються не тільки окремі види ЗСЗ, але й їх комплекси. ЗСЗ виступають як об'єктами навчальної діяльності учнів, так і її засобами. Опанування ними є однією з психологічних передумов інтелектуального розвитку учнів (Л.С. Виготський, О.Р. Лурія та ін.). Однак, про розвивальну роль ЗСЗ можна говорити лише за умов, коли вони стають для учнів значущими формами. Отже, забезпечення реалізації діалектичної єдності змісту й форми навчального матеріалу має виступати провідним завданням теоретичного і методичного оснащення процесу навчання математики в школі. У цьому ми вбачаємо головне завдання комплексного підходу до використання ЗСЗ у навчанні.

4. Спроможність учнів оволодівати діяльністю зі знаково-символьними засобами закладено у первісній здатності людської психіки до розвитку. В свою чергу, реалізація такої спроможності, формування повноцінної ДЗСЗ через навчання виступає одним із факторів подальшого розвитку психіки учня, її символічної функції як узагальненої здатності розділяти зміст та форму його вираження, визначати тип зв'язку між ними, аналізувати зміст через його форму, оперувати ЗСЗ та перетворювати їх (Л.С. Виготський, О.Р. Лурія, Ж. Піаже, В.М. Розін та ін.). У цьому ми вбачаємо сутність і головні завдання діяльнісного підходу до використання ЗСЗ у навчанні.

5. Сутність системного підходу до використання ЗСЗ ми вбачаємо у створенні адекватних, об'єктивно рівноцінних умов навчання й розвитку учнів підліткового віку на основі врахування особливостей сприймання й опрацювання даних різними категоріями учнів. Його реалізацію на

практиці потрібно розглядати як систему, що носить всеохоплюючий характер та має складну ієрархічну будову. Інваріантна складова цієї системи стосується конструювання змісту математичної освіти разом із відбором способів його фіксації, побудови основних носіїв навчального математичного змісту та засобів навчання математики. За її рахунок вирішуються питання створення рівних стартових умов навчання й розвитку школярів із різними когнітивними можливостями. Варіативну складову системи ми пов'язуємо із безпосередньою організацією навчально-виховного процесу. У її межах вирішуються питання щодо забезпечення умов для вільного, психологічно комфортного життя учнів у світі умовностей шкільної математики, для їх ефективного просування у навчанні та розвитку.

У **третьому розділі** дисертації розкриваються психолого-педагогічні основи методики навчання математики в 5–9 класах в умовах комплексного, системного та діяльнісного підходів до використання ЗСЗ.

Дидактично виважене використання ЗСЗ у навчанні математики учнів основної школи та цілеспрямоване формування семіотичних умінь учнів створює міцне підґрунтя для того, щоб надати процесу навчання особистісного забарвлення. Проте реалізація цього потенціалу можлива лише за умов внесення певних змін до тих підходів, що традиційно використовуються при побудові методичної системи навчання. Цільову, змістову та організаційну складові методичної системи потрібно будувати з урахуванням специфіки семіотичного компонента курсу математики основної школи та особливостей формування семіотичного досвіду учнів 5–9 класів.

Одним із основних завдань навчання математики в основній школі залишається завдання забезпечення позитивних зрушень у мотивації учіння школярів та створення умов для прояву активності учнів на самих високих її рівнях. Психолого-педагогічні основи для цього закладає цілеспрямована реалізація принципів розвивального навчання. При цьому особливого значення набувають принцип свідомості у навчанні та принцип доступності.

Математичні поняття, факти, способи діяльності та їх системи, що утворюють локальні математичні теорії шкільного курсу математики, у результаті опанування учнями поповнюють їх особистий досвід комплексом знань, навичок і вмінь. Дієвість такого комплексу проявляється у спроможності учнів без надмірних енерговитрат розпізнавати ситуації, де має застосовуватися саме ця частка особистого досвіду, вичерпувати зміст навчального матеріалу та перетворювати його. Головною передумовою для цього виступає формування знань учнів як конструктів, а необхідним етапом – організація діяльності кодування у його цільовому призначенні. При цьому важливо ширше залучати потужні можливості візуального мислення учнів, яке дозволяє вичерпувати необхідний зміст поза його вербалізацією.

Початковим етапом процесу формування поняття, вивчення математичного факту чи способу діяльності є введення відповідного об'єкта засвоєння (побудова конструкта “приклад контрпри-

клад” та розкриття його змісту). На цьому етапі реалізується такий макрокомпонент учіння, як “з’ясування”. Навчання будується за схемами, які відображають сутність і структуру абстрактно-дедуктивного і конкретно-індуктивного методів. Реалізація цих схем у навчальному процесі дозволяє побудувати процедуру введення об’єкта засвоєння за типом теоретичного або емпіричного узагальнення відповідно. У структурі кожної схеми традиційно виділяють ряд етапів, що розрізняються за цілями, характером розумової діяльності учнів і способами її організації. Повноцінне застосування на уроках математики зазначених схем є необхідним, але недостатнім кроком. Не менш важливою є правильна організація ДЗСЗ учнів, зміст якої залежить як від типу схеми, так і етапу її реалізації.

Другий макрокомпонент діяльності учіння (відпрацювання знань, навичок і вмінь) функціонує під час розв’язування задач на застосування понять, фактів і способів діяльності. Саме тут ЗСЗ із об’єктів навчально-пізнавальної діяльності учнів перетворюються на її знаряддя. Отже, основну увагу треба приділити запобіганню утворення спайок змісту і форми в досвіді учнів, вчасно коригувати виявлені недоліки у математичній підготовці школярів, проводити профілактику можливих помилок учнів. Окремої методичної пильності потребує формування в учнів фонду знань-заборон. Правильна організація заміщення, кодування (декодування), схематизації та моделювання на цьому етапі є однією з передумов результативного навчання й розвитку особистості школярів.

Диференціація змісту навчання та вимог до результатів його засвоєння учнями, відкрите пред’явлення диференційованих цілей, надання учням можливостей добровільно вибирати рівень навчання й звітності виступають одними з головних факторів наповнення процесу навчання особистісним смислом і значущістю. Для реалізації поставленого завдання нами розроблена відповідна методична схема підготовчої роботи вчителя: проведення детального аналізу змісту навчального матеріалу і задач на предмет їх диференціації; розробка системи вимог до результатів навчання; побудова дидактично вираженого комплексу задач, в якому диференціація здійснюється за двома основами – за складністю змістового та знаково-символьного компонентів задач.

Вибір певного методу навчання (пояснювально-ілюстративного, репродуктивного, проблемного, частково-пошукового, дослідницького) доцільно здійснювати на основі логіко-математичного аналізу навчального матеріалу та цілей його вивчення. Важливим є раціональне поєднання репродуктивної і творчої діяльності учнів. В аспекті використання ЗСЗ головними критеріями у виборі методу навчання мають бути: забезпечення мінімізації конфліктів між логічним і візуальним; ефективність формування кодових структур знань і дій, у тому числі спроможність запобігати утворенню спайок змісту й форми в особистому досвіді учнів; створення умов для самостійної ДЗСЗ.

Під час вибору організаційних форм навчання (загальних і конкретних) доцільно враховувати наступне. У загальних організаційних формах (фронтальній, груповій, індивідуальній) здійсню-

ється головне дидактичне відношення зв'язок і взаємодія викладання, учіння й змісту освіти. Проте загальні форми організації навчання існують тільки в конкретних формах (урок та різноманітні позаурочні форми) і реалізуються тільки через них. При цьому домашні завдання мають розглядатися як невіддільна частина усього навчального процесу (В.Ф. Паламарчук).

У контексті проблеми використання ЗСЗ реалізація єдності уроку й домашньої роботи учнів набуває особливого звучання. У тих випадках, коли домашня робота виступає змістовим продовженням роботи на уроці, доцільно, щоб вони відбувалися в єдиному семіотичному просторі. Для забезпечення результативності домашньої роботи учнів необхідно, щоб на уроці були мінімізовані конфлікти між логічним і візуальним, варіювались оболонки об'єктів засвоєння, ДЗСЗ було виведено на певний рівень самостійного виконання. Коли ж у домашню роботу виноситься самостійне вивчення певної порції навчального матеріалу, або ж коли виконання домашнього завдання вимагає дальнього перенесення знань, тоді основне навантаження в організації навчання перекладається на підручник та відповідні навчальні посібники. Отже, для ефективної організації роботи учнів важливо, щоб у цих засобах навчання їхній семіотичний компонент будувався з урахуванням зазначених вимог.

У навчанні математики в школі використовуються не тільки матеріальні засоби навчання (підручники, навчальні посібники, обладнання, комп'ютери тощо), але й моторні (проведення дослідів, показ практичної діяльності) та інтелектуальні засоби. До інтелектуальних засобів навчання математики ми відносимо: загальнолюдський досвід і знання, що втілюються у змісті навчання та відомостях про способи його пізнання й опанування; різноманітні історично вироблені знаково-символьні засоби фіксації змісту та діяльності з ними; запитання, вправи і задачі як засоби керування учінням школярів; індивідуальний набір пізнавальних засобів комплекс наявних в кожного учня знань, навичок і вмінь загальнонавчального й суто предметного характеру, у тому числі математичний тезаурус учня. Його формуванню доцільно приділяти спеціальну увагу, оскільки від ємності тезаурусу школяра залежить його спроможність правильно виражати думку математичного змісту, використовуючи різні ЗСЗ, та за різними оболонками убачати, однаковий чи різний зміст у них вкладено.

У дослідженні встановлено, що за рахунок організації спеціального навчання (у фоновому режимі) стає можливим формування певних уявлень і деяких математичних передзнань учнів, випереджальне вироблення в них навичок і вмінь. Навчання у фоновому режимі здобуває характер або пропедевтики (підготовки до вивчення в наступному явних для учнів об'єктів засвоєння), або непрямого (опосередкованого) навчання. Пропедевтика як відносно самостійний процес, який випереджає процес формування знань в активному режимі, виконує обслуговуючу роль. Продукт пропедевтики, як правило, є проміжним результатом навчання, що знаходить свій розвиток і конкретизацію в наступному циклі навчання в активному режимі. Отже, процес пропедевтики є частково

завершеним. Процес непрямого навчання стосується опанування неявних об'єктів засвоєння. На відміну від пропедевтики, цей процес є цілком завершеним. Його продукт уявлення учнів, їхні знання й уміння певної якості, створюються усередині нього. З одержанням необхідного результату процес керованого непрямого навчання завершується. Оскільки неявні для учнів об'єкти засвоєння (основні чи додаткові) не виводяться на рівень вербалізації, провідним методом навчання у фоновому режимі є метод доцільних задач, а основним засобом система спеціальних завдань. Причому, особливу роль тут відіграють візуальні вправи і задачі.

У **четвертому розділі** дисертації подано методичну систему навчання учнів діяльності зі знаково-символьними засобами у процесі вивчення математики в 5–9 класах.

В організації діяльності заміщення треба враховувати наступне. Щонайперше, через заміщення будується зоровий ряд навчання й створюються умови для повноцінного сприйняття й осмислення учнями змісту нових знань. Отже, замітники, що передають форму предметів, а також аналітичні конфігурації, в яких за рахунок певного позиціонування вербальних елементів також створюється певний зоровий ряд, мають відповідати вимогам наочності. Нові терміни, символи, об'єктні тексти, піктограми та невербальні ЗСЗ доцільно вводити з урахуванням вимоги вмотивованості.

Відпрацювання знань, навичок і вмінь передбачає самостійне виконання учнями діяльності заміщення. Але, якщо вчитель не продемонстрував основні еталони такої діяльності, не показав приклади неправильного використання заміників та не розкрив наслідки, до яких можуть призвести такі помилки, тоді під певною загрозою опиняються і правильний вибір учнями потрібних заміників, і їх свідоме використання. Отже, діяльність заміщення, яку виконують учитель й учні, має будуватися на основі процедур зіставлення й протиставлення “правильних” заміників (прикладів об'єктів засвоєння) і “неправильних” заміників (контрприкладів до об'єктів засвоєння). Парне використання таких заміників, при якому підкреслюються протилежності їх змісту та відмінності у їх формі, слугує запобіганню помилок учнів у подальшому навчанні.

Кодування – це вид ДЗСЗ, що полягає у перекладі реальності (чи тексту, який описує реальність) на знаково-символьну мову й у подальшому декодуванні змісту. Переходи до різних видів вираження навчального змісту є необхідним компонентом теоретичного мислення, вони сприяють відокремленню форми від змісту, а значить забезпечують повноцінне засвоєння знань. На відміну від заміщення, кодування може здійснюватися не тільки ситуативно. Його головну функцію (цільове призначення) ми вбачаємо у формуванні в учнів кодових структур знань та вмінь оперувати ними. Оболонка кодової структури нового для учнів знання створюється під час введення поняття, факту чи способу діяльності. У цей же час в основному розкривається ядро цієї структури й виконуються перші кроки на шляху утворення її оператора. Наступні кроки формування кодових структур нових знань відбуваються під час їх закріплення й застосування, тобто в процесі

розв'язування задач. У цей період діяльність кодування у його цільовому призначенні тісно переплітається із діяльністю кодування у його ситуативному призначенні.

Сутність декодування полягає в тому, щоб якомога правильніше розпізнати зміст, поданий через ЗСЗ. Якщо декодується зміст, загорнутий у мовну оболонку, маємо діяльність, яку називають читанням. Загальновідомим є факт, що читання текстів відбувається як промовляння (у зовнішній чи внутрішній мові). Ось чому таке важливе значення має слово вчителя у навчальному процесі (Л.В. Занков, Л.Я. Зорина та ін.). У ході пояснення навчального матеріалу вчитель структурує, деталізує, перетворює його, виводить назовні головне і другорядне, розставляючи необхідні акценти за допомогою пауз, наголосів, інших засобів звукового оформлення тексту. У самостійному читанні учні повинні виконати усі ці дії власноруч. Отже, цього треба спеціально навчати школярів.

Невербальні ЗСЗ створюють принципово іншу ситуацію під час декодування поданого через них змісту. Відомо, що графічне сприймається одномоментно й цілісно, начебто схоплюється, минаючи процеси вербалізації. Саме на цьому ґрунтується використання немовних ЗСЗ у супроводжувальній функції як способу унаочнення. Проте у шкільному курсі математики невербальні ЗСЗ використовуються й у функції самостійних носіїв змісту. У такому випадку словесний супровід декодування нерідко слугує способом виведення назовні всіх особливостей змісту, загорнутого у немовну оболонку. У декодуванні невербальних даних значну роль відіграє візуальне мислення. Його вплив є особливо вагомим у навчанні геометрії.

Будь-яке перетворення навчального математичного змісту безпосередньо пов'язане із процедурами перекодування. Дійсно, і переформулювання означення математичного поняття, умови теореми, правила, і перехід від одного рівняння до рівносильного йому рівняння, і побудова схеми чи таблиці за умовою сюжетної задачі тощо вимагає виконання таких дій, які властиві діяльності перекодування. Учнів необхідно спеціально навчати того, як виконувати відповідні дії: вхідне декодування, у результаті якого відбувається розпізнавання змісту за його знаково-символьною формою; перетворення змісту за логікою предметної діяльності та логікою ДЗСЗ; завершальне кодування, у результаті якого оновлений зміст загортається у нову оболонку.

Сутність схематизації як ДЗСЗ полягає в тому, що навчальне пізнання здійснюється з опорою на певну схему, що відображає структуру реальності мовними чи немовними засобами. Нами виділено певні різновиди схематизації, специфіка кожного з яких залежить від особливостей навчального математичного змісту й предметної діяльності учнів на різних етапах його опанування. Практика експериментального навчання показує, що мотивоване введення ретельно продуманих схем діяльності спроможні вивести учнів на досить високий рівень самостійності у процесі навчання. А це сприяє і кращому розумінню нового навчального матеріалу, і більш міцному його засвоєнню. При цьому відчуження учнями станів особистісних злетів стає не рідкістю, а певною нормою.

Моделювання у семіотичному аспекті – це діяльність зі знаково-символьними засобами, яка націлена на отримання об'єктивно нових відомостей про реальність за рахунок оперування ЗСЗ. При вивченні курсу математики в основній школі можливі такі різновиди цієї діяльності, як суто моделювання, метамоделювання й складене моделювання. Найчастіше суто моделювання виконується під час розв'язування сюжетних задач. У процесі метамоделювання відбувається пізнання змісту вже готової моделі реальності (рівняння, нерівності графіка функції, моделі просторової фігури тощо) через побудову і дослідження нового замінника, що виступає моделлю цієї моделі. Сутність реальності, що породила первісну модельну ситуацію, для метамоделювання не є істотною – з неї не починають дослідження, й до неї не повертаються у результаті дослідження. Зокрема, саме такі ситуації виникають під час розв'язування рівнянь, нерівностей та їх систем, коли відбувається заміна змінних; у ході розв'язування задач на дослідження, в умовах яких описуються математичні, а не реальні об'єкти, тощо. Складене моделювання має місце тоді, коли дослідження реальності розпочинається як математичне моделювання (будується певна модель реальності), продовжується як метамоделювання (будується модель отриманої моделі, яка й досліджується) і завершується інтерпретацією отриманих результатів у термінах досліджуваної реальності (вихідної). Інакше кажучи, метамоделювання виступає внутрішнім структурним компонентом складеного моделювання. У процесі навчання учнів потрібно ознайомити з особливостями кожного виду моделювання, навчити розрізняти відповідні модельні ситуації та виконувати моделювання згідно з його предметною і семіотичною логікою.

У даному розділі дисертації наводяться рекомендації щодо використання ЗСЗ для дидактично виваженої побудови навчання у фоновому режимі – пропедевтики і непрямого навчання.

У **п'ятому розділі** дисертації розкриваються особливості організації експериментального навчання, проводиться аналіз результатів педагогічного експерименту.

Теоретико-методичне та експериментальне дослідження здійснювалось у три етапи протягом 1992–2002 років.

На першому етапі (1992–1994 рр.) проводилось вивчення стану математичної підготовки учнів 5–9 класів загальноосвітньої школи. Були отримані дані, які свідчили про необхідність розробки нових концептуальних ідей та відповідного теоретичного і практичного забезпечення для більш глибокого й детального вивчення ситуації, виявлення ширшого спектра чинників, що впливають на хід і результати навчання математики в 5–9 класах.

На основі аналізу даних фізіології й психології щодо вікових та індивідуальних особливостей учнів підліткового віку, міждисциплінарного вивчення проблеми побудови розвивального навчання, його гуманізації й гуманітаризації, проектування психолого-семіотичних знань у сферу шкільної математичної освіти стала очевидною необхідність вирішення проблеми реалізації комплексного, системного та діяльнісного підходів до використання ЗСЗ у навчанні математики учнів

основної школи. Відтак оформився задум й окремі вихідні положення дослідження, було розроблено програму подальшої теоретико-експериментальної роботи.

На другому етапі дослідження (1995–2000 рр.) ставилися дві групи завдань. Перша з них стосувалась науково-теоретичної розробки проблеми використання ЗСЗ у навчанні математики, а друга – організації експериментальної перевірки основних положень дослідження. На даному етапі застосовувались теоретичні та емпіричні методи дослідження, було організовано педагогічний експеримент, результати якого всебічно аналізувались.

Розробка понятійно-методологічного апарату дослідження, застосування методів міжгалузевго аналізу та реалізація системно-структурного підходу дозволили нам виявити стан розробленості проблеми у психолого-педагогічній, психолого-семіотичній та методичній літературі, а також провести широке вивчення стану використання ЗСЗ у практиці навчання математики учнів основної школи. Для проведення констатуючого етапу дослідження було створено відповідні діагностичні пакети для вчителів і учнів.

В організації експериментального навчання головний наголос робився на комплексне, системне й систематичне використання вербальних і невербальних ЗСЗ та цілеспрямоване формування в учнів умінь виконувати ДЗСЗ на різних етапах навчання математики в 5–9 класах. Серед рівнів оволодіння учнями ДЗСЗ було виділено чотири різновиди: **стихійно-репродуктивний** (стихійне перенесення із життя й попереднього навчання готових зразків ДЗСЗ в умови нової навчальної ситуації); **репродуктивний** (свідоме запозичення із досвіду вчителя та інших учнів готових зразків ДЗСЗ і використання їх без внесення змін і доповнень); **реконструктивно-варіативний** (перенесення засвоєних способів виконання ДЗСЗ в умови нової навчальної ситуації із внесенням окремих змін у власну діяльність у залежності від особливостей конкретної ситуації; свідоме комбінування відомих способів виконання ДЗСЗ); **творчий** (спонтанне створення нових прийомів виконання ДЗСЗ).

Формування і розвиток візуального мислення учнів та збагачення їх візуально-оперативного досвіду розглядалось нами у двох аспектах – як мета, що досягається у результаті оволодіння учнями широким спектром засобів фіксації навчального математичного змісту у візуальній модальності та способами їх використання у ДЗСЗ, і як основний шлях більш продуктивного розвитку логічного мислення підлітків при вивченні курсу математики в 5–9 класах.

У зв'язку зі специфікою курсу математики основної школи в експериментальному навчанні було виділено 3 концентри: навчання курсу “Математика” в 5–6 класах; навчання курсу “Алгебра” та курсу “Геометрія” у 7–9 класах. Навчання у межах кожного концентру проводилось як завершене. В експерименті у 5–6 класах брали участь 312 учнів 10 експериментальних класів (ЕК) і 308 учнів 10 контрольних класів (КК). У зв'язку з тим, що на початку навчання у 7 класі учні ЕК показали вищу якість знань, аніж учні КК (див. табл. 1), виникла необхідність приєднати до експери-

менту нову групу ЕК і КК. Загалом в експерименті в 7–9 класах брали участь 22 ЕК (739 уч.) і 22 КК (732 уч.). У 10 ЕК (312 уч.) і 10 КК (308 уч.), що не зазнали змін (ЕК-I і КК-I), експериментальне навчання тривало 5 років – починаючи з 5 класу й закінчуючи 9 класом. У 12 ЕК (427 уч.) і 12 КК (424 уч.), які були додатково залучені до експерименту (ЕК-II і КК-II), експериментальне навчання тривало 3 роки – починаючи з 7 класу й закінчуючи 9 класом.

На третьому етапі дослідження (2001–2002 рр.) визрів остаточний варіант дослідницької концепції, який опубліковано у монографії [1] та посібниках для учнів, вчителів і студентів. Загалом, на третьому етапі теоретико-експериментальної роботи відбулось уточнення понятійно-категоріального апарату дослідження, завершено кількісний та якісний аналіз експериментальних даних. Також літературно оформлено текст дисертації.

Порівняння результатів діагностичних зрізів в ЕК і КК на початку й наприкінці формуючого експерименту показав, що за цей період в ЕК, де цілеспрямовано формувався семіотичний досвід учнів, школярі краще засвоїли програмовий матеріал, продемонстрували більш високі результати виконання планових контрольних робіт з математики (див. табл. 1).

Таблиця 1.

Концентр	Етап експерименту	Класи	Обсяг вибірки	Кількість учнів, які одержали оцінку				$F_{\text{крит}} = 1,27$	$t_{\text{двостор. крит}} = 1,96;$ $t_{\text{правостор. крит}} = 1,64$
				“2”	“3”	“4”	“5”	$F_{\text{спост}}$	$T_{\text{спост}}$
Математика 5-6 (I група)	Поч.	ЕК-I	312	37	135	108	32	1,23	– 0,16
		КК-I	308	28	143	112	25		
	Рубіж	ЕК-I	312	17	131	126	38	1,07	2,09
		КК-I	308	27	139	116	26		
Алгебра 7-9 (I група)	Продовж.	ЕК-I	312	20	132	123	37	1,03	2,25
		КК-I	308	29	141	114	24		
	Кін.	ЕК-I	312	12	106	153	41	1,04	4,16
		КК-I	308	24	142	117	25		
Геометрія 7-9 (I група)	Продовж.	ЕК-I	312	21	139	122	29	1,07	2,11
		КК-I	308	32	149	108	19		
	Кін.	ЕК-I	312	10	109	154	39	1,10	4,72
		КК-I	308	29	138	120	21		
Алгебра 7-9	Поч.	ЕК-II	427	38	209	150	30	1,04	– 0,2
		КК-II	424	37	203	158	26		

(II група)	Кін.	ЕК-II	427	21	181	187	38	1,04	2,91
		КК-II	424	32	201	169	22		
Геометрія 7-9	Поч.	ЕК-II	427	31	230	150	16	1,11	- 0,21
		КК-II	424	36	219	148	21		
(II група)	Кін.	ЕК-II	427	21	184	190	32	1	2,77
		КК-II	424	30	204	172	18		

Позитивний вплив запропонованої методики на якість опанування учнями програмового матеріалу був підтверджений результатами застосування статистичних методів опрацювання даних. За критерієм Пірсона перевірялась гіпотеза про нормальний розподіл статистичних імовірностей спостережених значень успішності учнів з математики в ЕК і КК на початку експерименту. Отримано, що при $\chi^2_{кр} = 3,8$ в ЕК-I $\chi^2_{спост} = 3,06$, у КК-I $\chi^2_{спост} = 3,64$; в ЕК-II $\chi^2_{спост} = 3,27$ (алгебра) і $\chi^2_{спост} = 2,51$ (геометрія); у КК-II $\chi^2_{спост} = 1,48$ (алгебра) і $\chi^2_{спост} = 2,67$ (геометрія). За критерієм Фішера-Снедекора перевірялась гіпотеза про рівність виправлених вибірових дисперсій на початку й наприкінці експерименту (див. табл. 1). За критерієм Стьюдента перевірялась гіпотеза про рівність середніх вибірових при конкуруючій гіпотезі $M(ЕК) \neq M(КК)$, а також $M(ЕК) > M(КК)$ наприкінці експерименту (див. табл. 1). Отримані дані дозволили зробити висновок про статистично вагому перевагу якісних показників результатів навчання в ЕК порівняно із тими показниками, які одержані у КК, де навчання проводилось за традиційною методикою.

ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження теоретико-методичних основ використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів основної школи дають підстави для наступних висновків.

1. На сучасному етапі реформування системи освіти в Україні необхідним і можливим є теоретичне узагальнення й нове вирішення проблеми науково-обґрунтованого використання ЗСЗ у навчанні математики учнів 5-9 класів загальноосвітньої школи. Визначення змісту, будови, умов і способів функціонування семіотичного компонента шкільної математичної освіти та розкриття його призначення у навчанні математики й розвитку учнів розширюють методологічне підґрунтя для створення дидактично виважених методичних систем навчання математики в школі, відкривають нові орієнтири для їх побудови. Розроблені у дисертації теоретико-методичні пропозиції щодо реалізації комплексного, системного та діяльнісного підходів до використання знаково-символьних засобів у навчальному процесі з математики надають нових можливостей для удосконалення математичної підготовки учнів 5–9 класів, розвитку особистості школярів, зростання їх життєвої та

соціальної компетентності. Експериментальна перевірка основних положень дисертації та їх впровадження в практику роботи школи підтверджують ефективність запропонованих підходів до вирішення зазначеної проблеми дослідження.

2. Спрямування процесу навчання, розвитку й виховання школярів в особистісне русло як стрижневе завдання модернізації освіти, соціальний запит щодо вироблення в кожного учня розуміння необхідності та уміння навчатись впродовж життя вимагають відповідного оновлення змісту навчання й побудови адекватних методичних систем. Реорганізація змістового та організаційно-методичного аспектів процесу навчання в школі мають ґрунтуватися на основоположних тезах теорії пізнання, діалектика якого виступає головним орієнтиром у побудові логічно несуперечливого перебігу пізнавальної діяльності учнів. У процесі навчання й виховання учнів основної школи необхідно враховувати сучасні дані фізіології щодо функціонування мозку та аналізаторних систем людини, вікові та індивідуальні особливості підлітків, специфіку підліткового періоду у становленні й розвитку особистості школярів. На зламному етапі онтогенезу, яким є підлітковий вік, важливе значення має психологічно грамотне регулювання психічної діяльності учнів на кожному рівні відображення дійсності – на рівні свідомості, несвідомого й самосвідомості. Дидактично виважена система впливів на пізнавальну, афективну й регулятивну сфери самосвідомості підлітків має спрямовуватись на формування в них позитивної, мажорної Я-концепції, яка виступає надійною передумовою розгортання учнями активної діяльності, спрямованої на усунення зовнішніх і внутрішніх суперечностей, що виникають у ході навчання і є атрибутом розвитку особистості.

3. Зміст шкільної математичної освіти набуває специфічної форми існування через загортання у різноманітні оболонки – вербальні й невербальні, що утворюються за допомогою ЗСЗ різної природи. Головною оболонкою для матеріалізації змісту є мова. У ході навчання ЗСЗ виконують заміщувальну, пізнавальну та комунікативну функції, утворюючи інформаційну основу діяльності учнів. У процесі засвоєння змісту освіти вони виступають і предметом вивчення, і знаряддям пізнання. Оперування ЗСЗ є необхідним компонентом навчальної діяльності учнів. Воно безпосередньо пов'язане із формуванням семіозису школярів, із збагаченням їх концептуальних структур. Опанування різними засобами фіксації змісту навчального матеріалу й кожним видом ДЗСЗ – заміщенням, кодуванням (декодуванням), схематизацією й моделюванням, – є основою розвитку інформаційної культури учнів і передумовою для різноманітності особистості кожного учня.

4. Відбір і застосування ЗСЗ потрібно здійснювати на основі аналізу тих конфліктів між логічним і візуальним, які можуть носити не тільки об'єктивний, історично зумовлений характер, але й (що частіше) породжуватися суб'єктивними причинами – появою в учнів нерозуміння змісту навчального матеріалу та негативної установки щодо спроможності осягнути цей зміст; невмінням загортати зміст у різні знаково-символьні оболонки; наявністю спайок (а не діалектичного поєднання) змісту й форми, що утворилися в досвіді учнів у попередньому навчанні, тощо. Застосування

лише одноманітних ЗСЗ у навчанні математики в 5–9 класах призводить до гальмування процесу сприйняття та опрацювання даних учнями із різними когнітивними стилями, перешкоджає повному вичерпуванню змісту навчального матеріалу і врешті негативно впливає на хід та результати навчання й виховання підлітків.

5. Адекватні умови для навчання й розвитку всіх учнів при вивченні математики в основній школі створюються завдяки реалізації комплексного, системного й діяльнісного підходів до використання вербальних і невербальних ЗСЗ, залучення школярів до процесу загортання кожного об'єкта засвоєння у різні знаково-символьні оболонки, формування в учнів відповідних знань, навичок і вмінь та досвіду самостійної діяльності. При цьому новим завданням навчання математики в основній школі виступає формування візуального мислення учнів, збагачення їх візуально-оперативного досвіду, які є основою й передумовою гармонійного розвитку логічного мислення учнів і продуктивного вивчення математики в 5–9 класах.

6. Формування понять, вивчення фактів та способів діяльності курсу математики основної школи необхідно спрямувати на утворення відповідних конструктів в особистому досвіді учнів. Кожний об'єкт засвоєння треба розглядати разом із його протилежністю, акцентуючи увагу учнів на змістових та знаково-символьних відмінностях об'єктів кожної пари. При цьому доцільно ширше залучати потужні можливості візуального мислення учнів, яке дозволяє вичерпувати необхідний зміст поза його вербалізацією. Бажано заздалегідь підбирати для ілюстрування не тільки приклади відповідного об'єкта засвоєння, але й контрприкладів та вільні об'єкти стосовно нього, правильно будувати зоровий ряд навчання, методично грамотно організовувати предметну діяльність учнів і ДЗСЗ. Доцільно вчасно коригувати виявлені недоліки у математичній підготовці школярів, проводити профілактику можливих помилок учнів. Як окреме й досить важливе завдання доцільно розглядати формування фонду знань-заборон в особистому досвіді учнів.

7. При виборі методів, організаційних форм і засобів навчання важливо звертати увагу на надання процесу навчання проблемного характеру, вчити підлітків самим знаходити й формулювати проблеми, виробляти в них аналітико-синтетичні уміння, здатність до теоретичних узагальнень. Не менш важливим завданням є розвиток навичок самостійної навчальної роботи, формування вмінь працювати з підручником, проявляти творчий підхід при виконанні домашніх завдань. При цьому необхідно всебічно враховувати особливості тих знаково-символьних оболонок, в які загортається зміст навчального матеріалу, з метою забезпечення мінімізації конфліктів між логічним і візуальним та повнокровного вичерпування учнями сутності цього змісту; створювати сприятливі умови для самостійної предметної діяльності школярів та ДЗСЗ; будувати як певну цілісність те навчальне математичне середовище, в якому протікатиме класна й домашня робота учнів.

За рахунок дидактично виваженої комп'ютерної підтримки навчання математики в 5–9 класах

створюються сприятливі умови для розширення меж у використанні знаково-символьних засобів, видається можливим збільшити смислову ємність усіх форм фіксації навчального математичного змісту, вивести назовні динаміку процесу вичерпування його сутності й зробити учнів не тільки спостерігачами, але й співучасниками цього процесу. Застосування СІТН дозволяє позбавити вчителя та учнів рутинної роботи, вивільнити їх енергетичні ресурси для творчості. При цьому процес навчання нерідко набуває особистісного значення для учнів, зокрема, через розширення можливостей для самоствердження й підтримки позитивної, мажорної Я-концепції.

8. Під час уведення вербальних і невербальних замінників математичних абстракцій, що є об'єктами засвоєння в курсі математики 5–9 класів, головну увагу необхідно приділяти мотивованому вибору тих чи інших їх знаково-символьних оболонок. При цьому бажано створювати умови для випереджальних самостійних дій учнів. Необхідно спеціально навчати учнів того, як правильно використовувати математичну термінологію, символіку та піктографію, оформляти (вербально і невербально) власні думки математичного змісту, формулювати задачі, ставити запитання та відповідати на них. Особливе значення при цьому має навчання учнів здійснювати конфігурування об'єктних та навчальних текстів, застосовувати позиційний підхід до розташування вербальних та невербальних елементів, використовувати матричне оформлення записів в процесі розв'язування вправ і задач. При використанні невербальних замінників важливо навчати учнів застосовувати для їх побудови різні інструменти: лінійку без поділок і з поділками, циркуль, косинець, транспортир, шаблони, різноманітні підручні засоби. Початковий етап навчання побудови невербальних ЗСЗ доцільно організовувати як діяльність копіювання. При цьому вчителю треба продумати систему орієнтирів для такої діяльності й обов'язково ознайомити з ними учнів. Зокрема, як до окремого компонента навчання доцільно поставитися до організації копіювання за клітинками.

Навчання учнів використовувати змістово-графічні інтерпретації математичних понять і фактів доцільно розглядати як необхідний етап математичної підготовки учнів 5–9 класів. В процесі такої діяльності в учнів розвивається візуальне мислення, збагачується їх візуально-оперативний досвід, що виступає надійним підґрунтям для розвитку вербально-логічного мислення школярів, створює більш широкі можливості для їх самовираження. Основними засобами для формування й розвитку візуального мислення учнів є системи візуальних вправ і задач. Такі задачі доцільно створювати не тільки на базі геометричних зображень, графіків функцій, діаграм чи схем, але й на основі художньо-образних ілюстрацій, що має особливе значення у навчанні молодших підлітків. Із дорослішанням учнів треба поступово збільшувати схематизм у способах побудови візуальної основи задач і вправ, плавно віддаляючи їх сюжетне наповнення від особистісних переживань школярів.

9. Особливе значення у процесі навчання математики в 5–9 класах має організація діяльності кодування у його цільовому й ситуативному призначенні, а також навчання діяльності декодування

й перекодування. До цього компонента навчання математики в основній школі треба ставитись як до такого, що зумовлює більш широке розкриття особистісних ресурсів учнів. Процес навчання діяльності кодування, декодування й перекодування доцільно спрямовувати на формування в учнів нових знань як кодових структур, кожна з яких має поповнити особистий досвід учнів як діалектична єдність логічного й візуального. Не менш важливо формувати відповідні цільові установки школярів, спираючись на які у подальшому видається можливим навчати учнів правильно знаходити одну чи декілька точок входження у декодування, більш повно вичерпувати дані, правильно здійснювати реорганізацію навчального математичного змісту.

10. Використання відомих учням схем діяльності, їх самостійне створення й застосування при вивченні нового матеріалу та в процесі розв'язування прикладів, вправ і задач дозволяє вносити певний порядок у пізнавально-перетворювальну діяльність учнів при вивченні математики, розкривати на інтуїтивному чи усвідомлюваному рівні діалектику і логіку пізнання, створювати системи орієнтирів для самостійної діяльності учнів. Дидактично виважений підхід до організації таких етапів навчання, як актуалізація базових знань, навичок і вмінь учнів та узагальнююче повторення, з необхідністю передбачає розгортання діяльності схематизації. При цьому на етапі актуалізації можливе використання і таких схем, які не зазнають матеріалізації у вербальних чи невербальних знаково-символьних оболонках, а стають видимими, зрозумілими для учнів через певний зміст і порядок відповідних систем вправ. На етапі узагальнюючого повторення діяльність схематизації має здійснюватися учнями на усвідомлюваному рівні та якнайбільше самостійно. Для цього доцільно широко застосовувати такі ЗСЗ, як запитання, вербальні й невербальні схеми, таблиці, діаграми, графіки тощо. Важливо, щоб учні проводили структурування змісту, виявляли у ньому змістові й знаково-символьні аналогії, виконували конфігурування текстів та позиціонування мовного й немовного матеріалу.

11. В організації діяльності моделювання при вивченні курсу математики основної школи найважливішим моментом є забезпечення рефлексії учнями модельного відношення у кожній відповідній ситуації. Учні повинні чітко усвідомлювати різницю між реальністю та її моделлю, мету створення моделі, способи пізнання реальності через дослідження моделі. У разі відсутності рефлексії модельного відношення діяльність моделювання не відбувається. Тут ДЗСЗ учнів здебільшого має характер схематизації, бо учні часто діють за готовою моделлю, що створив вчитель під час власноручного моделювання, або при самостійній побудові моделі виконують лише механічні дії, зумовлені певною зарані відомою схемою. В навчанні учнів діяльності моделювання доцільно використовувати різноманітні вербальні та невербальні ЗСЗ, що допомагають створенню адекватної моделі (графічної, аналітичної чи матеріальної). При цьому суттєву роль відіграють спеціальні системи вправ і задач, які доцільно будувати на диференційованій основі й реалізовувати в них принцип послідовного нарощування складності створення моделі. Особливо це важливо у навчанні

метамоделювання й складеного моделювання, коли перехід від реальності до моделі є надто завуальованим.

12. Організація навчання у фоновому режимі дозволяє заздалегідь створювати дидактично виважене підґрунтя для продуктивної самостійної діяльності учнів 5–9 класів при вивченні у подальшому основних понять, фактів і способів діяльності курсу математики. Під час пропедевтики і непрямого навчання залучаються потужні ресурси сфери несвідомого учнів – збагачується досвід зорового упізнавання, накопичуються певні інтуїтивні передзнання, набувається досвід виконання окремих предметно-практичних дій. Відповідне розширення системи впливів на процес формування знань, навичок і вмінь школярів стає можливим за рахунок спеціально побудованого зорового ряду навчання й системи вправ, спрямованих на випереджальне формування в учнів умінь виконувати певні види діяльності. Саме тут роль візуальних вправ і задач стає непересічною. Необхідність і можливість проводити навчання математики у двох площинах – в площині прямого навчання й площині навчання у фоновому режимі, – висуває нові вимоги щодо створення організаційно-методичного забезпечення процесу навчання. Головне навантаження при цьому лягає на системи вправ і задач. Їх побудову необхідно націлювати не тільки на потреби поточного навчання в активному режимі, але й на вирішення завдань пропедевтики і непрямого навчання.

Подальшого дослідження потребують питання, пов'язані з використанням знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів старшої школи, у профільному навчанні в загальноосвітній та вищій школі. Більш детального вивчення потребує проблема побудови еволюційних семіотичних рядів у межах кожної окремої змістової лінії курсу математики.

Основні положення дисертації відображено у таких публікаціях.

Монографії, посібники

1. Тарасенкова Н.А. Використання знаково-символічних засобів у навчанні математики. – Черкаси.: “Відлуння-Плюс”, 2002. – 400 с.
2. Тарасенкова Н.А. Геометрія, 7. Диференційовані завдання за готовими малюнками: Зошит для індивід. роботи з геометрії. – К.: Фенікс, 1998. – 76 с.
3. Тарасенкова Н.А. Геометрія, 7. Задачі за готовими малюнками: Диференційовані дидакт. матер. до підруч. Г.П.Бевза та ін. – К.: Фенікс, 2001. – 128 с.
4. Тарасенкова Н.А. Геометрія, 8. Задачі за готовими малюнками: Диференційовані дидакт. матер. до підруч. Г.П.Бевза та ін. – К.: Фенікс, 2001. – 128 с.
5. Тарасенкова Н.А. Диференційовані завдання за готовими малюнками для 8 класу. – К.: КІМО, 1999. – 80 с.
6. Тарасенкова Н.А. Диференційовані завдання за готовими малюнками для 9 класу. – К.: Техніка, 2001. – 120 с.
7. Тарасенкова Н.А. Елементи стереометрії в основній школі: Диференційовані завдання за го-

товими рисунками для 9 класу – Х.: “Ранок”, 2002. – 80 с.

8. Тарасенкова Н.А. Елементи стереометрії в основній школі: Уроки стереометрії в 9 класі. – Х.: Веста: Вид-во “Ранок”, 2002. – 128 с.
9. Нестеренко А.М., Тарасенкова Н.А., Ситник О.О. Ірраціональні рівняння, нерівності та їх системи: Практикум для організації самостійної довузівської підготовки / За ред. Н.А. Тарасенкової. – Черкаси: ЧДТУ, 2002. – 203 с. (особистий внесок – 2,5 д.а. та загальне редагування).
10. Методика навчання математики. Загальна методика: Практикум для організації самостійної роботи студентів / За заг. ред. Н.А. Тарасенкової: У 4-х ч. – Ч.1: Методика формування понять шкільного курсу математики / Н.А. Тарасенкова, І.А. Акуленко, І.С. Біда, М.М. Журба / За ред. Н.А. Тарасенкової. – Черкаси: ЧДУ ім.Б.Хмельницького, 2002. – 120 с. (особистий внесок – 4 д.а. та загальне редагування).

Статті

11. Тарасенкова Н.А. Актуалізація базових знань // Математика в школі (Россия). – 1994. – № 4. – С. 9-11.
12. Тарасенкова Н.А. Візуальна основа для теоретичних узагальнень при вивченні складних питань теми “Вектори”// Дидактика математики: Проблеми і дослідження: Міжнар. зб. наук. робіт. – Вип. 15. – Донецьк: Фірма ТЕАН, 2001. – С. 122-134.
13. Тарасенкова Н.А. Вчити аналізувати, порівнювати, вибирати // Педагогічні науки: Зб. наук. праць.– Суми:СумДПУ ім.А.С.Макаренка,2000.– С.433-439.
14. Тарасенкова Н.А. Деякі особливості формалізованої мови курсу математики основної школи // Педагогічні науки: Зб. наук. праць: У 2т.– Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2002. – Ч. 1. – С. 452-460.
15. Тарасенкова Н.А. Деякі функції системи вправ за готовими малюнками // Математика в школі. – 1999. – № 4. – С. 36-38.
16. Тарасенкова Н.А. Диференційовані завдання за готовими малюнками як засіб організації індивідуального різнорівневого навчання геометрії в школі // Зб. наук. праць. Педагогічні науки.– Вип. 21.– Херсон: Айлант, 2001. – С. 67-75.
17. Тарасенкова Н.А. Знаково-символічні особливості текстів задач // Дидактика математики: Проблеми і дослідження: Міжнар. зб. наук. робіт.– Вип.17. – Донецьк: Фірма ТЕАН, 2002. – С. 171-183.
18. Тарасенкова Н.А. Кодування геометричних понять //Вісник Черкаського ун-ту: Серія “Психолого-педагогічні науки”. – Вип.35. – Черкаси: ЧДУ, 2002. – С.122-133.
19. Тарасенкова Н.А. Методика дифференциации потребований к результатам изучения программной темы по математике // Вісник Черкаського ун-ту: Серія “Психолого-педагогічні науки”. – Вип.10. – Черкаси: ЧДУ,1999. – С.149-155.

20. Тарасенкова Н.А. Найти ошибку // Математика в школе (Россия). – 1997. – № 2. – С. 19-23.
21. Тарасенкова Н.А. “Не верь глазам своим” // Математика в школе (Россия). – 1998. – № 5. – С. 19-24.
22. Тарасенкова Н.А. Некоторые способы организации практической работы // Математика в школе (Россия). – 1993. – № 1. – С. 27-28.
23. Тарасенкова Н.А. Опыт визуальной ориентации как один из факторов успешного решения планиметрической задачи // Евристика та дидактика точних наук: Міжнар. зб. наук. робіт. – Вип. 7. – Донецьк, 1997. – С. 26-29.
24. Тарасенкова Н.А. Організація дослідницької діяльності учнів при вивченні взаємного розміщення прямих і площин в просторі // Наука і сучасність. Зб. наук. праць Національного пед. ун-ту ім. М.П. Драгоманова. – К.: Логос, 2002. – Том XXXII. – С. 153-162.
25. Тарасенкова Н.А. Особливості об’єктних текстів як мовних знаково-символічних засобів // Наука і сучасність. Збірн. наук. праць Національного пед. ун-ту ім. М.П. Драгоманова. – К.: Логос, 2001. – Том XXIX. – С. 147-156.
26. Тарасенкова Н.А. Поняття як об’єкти засвоєння // Дидактика математики: Проблеми і дослідження: Міжнар. зб. наук. робіт. – Вип. 16. – Донецьк: Фірма ТЕАН, 2001. – С. 69-80.
27. Тарасенкова Н.А. Прийом візуалізації помилок як спосіб оперативного коректування знань учнів під час усного опитування // Математика в школі. – 2002. – № 3. – С. 32-35.
28. Тарасенкова Н.А. Пропедевтический этап обучения поиску дополнительных построений // Математика в школе (Россия). – 2000. – № 4. – С. 32-35.
29. Тарасенкова Н.А. Система вправ на застосування теореми Вієта у задачах з параметрами // Математика в школі. – 2001. – №1. – С. 36-40. – 2001. – №2. – С. 47-48.
30. Тарасенкова Н.А. Сутність та проблеми забезпечення діалектичної єдності змісту і форми у навчанні математики учнів основної школи // Зб. наук. праць. Педагогічні науки. – Вип. 21. – Ч.1. – Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. – С. 176-182.
31. Тарасенкова Н.А. Сущность и уровни активности в познавательной деятельности учащихся при обучении математике // Евристика та дидактика точних наук: Міжнар. зб. наук. робіт. – Вип. 10. – Донецьк, 1999. – С. 51-55.
32. Тарасенкова Н.А. Щодо питання про використання знаково-символічних засобів у навчанні математики учнів основної школи // Наука і сучасність. Зб. наук. праць Національного пед. ун-ту ім. М.П. Драгоманова. – К.: Логос, 2001. – Том XXVII. – С. 137-149.
33. Тарасенкова Н.А., Дядик О.І. Функціональні ілюстрації додавання і віднімання дробових чисел // Дидактика математики: Проблеми і дослідження: Міжнар. зб. наук. робіт. – Вип. 2 (12). – Донецьк, 2000. – С. 77-80. (особистий внесок 0,2 д.а.).
34. Тарасенкова Н.А. За пробним підручником з математики для 5 класу (стислі рекомендації до

роботи) // Педагогічний вісник. – 1997. – №3. – С. 7-9. – 1997. – № 4. – С. 38-40.

Матеріали і тези доповідей

35. Тарасенкова Н.А. Особливості знаково-символічної діяльності учнів при вивченні курсу математики основної школи // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб. наук. праць: В 3 т. – Т.1: Теорія та методика навчання математики. – Кривий Ріг, 2002. – С. 353-364.
36. Тарасенкова Н.А., Левченко А.В. Гіпертекстова структура навчальних текстів з математики // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб. наук. праць: В 3-х т. – Т. 1: Теорія та методика навчання математики. – Кривий Ріг: КДПУ, 2001. – С. 314-321 (особистий внесок 0,48 д.а.).
37. Тарасенкова Н.А. Визуальний компонент дифференциации геометрических задач // Міжнар. наук.-метод. конф. “Евристичні методи у навчанні математики”, м. Донецьк, 3-5 жовтня 2000 р.: Тези доповідей. – Донецьк: Фірма ТЕАН, 2000. – С. 24-25.
38. Тарасенкова Н.А. Деякі причини невдач використання передового педагогічного досвіду // Міжвуз. наук.-теорет. конф. “Соціально-політичний портрет сучасного молодого спеціаліста”, м. Умань, 5-6 травня 1992 р. – Секція II: Психолого-педагогічні основи формування творчої особистості педагога оновленої національної школи: Тези доповідей. – Умань, 1992. – С. 135-137.
39. Тарасенкова Н.А. Лекційно-практична система навчання математики в школі // Міжвуз. наук.-практ. конф. молодих викладачів та аспірантів „Інтеграція науки у систему підготовки учителів”, м. Черкаси, 18-19 квітня 1995 р.: Матеріали конференції. – Ч. 2. – Черкаси, 1995. – С. 296-298.
40. Тарасенкова Н.А. Обучение методу анализа целей и средств в курсе планиметрии средней школы // I Міжнар. дистанц. конф. “Евристичні методи у навчанні математики”: Труды. – Донецьк: ТЕАН, 1997. – С. 34.
41. Тарасенкова Н.А. Підсумкова оцінка як кількісний еквівалент якісних змін в особистому досвіді учня // Наук.-метод. конф. “Педагогічні технології організації навчально-виховного процесу в закладах нового типу”, м. Суми, 21 квітня 2000р. – Суми: РВВ СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2000. – С. 52-53.
42. Тарасенкова Н.А. Про сутність та шляхи подолання конфліктів між візуальним та логічним у навчанні стереометрії // Всеукраїнська наук.-практ. конф. “Сучасний стан і перспективи шкільних курсів математики та інформатики у зв’язку з реформуванням у галузі освіти”, м. Дрогобич, Львівської обл., 14-16 листопада 2000р. – Дрогобич: Приват. друкарня “РІК”, 2000. – С. 89-90.

43. Тарасенкова Н.А. Проблеми побудови простору уяснення у навчанні математики // Тринадцята наукова сесія Наук. товариства ім. Шевченка у Черкасах: Зб. тез доп. на засід. секцій і комісій Осередку НТШ у Черкасах, 12 березня – 3 квітня 2002р. – Черкаси: РВВ ЧДУ ім. Б.Хмельницького, 2002. – С. 50.
44. Тарасенкова Н.А. Тестування при формуванні математичних понять та вивченні математичних фактів // Міжвуз. наук.-практ. конф. “Формування інтелектуальних умінь учнів в процесі вивчення математики та інформатики”, м. Суми, 13-14 квітня 1995 р.: Тези доп. – Суми, 1995. – С.32-34.
45. Тарасенкова Н.А., Біда І.С., Журба М.М. Система методичних вправ до теми “Формування математичних понять”// II Всеукраїнська наук. конф. “Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях студентської молоді”, м.Черкаси, 18-19 травня 2000р.: Тези доп. – Черкаси: РВВ ЧДУ ім. Б.Хмельницького, 2000. – С. 108 (особистий внесок 0,02 д.а.).
46. Тарасенкова Н.А., Головка І.А. Методи розв’язування планіметричних задач на побудову // II Всеукраїнська наук. конф. “Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях студентської молоді”, м.Черкаси, 18-19 травня 2000 р.: Тези доп. – Черкаси: РВВ ЧДУ ім. Б.Хмельницького, 2000. – С. 107 (особистий внесок 0,03 д.а.).
47. Тарасенкова Н.А., Малка А.В. Побудови на зображеннях просторових фігур в шкільному курсі математики // II Всеукраїнська наук. конф. “Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях студентської молоді”, м. Черкаси, 18-19 травня 2000р.: Тези доп. – Черкаси: РВВ ЧДУ ім. Б.Хмельницького, 2000. – С. 106 (особистий внесок 0,03 д.а.).
48. Тарасенкова Н.А., Третяк К.В. Задачі з параметрами в шкільному курсі математики // II Всеукраїнська наук. конф. “Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях студентської молоді”, м. Черкаси, 18-19 травня 2000 р.: Тези доп. – Черкаси: РВВ ЧДУ ім. Б.Хмельницького, 2000. – С. 105 (особистий внесок 0,03 д.а.).
49. Босовський М.В., Тарасенкова Н.А. Щодо питання про наступність у навчанні теорії границь в школі й вузі // Всеукраїнська конф. “Алгебраїчні методи дискретної математики (теорія та методологія)”, м. Луганськ, 23-27 вересня 2002 р.: Тези доп. – Луганськ: “Alma Mater”, 2002. – С. 95-97 (особистий внесок 0,06 д.а.).
50. Нестеренко А.М., Тарасенкова Н.А. Запобігання конфліктних аналогій у навчанні розв’язуванню алгебраїчних рівнянь і нерівностей слухачів підготовчих курсів // Тези Міжнар. конф. “Асимптотичні методи в теорії диференціальних рівнянь”, Київ, 16 грудня 2002 р. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2002. – С. 85 (особистий внесок 0,05 д.а.).

АНОТАЦІЯ

Тарасенкова Н.А. Теоретико-методичні основи використання знаково-символьних

засобів у навчанні математики учнів основної школи. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія і методика навчання математики. – Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, Київ, 2003.

У дисертації подано теоретико-методологічні й методичні основи використання знаково-символьних засобів у навчанні математики в школі. Визначено понятійно-методологічний апарат, розкрита діалектика зв'язків логічного і візуального в процесі опанування учнями шкільного курсу математики, виявлені зміст і функції семіотичного компонента математичної підготовки школярів підліткового віку. Теоретично розроблена й експериментально обґрунтована концепція комплексного, системного й діяльнісного підходів до використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів 5–9 класів, побудована модель відповідної методичної системи. Розроблено наукові основи організації пропедевтики й опосередкованого формування в школярів знань, навичок і вмінь при вивченні курсу математики в основній школі.

Ключові слова: знаково-символьні засоби, навчання математики, підлітки, семіотика, семіозис, логічне й візуальне мислення, методична система.

АННОТАЦІЯ

Тарасенкова Н.А. Теоретико-методические основы использования знаково-символьных средств в обучении математике учащихся основной школы. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук по специальности 13.00.02 – теория и методика обучения математике. – Национальный педагогический университет им. М.П. Драгоманова, Киев, 2003.

В диссертации представлены теоретико-методологические и методические основы использования знаково-символьных средств в обучении математике в школе. Определен понятийно-методологический аппарат, раскрыта диалектика связей логического и визуального в процессе освоения учащимися школьного курса математики, выявлены содержание и функции семиотического компонента математической подготовки школьников подросткового возраста. Теоретически разработана и экспериментально обоснована концепция комплексного, системного и деятельностного подходов к использованию знаково-символьных средств в обучении математике учащихся 5–9 классов, построена модель методической системы. Разработаны научные основы организации пропедевтики и опосредствованного формирования у школьников навыков и умений при изучении курса математики в основной школе.

Содержание школьного математического образования приобретает специфическую форму существования в разнообразных оболочках – вербальных и невербальных, которые создаются с помощью знаково-символьных средств разной природы. Ведущим средством является язык. В ходе обучения знаково-символьные средства выполняют заместительную, познавательную и коммуни-

кативную функции, создают информационную основу деятельности учеников. В процессе усвоения содержания образования они выступают и предметом изучения, и орудием познания. Оперирование знаково-символьными средствами – необходимый компонент учебной деятельности учеников, который непосредственно связан с семиозисом в учебной деятельности школьников, с обогащением концептуальных структур учащихся. Овладение разными средствами фиксации содержания учебного материала и каждым видом деятельности со знаково-символьными средствами – замещением, кодированием, схематизацией и моделированием, – служит основой развития информационной культуры учеников и предпосылкой для разнообразия личности каждого ученика.

Отбор и применение знаково-символьных средств необходимо осуществлять на основе анализа конфликтов между логическим и визуальным. Такие конфликты могут носить не только объективный, исторически обусловленный характер. Чаще они порождаются субъективными причинами – появлением у школьников непонимания содержания учебного материала и отрицательной установки относительно возможности постичь это содержание; неумением помещать содержание в разные знаково-символьные оболочки; наличием спаек (а не диалектического единства) содержания и формы, которые образовались в опыте учеников в предшествующем обучении, и т.п.

Адекватные условия для обучения и развития всех учеников при изучении математики в основной школе создаются в условиях комплексного, системного и деятельностного подходов к использованию вербальных и невербальных знаково-символьных средств. При этом новой задачей обучения математике в основной школе выступает формирование опыта самостоятельной предметной деятельности вместе с осознанным оперированием знаково-символьными средствами, формирование и развитие визуального мышления учеников, обогащение их визуально-оперативного опыта, которые служат основой и предпосылкой гармоничного развития логического мышления учеников и продуктивного изучения математики в 5–9 классах.

Особое значение в процессе обучения математике в 5–9 классах имеет организация деятельности кодирования в его целевом и ситуативном предназначении, а также обучение деятельности декодирования и перекодирования. На их основе ученики смогут правильно и более свободно осуществлять содержательную и знаково-символьную реорганизацию учебного математического содержания. Использование известными ученикам схем деятельности, их самостоятельное создание и применение при изучении нового материала и в процессе решения задач позволяет вносить определенный порядок в деятельность учеников при изучении математики, раскрывать на интуитивном или осознаваемом уровне диалектику и логику познания, создавать системы ориентиров для самостоятельной деятельности школьников. Важно, чтобы ученики учились проводить структурирование содержания, выявляли в нем содержательные и знаково-символьные аналогии, выполняли конфигурирование текстов и позиционирование вербального и невербального материала. В обучении школьников деятельности моделирования также целесообразно использовать специ-

альные системы упражнений и задач, построенных на дифференцированной основе.

В процессе пропедевтики и косвенного обучения привлекаются мощные ресурсы сферы бессознательного учеников – обогащается опыт зрительного узнавания, накапливаются определенные интуитивные “предзнания”, приобретается опыт выполнения отдельных предметно-практических действий. Расширение системы влияний на процесс формирования знаний, навыков и умений школьников становится возможным за счет специально построенного зрительного ряда обучения и системы упражнений, направленных на опережающее формирование у школьников умений выполнять определенные виды деятельности. Именно здесь роль визуальных упражнений и задач становится необычайно важной. Необходимость и возможность проводить обучение математике в двух плоскостях – в плоскости прямого обучения и плоскости обучения в фоновом режиме, – предъявляет новые требования к созданию организационно-методического обеспечения процесса обучения. Главная нагрузка при этом ложится на системы упражнений и задач. Их построение необходимо нацеливать не только на потребности текущего обучения в активном режиме, но и на решение задач пропедевтики и косвенного обучения.

Ключевые слова: знаково-символьные средства, обучение математике, подростки, семиотика, семиозис, логическое и визуальное мышление, методическая система.

SUMMARY

Tarasenkova N. A. The theoretic-methodical principles using of the sign-symbolic means in teaching mathematics of the basic school students. – Manuscript.

The Dissertation for a doctor's Degree of Pedagogical Sciences on the speciality 13.00.02. – The Theory and Methodics of teaching Mathematics. – The M.P.Dragomanov National Pedagogical University, Kiev, 2003.

The using of the theoretic-methodological and methodical principles of the sign-symbolic means in teaching mathematics at school are presented in the dissertation. The conceptually-methodological apparatus system is defined, the dialectics of the logical and visual connections in the process of mastering by the students of the mathematics school course is opened, the contents and functions of the semiotic component of the school teenagers training in mathematics are revealed. The conception of the complex, systematic and functioning approach to using of the sing-symbolic means in the teaching mathematics of the 5th-9th forms students is theoretically worked out and experimentally proved and well grounded, the methodic system model is constructed. The scientific principles of the propedeutics organizing and indirect forming of students' knowledge, skills and habits during the mathematics course studying at the basic school are worked out.

The key words: sign-symbolic means, mathematics teaching, teenagers, semiotics, semiozis, logical and visual thinking, methodic system.

