

РЕЗЮМЕ

Ибраимова Е. Е. Развитие математических способностей учащихся начальных классов с помощью сюжетных задач.

В статье автором поднимается проблема развития математических способностей учащихся начальной школы. Рассмотрена структура математических способностей, предложенная В. А. Крутецким. Дана характеристика возрастных особенностей младших школьников для формирования математических способностей. Основным видом математической деятельности школьников является решение задач. Именно в процессе специально организованного решения задач и происходит развитие математических способностей учащихся. Рассмотрено как может быть организована работа по развитию математических способностей посредством сюжетных задач. На примере такой задачи показан процесс развития математических способностей.

Ключевые слова: математические способности, учащиеся начальной школы, сюжетные задачи.

SUMMARY

Ibraimova E. Developing mathematical flairs at the initial classes of students by means of with a plot tasks.

In the article the author raises the problem of the development of mathematical skills of primary school students. The structure of mathematical skills proposed by V. A. Krutetskaya is investigated. The characteristic features of primary school age for formation of mathematical skills are given. The main type of mathematical activity of students is problem solving. It is in the process of solving specially designed problems that mathematical skills of students develop. The ways to organize work on the development of mathematical skills by means of plot-based problems are considered. The process of mathematical skills development is illustrated by an example of such problem.

Key words: mathematical skills, primary school pupils, plot-based tasks.

УДК 371.3:51

В. К. Кірман

Дніпропетровський національний
університет імені Олеся Гончара

ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ АДАПТИВНОЇ МАТРИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

У статті розглянуті адаптивні матричні моделі навчання математики. Відомо, що розуміння того, що врахування психологічних та вікових особливостей усіх учнів можливо лише при нелінійній організації викладу навчального матеріалу призвела поряд з ідеєю концентричного навчання до думки про виділення методико-змістових ліній курсу математики. Виокремлення достатньо великої кількості змістових ліній дозволяє вести розмову про матричну структуру навчання математики. А саме, фіксується скінчена кількість тем (модулів), нумерація яких фіксується у хронологічному порядку викладу, а також скінчена кількість методично-змістових ліній. Проілюстровано застосування матричних моделей для організації систематичної активної пропедевтики та популяризації математичних знань при поглибленому та профільному навчанні математики та ефективність застосування матричних моделей для ліквідації системних прогалин у знаннях учнів.

Ключові слова: адаптивне навчання, матрична модель, змістова лінія.

Постановка проблеми. Сучасне інформаційне суспільство вимагає від системи освіти більш глибокого вивчення як теоретичної математики, так і її застосувань. Вивчення математики набуло масовий характер, причому це стосується не лише базових математичних знань. Вже на рівні шкільної математики учні усіх розвинутих країн ознайомлюються з елементами математичного аналізу, теорії ймовірностей, дискретної математики, основами лінійної алгебри, логіки, теорії алгебраїчних структур. У той же час, на учнів збільшується інформаційне навантаження з інших дисциплін шкільного курсу, а кількість годин на вивчення математики зменшується. Особливо гостро педагоги -практики визначають невідповідність вимог навчальних програм з математики з готовністю ряду учнів сприймати навчальний матеріал.

Одним із шляхів вирішення складних проблем у навчанні математики стає впровадження адаптивних технологій навчання. В сучасній дидактиці адаптивне навчання трактується достатньо широко. Ми будемо дотримуватися концепції Р. Глейзера [11], згідно з якою адаптивність розглядається як здатність навчаючої системи генерувати послідовності задач, які одночасно виконують інформаційно-навчаючи та контролюючи функції. Такий підхід іде, з одного боку, від підходів середини минулого століття розглядати системи навчання як кібернетичні, що відображено, наприклад, у роботі Г. Паска [8], а з іншого, узагальнює ідеї С. І. Шохор-Троцького про метод доцільних задач. Саме такий підхід знайшов зараз практичну реалізацію у зв'язку з активним впровадженням тестових технологій, що систематизовано, наприклад, у роботі С. О. Гуцановича [3]. У фактично вже класичних дослідженнях П. Брусиловського [10] системи комп'ютерного навчання, зокрема дистанційні розглядаються виключно як адаптивні, такий самий підхід відображено в обзорах В. М. Касьянова, О. В. Касьянової [4] та В. В.Ковальчука [6].

В цілому, аналіз літературних джерел показує, що в фундаментальних дослідженнях адаптивне навчання, в основному, розглядається лише в контексті застосування ІКТ-технологій. У той же час, ІКТ-технології в реальних процесах навчання носять локальний, допоміжний характер і на сьогоднішній день не мають відповідної степені гнучкості. Щодо математики, то відповідні питання стають більш гострими через складну структуру змісту навчання математики, необхідність виконання нормативних вимог для різних стартових можливостях учнів

тощо. Тому постає питання розробки адаптивної системи навчання, яка охоплювала в основному усі аспекти процесу навчання математики і в той же час спиралася на реальні ресурси, що застосовуються в навчальному процесі, у тому числі часові та людські. Така система повинна враховувати та спиратися на різноманітні методи навчання, зокрема інтерактивні.

Аналіз актуальних досліджень. У вищеназваних джерелах [4; 6; 10] будуються концепції адаптивного навчання в контексті застосування комп'ютерних технологій. У комплексі досліджень О. І. Гужвенко [2] будується так звана координуюча модель системи навчання на прикладі системи навчання інформатики у військовому ВНЗ. Не зважаючи на достатньо специфічні задачі такого навчального закладу ідеї, висловлені в цих дослідженнях мають широке застосування. Один з головних результатів цих досліджень є розробка алгоритмів оптимального розрахунку дидактичного обсягу навчального матеріалу виходячи з можливостей як студентів, так і викладачів. У той же час, в теоретичних положеннях О. І. Гужвенко спирається на прогресивну ідею побудови індивідуальних навчальних траєкторій, що передбачає впровадження програмних засобів спеціального типу з елементами штучного інтелекту. Питання можливості реалізації глобальної системи з використанням таких засобів залишається дискусійним.

Отже, в сучасних умовах та майбутньому найбільш перспективними є впровадження таких адаптивних систем навчання, що спираються перш за все на специфіку структури подачі навчального матеріалу з використанням усіх можливих методів, форм та засобів навчання. Однією з перспективних моделей, що обговорюється зараз є матрична модель. Така модель будується О.О. Безменовим [1], але знов-таки мова йде про дистанційне навчання.

Роботи, що присвячені побудовам адаптивних систем навчання математики з використанням матричної моделі структурування навчального матеріалу нам невідомі. Також невідомі сучасні роботи по адаптивному навчанню, де ІКТ розглядаються лише як один з можливих засобів навчання, а не грають домінуючу роль. Отже, існує протиріччя між необхідністю впровадження адаптивних систем навчання математики та реальними можливостями їх реалізації. Ці питання потребують дослідження.

Метою статті є теоретичний аналіз організації адаптивних систем навчання математики на основі матричних моделей, класифікація та формування стратегій побудови таких систем.

Виклад основного матеріалу. Лінійна структура є традиційною з часів Евкліда для вивчення математики. У той же час багатовіковий досвід показав недосконалість вивчення математики саме за такою схемою і той факт, що на курс математики не треба дивитись, як на строгу формальну теорію став вже аксіомою. Мова йде, перш за все, про навчання математики широких кіл учнів, які не завжди мають достатньо високі математичні здібності. Розуміння того, що врахування психологічних та вікових особливостей усіх учнів можливо лише при нелінійній організації викладу навчального матеріалу призвела поряд з ідеєю концентричного навчання до думки про виділення методико-змістових ліній курсу математики.

Сучасні програми з математики чітко виділяють основні змістові лінії, наприклад, згідно [7], зміст математичної освіти в основній школі структурується за такими змістовими лініями: *числа; вирази; рівняння і нерівності; функції; елементи комбінаторики, теорії ймовірностей та статистики; геометричні фігури; геометричні величини*. У старшій школі до цього додаються ще лінії, що пов'язані з векторно-координатним методом, геометричними перетвореннями, основами математичного аналізу. Необхідність мотивації та популяризації математичних знань призвели нас до необхідності виділення додаткових змістових ліній, спрямованих на активну пропедевтику [5]: *поширення міжпредметних зв'язків, оптимізаційних задач, алгоритмізації, формалізації та аксіоматизації, неперервності, симетрій та перетворень, алгебраїчних структур, поширення геометричних уявлень, поширення функціональних уявлень, «олімпіадної» математики*.

Виокремлення достатньо великої кількості змістових ліній дозволяє вести розмову про матричну структуру навчання математики. А саме, фіксується скінчена кількість тем (модулів), нумерація яких фіксується у хронологічному порядку викладу, а також скінчена кількість методично-змістових ліній. Це дає можливість будувати базову методично-змістову матрицю $\|V_{i,j}\|$, тут i, j – номери модуля та змістової лінії відповідно, $V_{i,j}$ – максимальний зміст навчального матеріалу лінії j , що вивчається протягом модуля i . Обсяг $V_{i,j}$ включає в себе p -ятикомпонентний вектор (П, Т, С, ЗТ, ЗП), де П – поняття, Т – твердження, С – символіка, ЗТ – задачі теоретичного характеру, ЗП – задачі прикладного характеру. З іншого боку, $V_{i,j}$ можна

подати у вигляді змістової суми: $V_{i,j} = V_{i,j}^0 \oplus V_{i,j}^1$. Тут $V_{i,j}^0$, $V_{i,j}^1$, складові, що відповідають основним об'єктам засвоєння і тим, що розглядаються у фоновому режимі відповідно [9]. Якщо $V_{i,j}$ охоплює найбільший обсяг, то можна казати про активну фазу засвоєння по змістовій лінії j .

Така матрична модель є у певному розумінні універсальною. В межах її можна розглядати різноманітні структури навчання математики, зокрема лінійну, концентричну, поліконцентричну тощо. Ознакою концентричності, очевидно, є наявність декількох активних фаз по змістовим лініям. Матрична структура дозволяє структурувати повторення, узагальнення та систематизацію, пропедевтику навчального матеріалу. Головне: при вивченні окремого питання йде звернення майже до усіх змістових ліній. Очевидно, це можна організувати спеціальним добором задач, відповідний добір задач здійснюється на виконання поставлених цілей. Наприклад, при вивченні подібності трикутників у вигляді задачі можна ознайомити учнів з властивостями відрізків хорд, що перетинаються. Далі можливі різні варіації задач негеометричного характеру з використанням відповідного факту. А саме: а) три відрізка хорд відомі, знайти четвертий (довжини відрізків можуть задаватися натуральними числами, звичайними дробами, десятковими дробами – відпрацьовуються навички роботи з натуральними та дробовими числами); б) задано два відрізка, про третій відомо, що він складає певний відсоток або частину від першого, треба знайти четвертий (відпрацьовуються найпростіші задачі на дроби та проценти); в) задано два відрізка на різних хордах, відомо, що третій на певну величину більше за четвертий (повторення лінійних рівнянь); г) задано два відрізка на одній хорді, третій на певну величину більше за четвертий (застосування квадратних рівнянь); д) задано два відрізка, побудувати графік залежності третього від четвертого (повторення прямої та оберненої пропорційності, при чому увага звертається на область визначення функцій).

Особливий інтерес має застосування матричних моделей для організації систематичної активної пропедевтики та популяризації математичних знань при поглибленому та профільному навчанні математики. Так, при вивченні систем лінійних нерівностей можна розв'язувати найпростіші задачі лінійного програмування (напівактивна фаза оптимізаційних задач), при вивченні геометричних перетворень,

очевидно, є можливість на прикладах задач вести розмову про основи теорії груп, вивчення основ стереометрії вмикає у активну фазу лінію формалізації, вивчення основ теорії подільності – лінію алгебраїчних структур. Дуже важливо зрозуміти, що в силу вікових особливостей учням дуже важко зосереджувати увагу при розгляді якогось одного питання, що знаходиться у стані активної пропедевтики, тому тут також важливо «розмити» відповідне питання по різних модулям.

Очевидною стає потреба кількісного аналізу матричних моделей. Вона стала актуальною, перш за все, через активне впровадження систем дистанційного навчання [1]. Для матричної структури навчання можна ввести матрицю інформаційних зв'язків $\|r_{i,j}\|$ з відповідними коефіцієнтами у порядковій шкалі. Величини $R_j = \sum_i r_{i,j}$ характеризують інформаційну насиченість відповідної змістової лінії курсу чи його частини. Крім того, можна вводити матрицю витрат $\|t_{i,j}\|$ (її формування базується як на матриці інформаційних зв'язків, так і на емпіричному статистичному матеріалі), що дає характеристику про складність вивчення відповідних питань (одна з можливостей – в одиницях, пропорційних часу). Очевидно, що завжди виникатиме система обмежень: $r_{i,j} \geq c_{i,j}$, тут $c_{i,j}$ – нормативні показники (система нормативних обмежень); $\sum_j t_{i,j} \leq T_i$, тут T_i – нормативи витрат (система витратних обмежень). При формуванні методично змістової матриці, очевидно, мова йде про задачу багатокритеріальної оптимізації: $R_j \rightarrow \max$.

Не зважаючи на те, що деякі сучасні підручники в неявному вигляді використовують ідеологію матричної структури, матричні моделі, як елементи навчальних технологій активно не впроваджуються. Складності тут полягають у принциповій неможливості створення універсальних базових змістовно-методичних матриць, матриць витрат та інформаційних зв'язків. Додаткові обмеження на $r_{i,j}$, очевидно, повинні бути пов'язані з конкретними контингентами учнів. У той же час, очевидною є ефективність застосування матричних моделей для ліквідації системних прогалин у знаннях учнів, систематизації та пропедевтики начального матеріалу.

Формування величин $\|r_{i,j}\|$ можливо завдяки ідеї квантування навчального матеріалу. Для цього вводиться поняття елементарного

навчального завдання (ЕНЗ). ЕНЗ можуть бути різного вигляду, для математики, наприклад, їх вигляд визначають типи задач (обчислення, доведення, побудову, просте дослідження), а також завдання на розпізнавання після відповідної ілюстрації тощо. ЕНЗ мають мати однакову інформаційну вагу, що визначається експертним шляхом.

Адаптивна система навчання математики на базі матричної моделі передбачає певну діяльність учителя по організації гнучкого планування навчального процесу. Першим етапом стає *контурне планування*, результат якого – матриця нормативних завдань на певному горизонті. Другий етап – оперативне панування, що включає початкове визначення компонентів $V_{i,j}^1$. Третій етап включає фактично послідовність модульних циклів. Модульні цикли стикаються контрольнo-діагностичними тестуваннями. Їх відмінність від тематичних тестувань полягає в тому, що опитування проводяться по всім змістовим лініям курсу математики з чіткою фіксацією вектора спостережень. Структура модульного циклу представлена на рис. 1.

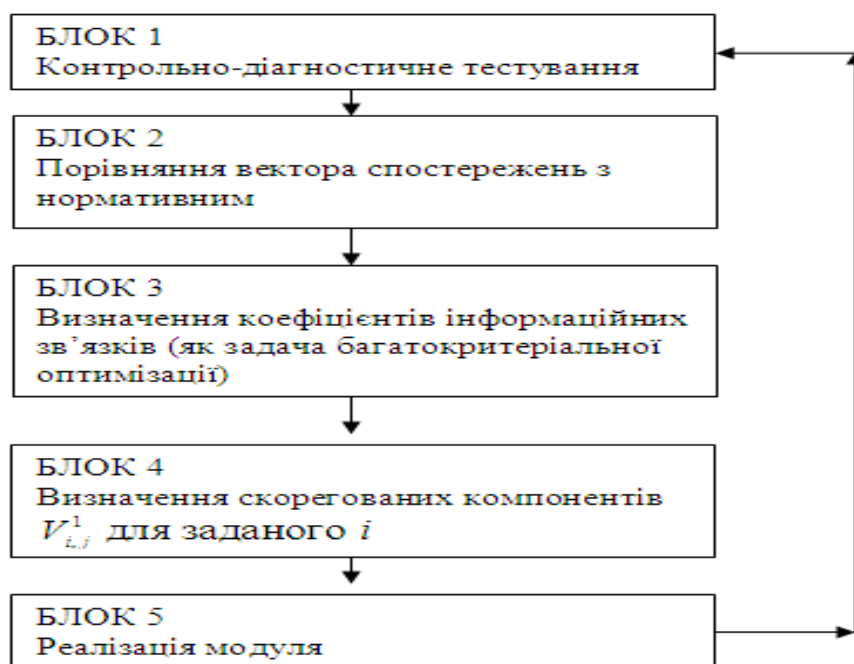


Рис. 1. Структура модульного циклу

Описану вище систему можна назвати повністю керованою адаптивною системою навчання математики. Зрозуміло, що її реалізація передбачає використання комп'ютерних технологій, як для статистичного аналізу, так і для формування та управління базою задачних ресурсів. Причому, якщо нехтувати цим фактором, то система саме в такому вигляді стає непрацюючою, бо вимагатиме великих людських витрат. Тому по

ступені керованості систем матричної структури можливо виділити *хаотичні матричні системи, частково керовані, напівкеровані, майже керовані та повністю керовані*.

Значна кількість вчителів зараз працюють фактично з хаотичними та частково керованими схемами, інтуїтивно розуміючи необхідність додаткового добору навчальних завдань. На нашу думку, повністю керована адаптивно-матрична система навчання не може бути впровадження безпосередньо як результат деякого інформаційно-освітнього проекту. Ми вважаємо повністю керовану систему адаптивну навчання математики як граничний стан, до якого прямують в результаті еволюції матричні системи. Таким чином, в контексті синергетичного підходу можна вести розмову про локальну та глобальну адаптацію систем навчання. Локальна адаптація – це налаштування на відповідний учнівський колектив, глобальна – це формування ефективно працюючих компонентів локальної адаптації.

Для можливості еволюції систем навчання математики ми бачимо як необхідну вимогу зовнішнього середовища (системи навчання в цілому) впровадження моніторингу реальних учнівських досягнень (і не тільки для випускників шкіл).

Висновки. Високотехнологічні адаптивні системи навчання математики слід розглядати як граничний стан еволюції систем з елементами адаптації на основі матричних моделей. Матричні моделі навчання математики є в певному розумінні універсальними для опису технологій навчання, дозволяють при різних степенях керованості регулювати процеси повторення, систематизації, узагальнення та пропедевтики і, що дуже важливо, ліквідації прогалин у знаннях учнів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Безменов А. А. Матричная модель построения учебного материала для дистанционного обучения / А. А. Безменов // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2012. – № 10. – С. 58-63.
2. Гужвенко Е. И. Построение содержания курса информатики в координирующей модели обучения / Е. И. Гужвенко // Информатика и образование. – 2005. – № 5. – С. 101-104.
3. Гуцанович С. А. Тестирование в обучении математике: диагностика – дидактические основы / С. А. Гуцанович, А. М. Радьков. – М.: Школа, 2002. – 220 с.
4. Касьянов В.Н. Адаптивные системы и методы дистанционного обучения / В. Н. Касьянов, Е. В. Касьянова // Информационные технологии в высшем образовании. – 2004. – Т1, N4. – С. 35-41.
5. Кірман В. К. Рівні аргументації в процесі навчання математики / В. К. Кірман // Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики : Міжнар. наук.-практ. конференція до 80-річчя з дня народження доктора пед. наук, проф.

- З.І. Слєпкань : тези доповідей 11 – 13 травня 2011 р. – Київ, 2011. – С. 152 –153.
6. Ковальчук В.В. Теоретические основы адаптивного обучения/ В. В. Ковальчук // Пачаткова школа. – 2006. – № 3. – С. 74-79.
7. Математика. навчальна програма для учнів 9-11 класів. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
http://mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/ educational_programs/1349869429/
8. Паск Г. Обучение как процесс создания системы управления/ Г. Паск // Кибернетика и проблемы обучения. – М.: Прогресс, 1970. – 360с
9. Тарасенкова Н. А. Використання знаково-символічних засобів у навчанні математики : монографія / Н. А. Тарасенкова. – Черкаси: Відлуння-Плюс, 2002. – 400 с.
10. Brusilovsky P. Adaptive hypermedia / P. Brusilovsky //User Modeling and User-Adapted Interaction. – 2001. – Vol 11. -P. 87-110.
11. Glaser R. Adaptive education: Individual diversity and learning/ R. Glaser. – N. Y. 1977. – 181 p.
12. Lord F.M. Application of Item Response Theory to Practical Testing Problems./F.M. Lord . – Hillsdale N – J. Lawrence Erlbaum Ass., Publ. 1980. – 266 p.

РЕЗЮМЕ

Кирман В. К. Подходы к построению адаптивной матричной системы обучения математике.

В статье рассмотрены адаптивные матричные модели обучения математики. Осознание необходимости учета психологических и возрастных особенностей всех учащихся лишь при нелинейной организации изложения учебного материала привело вместе с идеей концентрического обучения к мысли выделения содержательно-методических линий курса математики. Выделение достаточно большого количества содержательных линий позволяет вести речь о матричной структуре изучения математики. Для этого фиксируется конечное количество тем (модулей), нумерация которых проводится в хронологическом порядке, а также конечное количество содержательно-методических линий. Показано применение матричных моделей для организации активной пропедевтики и популяризации математических знаний при углубленном изучении математики и эффективность применения матричных моделей для ликвидации пробелов в знаниях учащихся.

Ключевые слова: адаптивное обучение, матричная модель, содержательная линия.

SUMMARY

Kirman V. Approach to design of adaptive matrix system mathematics teaching.

In the article adaptable matrix models of teaching mathematics are examined. It is known that understanding of the fact that taking account of psychological and age peculiarities of all students is only possible along with non-linear organization of presentation of academic material, which led together with the idea of concentric study to the thought of picking out conceptual lines of a mathematical course. Picking out quite a large number of conceptual lines allows us to conduct the conversation about matrix structure of teaching mathematics. Precisely, it is fixed the finite quantity of themes (modules), the numbering of which is fixed in a chronological order of presentation, and also the finite quantity of conceptual lines. It was shown the application of matrix models for organising of systematic active preliminary study and popularisation of mathematical knowledge along with profound and core study of mathematics and the effectiveness of application of matrix models for liquidation of systematic gaps in students' knowledge.

Key words: adaptive teaching, matrix model, conceptual line.