

Л. А. Вишнякова,

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

АВТОМАТИЗАЦИЯ САМОКОНТРОЛЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Аннотация

В области компьютерного обучения наибольшее распространение получил контроль на основе множественного выбора, отличающийся многими недостатками. Чтобы повысить качество обучения, необходимо выйти в область контроля на естественном языке. Особенно это важно в начальной школе при изучении математики. В статье показано, что значительное количество всех математических задач и упражнений поддаются формализации. Следовательно, контроль их выполнения можно поручить компьютеру.

Ключевые слова: компьютерное обучение, контроль знаний, самоконтроль, автоматизация контроля, качество обучения, начальная школа, математика, контроль на естественном языке, интеграция электронных и традиционных учебников.

Проблема качества обучения всегда была одной из наиболее актуальных, но особенно она обострилась в последние десятилетия, причем во всем дидактическом диапазоне — от дошкольной подготовки до вузов. Очевидно, что если серьезно говорить о массовом повышении качества образования, то основное внимание необходимо уделять средней общеобразовательной школе (СОШ), поскольку абитуриент с поверхностными знаниями школьного курса, особенно математики, как показывает опыт, став студентом, испытывает далеко не всегда преодолимые трудности в освоении вузовской программы. А в средней школе начинать следует с младших классов, так как обучающиеся, недостаточно глубоко освоившие программу начальной школы, в дальнейшем, как правило, остаются «серыми троечниками». В докомпьютерные времена усилиями новаторов создавались очень эффективные образовательные методики для СОШ. Однако получить массовое распространение они не могли, поскольку эффект от их применения

обеспечивался не столько методиками, сколько личностными качествами их создателей. В связи с этим надежды на массовое повышение образовательного уровня можно связывать лишь с компьютерами. Но современный компьютер хорошо приспособлен только для информирования обучающихся. А на этапе контроля, там, где решается вопрос об уровне усвоения учебной информации и, следовательно, о качестве обучения, возможности компьютера ограничены принципом формализации, согласно которому компьютер, оценивая ответы обучающегося, сравнивает их с хранящимися в его памяти эталонами не по смыслу, а по форме символического представления. Выявить пути повышения качества автоматизированного контроля знаний при изучении математики в начальной школе, учитывая ограниченность компьютерных возможностей принципом формализации, — главная цель данной статьи. Очевидно, что в наибольшей степени требованиям формализации удовлетворяют задачи с однозначными ответами, хотя в принципе компьютерный контроль возможен и в

тех случаях, когда правильных ответов несколько. Задачи с однозначными ответами встречаются во многих учебниках. Однако в компьютерном обучении ко всем задачам, даже формализуемым, обычно применяется метод, основанный на выборочном принципе (множественном выборе), искусственном приеме, изобретенном около ста лет назад. Метод выбора одной или нескольких альтернатив из заданного их списка отличается многими недостатками по сравнению с контролем на основе естественных ответов. Поэтому первый шаг на пути совершенствования компьютерного контроля заключается в выходе за рамки множественного выбора.

Второй шаг связан с задачей интеграции электронных и полиграфически издаваемых традиционных учебников. Применительно к вопросам контроля знаний задача интеграции сводится к разработке системы, где основная учебная информация и контрольные задания содержатся в обычных учебниках, а контроль осуществляется при помощи компьютера [17]. В принципе задача интеграции может быть решена по аналогии с компьютерными учебниками, где для реализации контроля в компьютерную память заранее записываются массивы эталонной информации, благодаря чему компьютер на каждый вопрос заданной темы «знает» правильные ответы. Эталоны используются для контроля знаний обучающихся и для выдачи правильных ответов, если в этом возникнет необходимость. Такой вариант контроля по своей сути является антропоморфным, так как основан на копировании действий человека, контролирующего знания обучающихся в естественных образовательных системах. Однако подобная организация контроля

приемлема лишь для компьютерных учебников. В случае же обычных книг контроль на основе антропоморфизма является в высшей степени проблематичным из-за недостатков, присущих принципу копирования действий человека. Главный недостаток заключается в том, что перед каждой операцией контроля необходимо обращаться к массивам эталонных ответов. Кроме того, практически исключается возможность пополнения фонда контрольных вопросов и задач, вследствие чего контроль возможен лишь в пределах того фонда, который был предусмотрен автором соответствующего учебника или сборника упражнений. Можно отметить также трудноразрешимую проблему несанкционированного доступа к эталонным ответам, особенно в системах внешнего контроля. Для устранения отмеченных недостатков необходимо выйти за рамки антропоморфизма. Это можно сделать путем организации контроля не сравнением ответов с эталонами, а проверкой их на соответствие специальным критериям [6]. Главная положительная особенность неантропоморфного подхода заключается в том, что контролирующий алгоритм во всех случаях может быть одним и тем же независимо от семантического содержания дисциплин, изучаемых в СОШ и вузах. Все подобные алгоритмы являются универсальными по своей сути. Один из них применяется в информационно-дидактической системе (ИДС) «Символ» [18]. В дидактический фонд ИДС «Символ» входят только кодированные задания, т. е. каждое задание, которое в общем случае может состоять из нескольких задач, кроме формулировок условий содержит номер контролирующего критерия в виде специального кода задания (КЗ), обычно

состоящего из трех-четырех знаков (иногда — из двух) какого-либо алфавита. Например: «За четыре секунды поезд при равномерном движении проходит 100 метров. Сколько километров поезд пройдет за полтора часа при той же скорости? (ТМЗ)». В данном случае КЗ состоит из упорядоченной последовательности трех знаков: двух букв русского алфавита (Т и М) и одной цифры (3). Обучающийся, решив эту задачу, для проверки ответа набирает на компьютерной клавиатуре число 135 (в случае верного ответа) и вводит код ТМЗ, указанный в конце условия. В КЗ закодирован не ответ, а критерий, при помощи которого компьютер отличает правильные ответы от неправильных. Так как 135 — это правильный ответ, то компьютер, проверив его на соответствие критерию, представленному кодом задания ТМЗ, выводит сообщение: «Правильно». В случае ошибочного ответа проверка покажет, что критерию ТМЗ введенное число не удовлетворяет, и обучающийся получит сообщение: «Неправильно». Контроль в ИДС «Символ» возможен в системе как выборочных, так и естественных ответов (причем без ограничений по их длине). Проиллюстрируем это на примере выборочного теста из [7, с. 81], воспользовавшись контролирующим алгоритмом ИДС «Символ», и отметим достоинства естественного контроля и недостатки выборочного метода: «Обведите номер правильного ответа. Если сумму чисел 80 и 12 уменьшить на 25, то получится... 1) 99; 2) 67; 3) 43; 4) 90 (П93)». Правильным к этой задаче является ответ 67, идущий в списке альтернатив под номером 2. При наборе числа 2 и кода П93 компьютер выведет сообщение: «Правильно». С какой целью разработчик теста включил в список

ответов неправильные альтернативы? Только с одной: замаскировать верный ответ. Это можно сделать многими способами, но выбирать альтернативы следует обоснованно, например, из тех чисел, которые в качестве неправильных ответов обучающиеся получали ранее, решая ту же задачу. Однако обоснованный выбор всех альтернатив — это очень непростая задача и часто неразрешимая. Поэтому не редкость, когда варианты неправильных ответов приводятся без каких-либо обоснований. В случае внешнего контроля, когда повторно вводить ответ к одной и той же задаче не допускается, в этом заключается подсказка обучающемуся: если получившийся ответ отсутствует в списке альтернатив, то он является неверным. Следовательно, надо искать другое решение, поскольку ввести в компьютер получившийся ответ невозможно. После нескольких итераций будет найден ответ, совпадающий с одним из перечисленных в списке вариантов. Скорее всего, он окажется правильным, поскольку вероятность его совпадения с другими альтернативами, приведенными без обоснований, является слишком низкой. При самостоятельном выполнении домашней работы, когда отсутствуют ограничения на количество проверок ответа, задачу вообще можно не решать: гораздо проще проверить каждую из альтернатив и чисто механически найти правильный ответ. Это снижает эффективность самостоятельной работы. Все подобные трудности отпадают, если формализуемую задачу представить в традиционном (естественном) виде, без списка альтернатив. Например, рассмотренная задача вне рамок множественного выбора в ИДС «Символ» имеет вид: «Если сумму чисел 80 и 12 уменьшить на 25, то

получится... (НИД)» В отличие от выборочного варианта контроля в данном случае обучающийся набирает на компьютерной клавиатуре тот ответ, какой у него получится в результате решения задачи. С практической точки зрения наиболее значительные преимущества естественного представления задач в сочетании с неантропоморфным подходом заключаются в следующем: 1) при подготовке контрольных заданий полностью отпадает необходимость в подборе альтернативных вариантов ответа, благодаря чему существенно снижаются трудозатраты на разработку тестовых материалов. Кроме того, контрольные задания принимают естественный вид, подобно тому как они представляются в школьных учебниках традиционного (бескомпьютерного) обучения; 2) при отсутствии готовых ответов обучающийся не получает никаких подсказок, а подбором найти правильный ответ гораздо труднее по сравнению с множественным выбором, особенно в случае ответов, состоящих из нескольких знаков. Этим достигается существенное повышение эффективности самостоятельной работы; 3) в процессе самоконтроля обучающийся не отвлекается на анализ неверных ответов (так как их список отсутствует). Все его внимание направлено на поиск решения задачи; 4) кодированные задания могут составлять каждый преподаватель (операция кодирования в ИДС «Символ» автоматизирована [5]), после чего они могут применяться другими преподавателями. Кодированные задания можно включать в учебники, из них можно составлять сборники задач. Примером такого сборника является [8]; 5) обычно в учебниках для начальной школы ответы к задачам не приводятся, поэтому самостоятельная работа без участия учителя исключается, так как

самоконтроль невозможен. Кодированные же учебники отличаются завершенностью: обеспечивается возможность проверки правильности ответа без обращения к учителю. И вообще, дидактическое качество любых изданий по математике можно существенно повысить, если к задачам привести коды заданий. Например, в [14] приведено 327 задач. Читать их очень интересно, но решать практически нет смысла, так как проверить ответы невозможно. Дидактическая ценность подобных книг во много раз возрастет, если всем задачам присвоить коды заданий. Следует отметить и то обстоятельство, что перечни альтернатив придают выборочным заданиям громоздкий вид, в то время как естественные формулировки тех же заданий имеют предельно компактное представление. Существующие школьные учебники, ориентированные на традиционное (бескомпьютерное) обучение, разрабатывались без учета требований формализации. В них содержатся как формализуемые, так и неформализуемые задачи, причем в количествах, необходимых (по мнению их авторов) для успешного освоения соответствующих образовательных программ. Каких задач в учебниках больше, формализуемых или неформализуемых, для бескомпьютерного обучения значения не имеет, так как в обоих случаях контроль осуществляется преподавателем. В автоматизированных же системах компьютерному контролю доступны только формализуемые задачи. Следовательно, при замене преподавателя компьютером неизбежны дидактические потери. О масштабах этих потерь можно получить представление из [9], где на примере двадцати учебных пособий по математике для вузов и

старших классов СОШ показано, что почти половина всех вопросов, содержащихся в исследованных пособиях и имеющих наибольшее дидактическое значение, находится вне возможностей компьютерного контроля. Это задания типа: доказать, пояснить, сформулировать, привести пример и др. Контроль подавляющего большинства математических выражений вследствие неоднозначности их естественной записи также далеко не всегда может быть поручен компьютеру. То же самое относится и к вопросам, когда ответ требуется представить в виде какого-либо рисунка: схемы, графика, эскиза, диаграммы и др. Теоретически, как отмечено в [9], компьютерному контролю доступны всего лишь 27 % от общего числа тех вопросов и задач, которые приведены в исследованных пособиях. С практической же точки зрения эта оценка гораздо ниже по таким причинам, как трудоемкость набора громоздких математических выражений и необходимость сопровождения контрольных заданий различными инструкциями, обеспечивающими однозначность ввода ответов. Реально компьютер можно применять для автоматизации контроля лишь в тех случаях, когда ответы — простейшие формулы, положительные и отрицательные целые числа, математические знаки, обыкновенные и десятичные дроби, отдельные слова и некоторые словосочетания. Задач с такими ответами, согласно [9], сравнительно немного. Поэтому компьютерная составляющая контроля (а также самоконтроля) в вузах и старших классах СОШ, если ориентироваться на традиционные учебники математического профиля, не может быть ведущей. Однако этот вывод не распространяется на младшие и средние

классы СОШ, так как обучение в них ведется по учебникам, характеризующимся иными соотношениями между объемами формализуемых и неформализуемых задач. Например, в [11] приведены 3411 задач, из которых 3129 с однозначными ответами (т. е. поддающихся формализации), что составляет 91,73 % от всего объема контрольных материалов книги [11]. Анализ других учебников показывает, что и в них большинство задач могут быть формализованы. В таблице представлены результаты исследования десяти школьных учебников по математике, изданных в разные годы различными авторами. В колонке, обозначенной «Учебник», отмечены номера книг из библиографического списка. В нижней строке показано, что всего в исследованных учебниках [1—4,10—13,15,16] содержится 43 892 задачи, из которых 39 292 поддаются формализации и 4600 задач не могут быть формализованы. В колонке «Для компьютера в процентах» записано число 89,5. Оно говорит о том, что в учебниках по математике начального и среднего звена СОШ 89,5 % задач являются формализуемыми. Компьютер при таком большом процентном содержании формализуемых задач может оказаться очень неплохим помощником в работе учителя начальных классов. Но это возможно лишь в случае, когда контроль осуществляется на основе естественных ответов и вне рамок антропоморфного подхода к организации компьютерного контроля. Кроме того, необходимо учесть, что занятия с применением автоматизированной технологии контроля могут быть реализованы различными вариантами, из которых не все являются одинаково эффективными. Например, возможность проведения

ежедневных занятий в компьютерном классе является дискуссионной. Наилучшим представляется вариант, когда у каждого обучающегося имеется индивидуальное средство контроля, например, «наладонник», в памяти которого хранится контролирующая программа. Однако подобные технические средства по цене доступны далеко не всем обучающимся. В связи с этим разработчики ИДС «Символ» кроме программного (компьютерного) варианта контролирующего алгоритма предусмотрели его реализацию в виде специализированного устройства (названного «Символ-Тест»), своеобразного дидактического калькулятора, малогабаритного по размерам, предельно простого в применении и по цене доступного практически всем слоям населения. Многолетние эксперименты по проверке эффективности контролирующих алгоритмов проводились в основном с применением устройств «Символ-Тест» и их многочисленных модификаций. Эксперименты показали, что эти устройства можно рекомендовать к более широкому применению, однако в общем случае безразлично, какие применяются средства, «наладонники», смартфоны, устройства «Символ-Тест» и др. Важно лишь то, что они должны быть индивидуальными (но в принципе допустимы случаи, когда одним прибором пользуются несколько обучающихся). Таким образом, для повышения качества автоматизированного контроля знаний при изучении математики в начальной школе имеются значительные и до сих пор не использованные возможности, обусловленные очень высоким процентом формализуемых задач (в среднем 89,5 %). Для реализации этих возможностей необходимо выполнить

два основных требования: 1) контроль осуществлять на основе естественных ответов, т. е. вне рамок множественного выбора, обращаясь к выборочному методу лишь в случае неформализуемых задач. Например, из [1—4, 10—13, 15, 16] 10,5 % задач не поддаются формализации. Следовательно, только к ним имеет смысл применять метод множественного выбора, благодаря которому хотя и не всем, но многим из них может быть придана искусственная однозначность формирования ответов; 2) контролирующие программы строить по неантропоморфному принципу, чтобы исключить необходимость записи в компьютерную память массивов эталонной информации. В результате получится контролирующая система, которая, благодаря простоте практической реализации, может стать существенным подспорьем в работе учителя начальных классов. Литература 1. Виленкин Н. Я., Чесноков А. С., Шварцбурд С. И. Математика: учебник для 4 кл. сред. шк. М.: Просвещение, 1984. 2. Виленкин Н. Я., Чесноков А. С., Шварцбурд С. И. Математика: учебник для 5 кл. сред. шк. СПб.: Свет, 1995. 3. Виленкин Н. Я., Нешков К. И., Шварцбурд С. И. Математика: учеб. пособие для 5 кл. сред. шк. М.: Просвещение, 1975. 4. Виленкин Н. Я., Чесноков А. С., Шварцбурд С. И., Жохов В. И. Математика: учебник для 6 кл. сред. шк. М.: Просвещение, 1993. 5. Вишнякова Л. А., Шевелев М. Ю. Программа кодирования эталонной информации «Символ-ОК-2» для автоматизированного контроля знаний. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014616371. Дата поступления 02 июля 2014 г., дата гос. рег. 28 августа 2014 г. 6. Вишнякова Л. А., Шевелев М. Ю., Шевелев Ю. П. Два подхода к проблеме

- автоматизации контроля знаний // Информатика и образование. 2014. № 1.
7. Гулюгина М. О. Формирование тестовой культуры: практическая методика обучения учащихся работе с тестами. 1—4 классы. Волгоград: Учитель, 2008.
8. Долецкая Г. Н., Донских Л. П. Математика: Для начальной школы: В 5 частях. Томск: Дельтаплан, 2004. Ч. 5.
- Автоматизированная технология обучения «Символ». 9. Магазинников Л. И., Шевелев М. Ю., Шевелев Ю. П. Компьютерное управление обучением: пределы возможностей // Доклады Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2008. № 1 (17).
10. Моро М. И., Бантова М. А. Математика: учебник для 2 кл. трехлет. нач. шк. М.: Просвещение, 1991.
11. Моро М. И., Бантова М. А., Бельтюкова Г. В. и др. Математика: 2 кл.: учебник для четырехлет. нач. шк. М.: Просвещение, 1988.
12. Моро М. И., Бантова М. А., Бельтюкова Г. В. и др. Математика: 3 кл.: учебник для четырехлет. нач. шк. М.: Просвещение, 1988.
13. Моро М. И., Бантова М. А., Бельтюкова Г. В. и др. Математика: учебник для 4 кл. четырехлет. нач. шк. М.: Просвещение, 1989.
14. Остер Г. Задачник по математике. М.: Росмэн, 1994.
15. Пчелко А. С., Бантова М. А., Моро М. И., Пышкало А. М. Математика: учебник для 3 кл. М.: Просвещение, 1979.
16. Пчелко А. С., Бантова М. А., Моро М. И., Пышкало А. М. Математика: учебник для 3 кл. трехлет. нач. шк. М.: Просвещение, 1991.
17. Шевелев М. Ю., Шевелев Ю. П. Об интеграции традиционных и компьютерных учебников в автоматизированных обучающих системах // Доклады Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники: Автоматизированные системы обработки информации, управления и проектирования. 2003. № 1 (9).
18. Шевелев М. Ю., Шевелев Ю. П. Технические средства контроля знаний для систем автоматизированного обучения. Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2006.