

УДК 372.3, 372.4

С. А. Поликарпов¹, Т. А. Рудченко²

¹polik@mi-ras.ru

Математический институт им. В. А. Стеклова РАН, Москва, Россия

²rudchenko1@yandex.ru

Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга

ФИЦ ИУ РАН, Москва, Россия

БУМАЖНЫЙ И ЦИФРОВОЙ УЧЕБНИКИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПОДХОДОВ *

Обсуждается опыт разработки цифровой версии одного курса для начальной школы. В ходе создания комплекта заданий для цифрового учебника был обнаружен и проанализирован ряд существенных отличий – преимуществ и недостатков по сравнению с традиционным бумажным учебником. Эти наблюдения могут оказаться полезными при создании цифровых версий других учебников.

Ключевые слова: математическая грамотность, начальная школа, цифровые технологии, цифровые образовательные ресурсы.

Sergei A. Polikarpov¹, Tatiana A. Rudchenko²

¹polik@mi-ras.ru

Steklov Mathematical Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²rudchenko1@yandex.ru

Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing of FRC CSC RAS, Moscow, Russia

PAPER AND DIGITAL TEXTBOOKS IN PRIMARY SCHOOL. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE APPROACHES

The report discusses the experience of developing a digital version of one course for primary schools. During the creation of a set of tasks for a digital textbook, a number of significant differences were discovered and analyzed – advantages and disadvantages compared to a traditional, paper textbook. These observations can be useful when creating digital versions of other textbooks.

Keywords: mathematical literacy, primary school, digital technologies, digital educational resources.

В статье речь пойдет об опыте разработки цифровой версии экспериментального курса «Математика и информатика 1–4» [1]. В курсе предлагается новый подход к интеграции традиционного для начальных классов математического содержания и нового материала, необходимость изу-

© Поликарпов С. А., Рудченко Т. А., 2021

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14152 мк «Фундаментальные основы формирования математической грамотности для цифрового общества на начальном уровне образования».

чения которого подчеркивается стандартами начальной школы и потребностями курсов основной и старшей школы. Математика и ее приложения рассматриваются как элемент системообразующий, затрагивающий все предметы школьной программы. Изложение базируется на небольшом числе базовых понятий: цепочка (последовательность) объектов, цепочка натуральных чисел, мультимножество (в терминологии учебника – мешок), дерево (направленный граф).

Помимо традиционной бумажной, был создан прототип цифровой версии этого курса. Первая версия была выполнена на основе технологии Flash и предусматривала только веб-исполнение (для работы на персональном компьютере). Актуальным требованием времени, в особенности в условиях дистанционного и гибридного обучения, является возможность работы с учебником и на мобильном устройстве.

Отметим, что при создании компьютерной версии речь не идет о замещении компьютером/планшетом работы с бумажными учебниками: оба варианта нужны и важны в начальной школе и, как следует из нашего опыта, не мешают друг другу, а дополняют. Покажем это далее на некоторых важных примерах.

Как и у многих других авторов, в рамках курса предусмотрена работа учащегося в тетради, изготовленной полиграфическим способом. Традиционные инструменты для работы в бумажных тетрадях ограничены следующим перечнем: карандаш/ручка/фломастер, ножницы, линейка, ластик. Переход к цифровой версии влечет, с одной стороны, необходимость реализовать аналоги этих инструментов для работы на компьютере. С другой стороны – логично научить ребенка пользоваться стандартным набором графических инструментов, существующих во взрослой цифровой среде, и дать возможность ими пользоваться. Отдельно важно найти и использовать такие типы задач, решение которых на бумаге невозможно или неудобно, но вполне доступно в компьютерной среде.

Сравним материальную и компьютерную реализации инструментов с точки зрения удобства выполнения часто повторяющихся в курсе простейших действий учащегося, таких как рисование линий, закрашивание, вырезание. При этом мы не будем здесь подробно описывать компьютерную среду, в которой происходит работа учащегося и точный алгоритм работы компьютерных аналогов привычных инструментов. Для удобства можно мыслить себе интерфейс графического редактора.

Работа вручную. *Цветные карандаши или фломастеры* – основной рабочий инструмент при работе в тетради. В задачах курса используется типовая цветовая палитра и учащимся рекомендуется иметь именно такой набор цветов: цвета радуги и чёрный. *Ластик* обычно не помогает при работе цветными карандашами и фломастерами, поэтому единственный способ исправить – это зачеркнуть неверное решение и нарисовать снова верное. Раскрашивание области карандашом – важное умение для развития мелкой моторики, но занимает непропорционально большое время при решении задач. *Ручка* используется детьми для письма букв

и цифр, в нашем курсе буквы и цифры используются наравне с графическими объектами, поэтому объем письма при решении задач в целом оказывается небольшим.

Ножницы – освоению этого инструмента в детском саду и школе отводится много времени, потому что пользоваться им непросто: аккуратно вырезать фигуру сложной формы и взрослому не всегда под силу и на это уходит много времени. А левши вообще не могут пользоваться обычными ножницами, им нужны специальные, для левой (которыми, наоборот, правши не могут ничего вырезать). Для решения задач на пересчет или на построение мешков и цепочек нужны разнообразные готовые объекты. Удобным выходом были бы готовые наклейки – вырезанные заранее и с нанесенным многоразовым клеем. Но включение листов с такими наклейками в рабочие тетради делает их чрезвычайно дорогими.

Работа на компьютере и планшете. Разумеется, при работе на компьютере рисование линии нужного цвета – гораздо более простой процесс. В задачах на компьютере можно легко исправить ошибку, провести много линий, удалить ненужные, легко начать решать задачу сначала. Поэтому мы можем предлагать ребенку более сложные и разнообразные задачи, которые решаются путем проб и ошибок. В компьютерных задачах раскрашивание области и изменение ее раскраски происходит за один клик. Это дает очень большой выигрыш во времени по сравнению с работой карандашами на бумаге, позволяет давать задачи с большим объемом раскрашивания, например, задачи на подсчет областей в сложной картинке (20 и больше областей), а также раскрашивание сложных узоров, которое, с одной стороны, приносит эстетическое удовольствие, а с другой стороны, подталкивает ребенка к изучению симметрии. Заметим, что работа на бумаге с подобной задачей может занять весь урок.

На компьютере для решения задач на построение мешков из разнообразных объектов (бусин, букв, слов, фигурок животных и пр.) достаточно освоить специальный инструмент *лапка*. На его освоение у учащегося уходит какое-то время, но оно несравнимо меньше, чем на освоение ножниц. После этого передвигать заданные объекты по экрану становится делом быстрым, можно начать решать задачи с большим числом вариантов – пробовать, переделывать столько, сколько нужно.

Понятно, что замена рукописного письма клавиатурным делает этот процесс более эффективным [2]. Но в применении к курсу это оказывается не таким важным, так как задач, для решения которых ребенку нужно что-то записывать, не так много – чаще записывать нужно только ответ.

Отдельный вопрос – насколько эти же инструменты будут удобны для работы на планшете или другом подобном мобильном устройстве: здесь интуитивно захочется работать пальцами. Но вполне может оказаться, что работать стилусом будет удобнее – профессиональные взрослые графические среды предполагают именно работу стилусом. Впрочем, это можно оставить на выбор ребенку – он может работать пальцами,

а стилус брать по мере необходимости для выполнения более тонких работ.

Более сложные, составные действия также демонстрируют заметные отличия бумажного и цифрового представлений учебных материалов курса.

Сравнение наложением – важное действие для освоения понятия равенства фигур в геометрии. Именно в начальной школе осмысленно дать возможность ребенку исследовать это, самостоятельно поэкспериментировать. Аккуратно вырезать ножницами из бумаги фигуры так, чтобы их можно было сравнить наложением, конечно, очень трудно. Между тем, хотелось бы использовать сравнение наложением для самых разных объектов. Это можно сделать в задачах на компьютере: например, там можно сравнить похожие елки по высоте и найти наименьшую; сравнить много похожих фигурок и найти две одинаковые. Так как в цифровой среде на сравнение каждой пары объектов уйдет мало времени (перенести лапкой и наложить одну на другую, а компьютер при этом сам поможет совместить удобным образом), то решение такой задачи не займет весь урок, а позволит сделать много попыток и найти нужное решение. Как именно будет выглядеть сравнение наложением на планшете – еще предстоит решить, поэкспериментировав с разными вариантами: пальцем точно будет неудобно сравнивать небольшие фигурки, так как палец будет как раз загораживать зону сравнения.

Использование линейки необходимо для проведения прямых линий в геометрических задачах в бумажной тетради. Ребенку нужно потратить много времени, чтобы научиться проводить линию по линейке – чтобы линейка не смещалась в процессе, а карандаш не уходил в сторону. Измерение длины при помощи линейки требует отдельных подробных обсуждений о точности и приблизительности измерений, которые выходят за программу начальной школы, но в нашем курсе им как раз посвящено много времени. Но еще до обсуждения приблизительности измерений ребенку все-таки полезно иметь возможность поработать с целочисленными длинами и площадями – с фигурами на сетке (площади фигур на сетке могут быть не только целочисленными, но и с половиной), а также, скажем, быстро нарисовать ломаную без сетки и найти её длину. С помощью инструмента *отрезок* ребенок сможет сделать это на компьютере будет гораздо быстрее и аккуратнее.

Заметим, что линейка – лишь один представитель разнообразных измерительных приборов, которые имеет смысл использовать в курсе математики в начальной школе: весы, термометр и пр. – в программу входят и единицы измерения веса, и разнообразные единицы измерения длины, площади и пр. Но все имеющиеся в распоряжении школы физические инструменты – неточные, целочисленные результаты получаются нелегко и редко, поэтому использовать их для экспериментов и решения задач трудно. На помощь приходят тренажеры в цифровой среде. Например, *весы*, входящие в состав цифрового компонента курса – искусственной

среде можно дать ребенку в распоряжение чашечные весы, целочисленные гири и «удобные» объекты для измерения. Ограничивая набор гирь и объектов, можно получить очень даже сложные комбинаторные задачи, которые ребенок может решить, делая много попыток взвешивания. При этом такие задачи остаются в пределах тех чисел, с которыми ребенку комфортно работать.

Таким образом, работа в цифровой среде дает много преимуществ и позволяет ребенку решать трудоемкие задачи за реальное время, а работа в искусственной среде позволяет избегать трудностей, связанных с неточностью физических объектов. Кроме того, важно, что расширение многообразия инструментов позволяет детям с особенностями найти для себя удобный вариант и решать задачи наравне с обычными детьми.

Надо отметить, что при этом существует целый класс задач, которые неудобны для использования в цифровой среде. Это задачи, в которых намеренно используется много несортированных объектов, и задача состоит в их упорядочении или сортировке либо поиске двух одинаковых (с предварительной сортировкой). Такие задачи гораздо удобнее решать на бумаге и на столе – потому что можно иметь перед глазами сразу все многообразие элементов. Глядя в маленькое окошко экрана и пользуясь прокруткой, такого эффекта добиться трудно.

Сегодня создание компьютерной веб-версии учебника ведется на основе технологии HTML5. Элементы курса – уроки-задания, листы определений – встраиваются в широко распространенную систему управления обучением Moodle. С целью проведения анализа действий учащегося, организации обратной связи и выстраивания индивидуальной траектории освоения курса разрабатывается также инструментарий, предусматривающий в том числе автоматическую проверку решений. Тем самым в рамках компьютерной версии будут реализованы возможности, которые невозможно было реализовать на бумаге. Таким образом, создаваемая цифровая версия учебника должна стать полноценным образовательным ресурсом второго типа [3]. Создание такого ресурса требует длительной и кропотливой коллективной работы, но несомненно, что его использование в комплексе с обычным учебником отвечает потребностям сегодняшней школы – и учащихся, и учителей.

Список литературы

1. Сопрунова Н. А., Семёнов А. Л., Посицельская М. А., Посицельский С. Е., Рудченко Т. А. и др. Математика и информатика. 1–4 классы (УМК). М.: ИНТ, ЦПМ, МЦНМО, 2012–2021.
2. Кондратьева И. Н., Муранов А. А., Рубашкин Д. Д. Первые шаги к цифровой школе [Электронный ресурс]. URL: <https://rffi.1sept.ru/article/108> (дата обращения: 06.08.2021).
3. Гриншкун В. В., Реморенко И. М. Фронтиры «Московской электронной школы» // Информатика и образование. 2017. Вып. 7. С. 3–8.