

УДК 372.8:004

ГОДОВОЙ ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «АЛГОРИТМИКА ДЛЯ ДОШКОЛЬНИКОВ» В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ГРУППАХ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

А. Г. Кушниренко^{1,2}, А. Г. Леонов^{1,2,3}, И. Н. Грибанова¹, М. В. Райко¹

¹ Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт
системных исследований РАН

² Московский педагогический государственный университет

³ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
agk_@mail.ru, dr.l@vip.niisi.ru, nig@niisi.msk.ru, milya@niisi.ras.ru

В статье рассмотрены аспекты обучения дошкольников и младших школьников программированию с помощью нетекстовой пиктограммной системы программирования ПиктоМир, предложено решение общей методической задачи обучения дошкольников и первоклассников основам алгоритмики.

Ключевые слова: ПиктоМир, система программирования, алгоритмика, дошкольник, младшекласник.

ANNUAL COURSE “ALGORITHMS FOR PRESCHOOL CHILDREN” IN PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

A. G. Kushnirenko^{1,2}, A. G. Leonov^{1,2,3}, I. N. Gribanova¹, M. V. Rayko¹

¹ System Research Institute, Russian Academy of Sciences

² Moscow Pedagogical State University

³ Lomonosov Moscow State University

agk_@mail.ru, dr.l@vip.niisi.ru, nig@niisi.msk.ru, milya@niisi.ras.ru

The article considers aspects of teaching preschool children and primary school pupils to programming with the help of the non-textual programming system PiktoMir. The solution for the general methodological task of teaching preschool children and primary school pupils to the basics of algorithmics is proposed.

Keywords: PiktoMir, programming system, algorithmics, preschoolers, primary school pupils.

В последние 50 лет изучение алгоритмики, одного из важнейших разделов компьютерных наук, «спустилось» из университетских аудиторий в классные комнаты начальной школы и игровые комнаты детских садов. Это понижение возраста знакомства новых поколений землян с программированием наглядно описано в названии одной из статей газеты «Нью-Йорк Таймс» последних лет: «Чтение, письмо, счет, а теперь и кодирование» [1] и во многих других публикациях [2–3]. Не обошел стороной этот процесс и Россию [4–6]. Разработанная в Федеральном научном центре «НИИСИ РАН» бестекстовая учебная система программирования ПиктоМир [7] сегодня используется в России в системе дошкольного и начального школьного образования и в педагогических университетах [8].

Систематические усилия по внедрению курса алгоритмики в систему дошкольного и начального школьного образования предпринимает Департамент образования г. Сургута. Работа ведется в сотрудничестве с «НИИСИ РАН». В 2016–2017 учеб. году годовой цикл занятий «Алгоритмика для дошколят» успешно прошли 900 воспитанников подготовительных групп муниципальных ДОУ, в 2017–2018 учеб. году курс прошли около 2 тысяч детей в 60 муниципальных ДОУ города. В 2018–2019 учеб. году курс планируется ввести во всех муниципальных ДОУ (6 тысяч детей). Занятия ведутся штатными работниками муниципальных ДОУ, прошедшими минимальную переподготовку.

Эти усилия преследуют две цели. Первая цель – тактическая: расширение номенклатуры развивающих деятельностно-игровых активностей, предоставляемых дошкольными учреждениями; вторая – стратегическая: формирование предпосылок для более глубокого изучения информационных технологий в школе. По мнению авторов, это более глубокое изучение в перспективе должно стать обязательным и начинаться курсом бестекстового программирования в дошкольном учреждении или начальной школе.

Бестекстовый подход к изучению азов программирования. Действующие сегодня федеральные документы – ФГОС основного общего образования и Примерная программа по информатике требуют, чтобы выпускники 9-х классов школы овладели навыками практического программирования. На деле этого не происходит. Не владеет навыками практического программирования и значительная часть выпускников педагогических факультетов, получивших квалификацию учителя информатики. По мнению авторов, во многом это связано с использованием в преподавании профессионального программного обеспечения и устаревших методик, пропускающих этап знакомства с базовыми понятиями и практиками программирования.

В процессе многолетней практики преподавания программирования обучаемым самого разного возраста и уровня – от дошкольных учреждений, начальной и средней школы до педагогических и даже механико-математических факультетов университетов, авторы пришли к следующим выводам:

- существует компактный кластер основных понятий и практик программирования, освоения которого нельзя избежать при изучении программирования в любом возрасте;
- освоение этого кластера доступно детям возраста 6+ (в терминологии Ж. Пиаже, это возраст перехода от дооперационного мышления к конкретному операционному);
- освоение этого кластера требует самостоятельного решения не менее 100–150 упражнений по программированию, однако это условие необходимо, но не достаточно, изучение следует считать завершенным только в том случае, когда обучаемый не только умеет составлять программы, но и способен обсуждать условия задач, ход их решения и используемые в решении понятия и конструкции;
- время освоения этого кластера обучаемыми возраста 6–35 лет от возраста практически не зависит, и при правильной методике обучения занимает не менее 10–15 астрономических часов, т. е. годовой курс из 30 получасовых занятий в дошкольном учреждении, 12–20 уроков в начальной или средней школе, 6–10 «пар» (полтора часовых занятий) в университете и на курсах повышения квалификации.

Достижение продекларированной выше цели – «втиснуть» решение обучаемыми 100–150 задач и упражнений по программированию в 10–15 часов занятий – требует очень высокого темпа освоения материала. Такой темп достижим только при правильном выборе методики и стиля организации занятий. Наш опыт показал, что для обучаемых любого возраста эффективной оказывается бестекстовая, пиктограммная форма составления программ путем прохождения уровней компьютерных игр в системе программирования ПиктоМир, т. е. с использованием для обучаемых любого возраста методики и программного обеспечения, первоначально разработанного в Академии наук РФ для обучения шестилеток.

Программно-методическое обеспечение курса алгоритмики. ПиктоМир игры. ПиктоМир сам по себе всего лишь ничем не наполненная система программирования. Эта система может быть использована в учебном процессе лишь при наличии специально разработанного программно-методического обеспечения. Это обеспечение рассчитано на деятельностно-игровую форму использования.

Единицей программно-методического обеспечения в системе ПиктоМир является игра, состоящая из нескольких (около десятка) уровней-заданий. Игра может быть индивидуальной или командной.

В индивидуальной игре (рис. 1) стартовые условия каждого уровня-задания описаны в графической, бестекстовой форме. А именно, заданы некоторая трехмерная обстановка,

начальное положение некоторого робота, действующего в этой обстановке, а также графически задана цель работы, которую должен выполнить робот. Прохождение уровня состоит в составлении такой программы управления роботом, при выполнении которой задание окажется выполненным. Кроме обстановки, на каждом уровне задан фиксированный шаблон программы, которую нужно составить для выполнения задания. Этот шаблон полностью определяет структуру программы – размеры основного и вспомогательного алгоритма, деление каждого алгоритма на блоки, тип и размеры каждого блока (линейный, условный, циклический). Отдельные алгоритмы и блоки шаблона могут быть заполнены, то есть шаблон может содержать готовые фрагменты программы.



Рис. 1. Индивидуальная игра. Требуется закрасить все «потрескавшиеся» клетки. Задан шаблон программы (слева). Готовая программа и результат ее выполнения (справа)

В командной игре (рис. 2) участвует команда из двух игроков, решающих некоторую общую задачу. Задается некоторая трехмерная обстановка вместе с начальными положениями двух роботов, действующих в этой обстановке. Каждый из игроков на своем планшете составляет программу управления своим роботом так, чтобы при параллельном выполнении двух программ, составленных двумя членами команды, два робота, помогая друг другу, выполнили общую работу. Каждый из членов команды на своем планшете видит общую обстановку, видит свою программу и программу партнера, но может менять только свою программу, используя в ней только команды управления своим роботом.



Рис 2. Командная игра. Два Тягуна – левый и правый – должны перетащить ящик в клетку с крестиком. Решение: программы для левого Тягуна и для правого Тягуна

Как правило, к каждому занятию курса прилагается одна игра с десятком уровней. Для освоения материала очередного занятия обычно требуется успешное прохождение первых нескольких уровней. Остальные уровни являются дополнительными, их назначение – загрузить детей, справившихся со всеми основными уровнями до момента окончания занятия.

Особенности программного обеспечения и методики, обеспечивающие высокий темп выполнения заданий. Задание формулируется в графической форме, понятно ребенку без текстовых или устных пояснений. Результат выполнения программы состоит в изменении обстановки, т. е. также представлен в графической форме, и при одном взгляде на результат ясно, выполнено ли задание.

В каждом задании задан шаблон программы и образцы всех пиктограмм повторителей, команд-приказов и команд-вопросов робота, которые можно использовать при составлении программы по этому шаблону. Пиктограммы повторителей, команд-приказов и команд-вопросов имеют разную форму. Разную форму имеют и незаполненные позиции в

шаблоне программы. Поэтому невозможно разместить в данной позиции шаблона синтаксически недопустимую пиктограмму, например, в «круглой» позиции шаблона можно разместить только «круглую» пиктограмму повторителя, но нельзя разместить квадратные или ромбические пиктограммы команд робота. В итоге – при заполнении шаблона синтаксическую ошибку допустить невозможно.

Подлежащие выполнению задания организованы в виде уровней компьютерной игры, на каждом уровне задан жесткий шаблон создаваемой программы. В игру могут быть включены уровни-подсказки, обеспечивающие возможность выравнивания темпа освоения материала детьми с разным уровнем подготовки, без участия или с минимальным участием преподавателя.

В курсе предусмотрен большой объем (до 50 %) некомпьютерных коллективных активностей. Предусмотрены также коллективные компьютерные активности (командные игры). Предусмотрены и средства организации командных соревнований по кооперативному программированию.

Условия, необходимые для проведения годового цикла занятий «Алгоритмика для дошколят» в дошкольном учреждении. При работе с дошкольниками важно обеспечить чередование индивидуальной интеллектуальной деятельности по решению задач (прохождению уровней индивидуальной компьютерной игры) с коллективными играми и совместными обсуждениями условий задач и приемов их решения. Это чередование достигается разделением каждого занятия на две части – бескомпьютерную и компьютерную. Обе части занятия подробно описаны в поминутной методичке.

Для проведения компьютерной части любого занятия цикла «Алгоритмика для дошколят» необходим компьютер (предпочтительно планшет) для каждого ребенка, а также компьютер для преподавателя (воспитателя) и магнитная доска. Желательно также наличие электронной доски. Компьютеры (планшеты) учеников обезличены, по завершении занятия информация об успехах детей сохраняется на компьютере воспитателя, а на компьютерах учеников никакую информацию от занятия к занятию хранить не требуется.

Программное и методическое обеспечение курса «Алгоритмика для дошколят» разработано по заказу Академии наук в отделе учебной информатики ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, является свободно распространяемым и включает:

- систему ПиктоМир для персональных компьютеров, ноутбуков и планшетов с операционными системами семейств Windows, Linux, Android, iOS (в процессе освоения ПиктоМира можно также использовать web-версию ПиктоМира);
- ПиктоМир игру для каждого занятия – последовательность усложняющихся индивидуальных или коллективных заданий на программирование виртуальных роботов или реальных роботов-игрушек, ряд игр рассчитан на командное выполнение, в том числе и в режиме олимпиады;
- подробную многостраничную методичку – поминутное (поэпизодное) планирование бескомпьютерной и компьютерной части каждого занятия, включая файлы для распечатки раздаточных материалов формата А4, которые используются на некоторых занятиях.

Опыт внедрения курса в Сургуте показал, что с проведением занятий успешно справляются воспитатели муниципальных ДООУ, прошедшие минимальную переподготовку.

В условиях увеличения доступности планшетов, смартфонов и других компьютерных гаджетов желательно включить в занятия игры с реальными роботами. В систему ПиктоМир встроен модуль, обеспечивающий управление реальным роботом-игрушкой по радиоканалу. Несколько игр ПиктоМира предназначены для составления программ, которые могут параллельно управлять виртуальным роботом на экране и реальным роботом на полу игровой комнаты. Реальный радиоуправляемый робот-игрушка может быть собран из комплекта LEGO MINDSTORMS Education EV3 или приобретен в готовом виде (рис. 3). При отсутствии реального робота занятие может быть проведено только с использованием робота виртуального.



Рис. 3. Реальный (<https://youtu.be/wuXirQhryQs>) и виртуальный роботы выполняют ПиктоМир-программу

Продолжение изучения алгоритмики, робототехники и программирования в начальной и основной школе. Курс «Алгоритмика для дошколят» задумывался как первая часть единого курса «детского», бестекстового программирования «Алгоритмика для дошкольников и первоклассников». Вторая, заключительная часть курса, должна проводиться на первом году обучения ребенка в школе. В целом, курс должен подготовить детей к переходу на «взрослые» текстовые языки программирования. Первokлассникам г. Сургута, закончившим курс «Алгоритмика для дошколят» в 2018 г., во втором полугодии 2018–2019 учеб. года планируется предоставить возможность пройти полугодовой курс «Алгоритмика для первоклассников».

В планах Департамента образования г. Сургута в сотрудничестве с Академией наук разработать и внедрить курсы алгоритмики, программирования, робототехники в начальной и основной школе, продолжающие линию, начатую в курсе «Алгоритмика для дошкольников и первоклассников».

Содержание курса «Алгоритмика для дошкольников и первоклассников». В этом курсе дети в деятельностно-игровой форме с помощью системы ПиктоМир и специально подготовленного комплекта ПиктоМир игра знакомятся со следующим набором понятий и конструкций программирования:

Тема 1. Парадигма программного управления. Программное управление без обратной связи. Реальные и виртуальные роботы. Робот и его система команд. Обстановка, в которой действует робот. Передача команд роботу с помощью звука, света, радиосигналов. Выполнение команды роботом, подтверждение успешного выполнения, отказ. Реальный робот-игрушка и его виртуальный двойник. Реальная и виртуальная обстановки. Пиктограммное представление команд робота. Шаблон программы в системе ПиктоМир. Процесс управления роботом. Команды-приказы и команды-вопросы. Режим непосредственного управления роботом. Пульт управления роботом.

Программа – план действий по управлению роботом. Линейная программа. Процесс составления программы и процесс исполнения программы. Программист – человек, составляющий программы. Возможность исполнения программы человеком. Компьютер – устройство для автоматического выполнения программ по управлению реальными и виртуальными роботами. Принцип программного управления – разделение процессов составления и выполнения планов по управлению роботом. МАНАЕВА

Тема 2. Способы составления программ, позволяющие сделать программу короче – повторители и подпрограммы. Пиктограммы повторителей. Обозначение подпрограммы однобуквенной пиктограммой. Технология отладки программы: непрерывное и пошаговое исполнение программы. Технология составления программы: запоминание последовательности выполненных команд в «копилке», откатка. Совместное использование повторителей и подпрограмм.

Параллельное управление несколькими однотипными исполнителями с помощью одной и той же программы без обратной связи (SIMD-режим).

Совместная работа двух роботов в общей обстановке. Кооперативное составление программ управления двумя роботами для решения общей задачи. Параллельная работа двух

программ. Отказы при параллельной работе двух роботов в общей обстановке. Включение в систему команд каждого робота команды «мигнуть» (подождать один такт). Синхронизация действий двух роботов с помощью команд «мигнуть».

Тема 3. Программное управление с обратной связью: цикл «пока». Диалог человека с роботом при решении задачи «дойти до стены». Способ записи этого диалога с помощью конструкции цикл «пока». Возможность составления «универсальной» программы, которая правильно работает в нескольких однотипных обстановках. Команды-вопросы и конструкция «ветвление». Задания на составление универсальных программ в системе ПиктоМир.

Тема 4. Программное управление с обратной связью: использование подсчетов в программах управления роботами. Счетчик «Кувшин с камнями» в системе ПиктоМир. Команды-действия и команды-вопросы счетчика «Кувшин». Решение задачи «дойти до стены и вернуться» с помощью счетчика. Использование содержимого счетчика (числа камней в Кувшине) в качестве повторителя. Использование команд-вопросов Кувшина для синхронизации при кооперативном выполнении двух программ.

Тема 5. Пиктограммные (детские) и текстовые (взрослые) языки программирования. Демонстрация примеров перевода программы управления реальным или виртуальным роботом из пиктограммной формы в текстовую.

Темы 1–5 охватывают замкнутый набор понятий и практик программирования и могут быть освоены в комфортной обстановке, с использованием системы бестекстового программирования.

На дошкольном этапе обучения полностью проходятся темы 1 и 2 и частично темы 3 и 4. На школьном этапе углубляется знакомство с темами 3 и 4 и демонстрируется на примерах возможность переход от пиктограммного стиля программирования к текстовому (тема 5). Этот переход требует использования учебной системы программирования, основанной на языке программирования с русской лексикой и должен быть завершен на следующей ступени. По нашему опыту, для обучаемых любого возраста, будь то первоклассники или первокурсники, переход к текстовому программированию оказывается трудным. Во-первых, в текстовой системе программирования появляется возможность допустить синтаксические ошибки, во-вторых, в текстовой системе программирования обучаемый должен сам выработать структуру программы. Средства для частичного смягчения второй трудности предусмотрены в практикумах КуМира, но средств КуМира и других текстовых систем программирования недостаточно, чтобы провести переход с наименьшими затратами учебного времени. Поэтому в планах НИИСИ РАН разработка пиктограммно-текстовой системы программирования ПиктоМир-К (ПиктоМир-КуМир).

Работа выполнена по теме 0065-2018-0017 госзадания 2018 года в отделе учебной информатики ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН.

Литература

1. Richtel M. Reading, Writing, Arithmetic and Lately, Coding // The New York Times. 2014. May 10. URL : <http://www.nytimes.com/2014/05/11/us/reading-writing-arithmetic-and-lately-coding.html> (дата обращения: 30.04.2018).
2. A is for Algorithm // The Economist. 2014. April 23. URL: <https://www.economist.com/news/international/> (дата обращения: 30.04.2018).
3. Hardesty L. Teaching programming to preschoolers // MIT News. 2015. March 11. URL: <http://news.mit.edu/2015/> (дата обращения: 29.04.2018).
4. Первин Ю. А. От операционного стиля мышления через педагогические компетенции к универсальным учебным действиям // ИТО-РОИ. 2010. URL: <http://ito.edu.ru/> (дата обращения: 29.04.2018).

5. Rogozhkina I. B., Kushnirenko A. G. PiktoMir: Teaching programming concepts to preschoolers with a new tutorial environment // *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2011. № 28. P. 601–605.
6. Рогожкина И. Б. Пиктомир: дошкольное программирование как опыт продуктивной интеллектуальной деятельности // *Ярослав. пед. вестн.* 2012. № 2. Т. II. С. 27–31.
7. ПиктоМир. ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН. URL: <https://www.niisi.ru/piktomir/> (дата обращения: 30.04.2018).
8. Besshaposhnikov N. O., Kushnirenko A. G., Leonov A. G. Pictomir: how and why do we teach textless programming for preschoolers, first graders and students of pedagogical universities // *CEE-SECR '17 Proceedings of the 13th Central & Eastern European Software Engineering Conference in Russia, St. Petersburg, Russia. October 20–21, 2017.* NY : USA : ACM, 2017. doi>10.1145/3166094.3166115.