

Издательство «Образование и Информатика»,
Всероссийское научно-методическое общество педагогов

**XV Всероссийский конкурс
научно-практических работ по методике обучения информатике
и информатизации образования
ИНФО-2018**

Работа представлена в авторской редакции.

Название работы: Технология дифференцированного обучения текстовому программированию в начальной школе на базе сайта DL.GSU.BY.

Сведения об авторах:

Долинский Михаил Семёнович, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры математических проблем управления и информатики Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, Беларусь

Долинская Мария Александровна, аспирант кафедры математических проблем управления и информатики, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Беларусь

Аннотация

В данной работе описывается технология обучения текстовому программированию в начальной школе на базе сайта DL.GSU.BY. К основным достоинствам технологии можно отнести: нулевой порог входа; пропедевтика текстового программирования; развивающее, интересное, дифференцированное, задаче – ориентированное обучение; минималистский подход к теории; региональные олимпиады по программированию для учеников 1-4 классов; подготовка к олимпиадам 5-8 классов (общие задачи с олимпиадами 5-8 классов); задачи по школьной, олимпиадной и информатической математике; мотивирующие к перманентным занятиям конкурсы; многолетний опыт практического применения; доказанная практикой масштабируемость обучения; результативность; низкие требования к профессиональной квалификации учителя; «Ускоренный курс – 2013»; поддержка перехода на изучение C++.

Ключевые слова: дистанционное обучение, текстовое программирование, начальная школа, олимпиады по программированию, сайт DL.GSU.BY.

Введение

Авторы много лет активно занимаются подготовкой школьников и студентов к олимпиадам по информатике и программированию [1,2,5,13]. С 1997 года эта работа ведётся на базе кабинета информатики СШ 27 г. Гомеля. С 1999 года данная работа активно поддерживается сайтом дистанционного обучения DL.GSU.BY Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины [8]. Важной отличительной особенностью авторского подхода является выстроенная система обучения текстовому программированию в начальной школе, описанию которой и посвящена данная работа, подчеркивающая следующие достоинства авторского подхода:

- нулевой порог входа
- пропедевтика текстового программирования
- развивающее, интересное, дифференцированное обучение
- задаче – ориентированное обучение
- минималистский подход к теории
- региональные олимпиады по программированию для учеников 1-4 классов
- подготовка к олимпиадам 5-8 классов (общие задачи с олимпиадами 5-8 классов)
- задачи по школьной, олимпиадной и информатической математике
- мотивирующие к перманентным занятиям конкурсы
- многолетний опыт практического применения
- доказанная практикой масштабируемость обучения
- результативность
- низкие требования к профессиональной квалификации учителя
- «Ускоренный курс – 2013»
- поддержка перехода на изучение C++.

Нулевой порог входа

Система обучения программированию на базе сайта DL.GSU.BY задумывалась как средство помощи учителю, ведущему занятия в компьютерном классе. Но поскольку в процессе обучения мы перманентно уменьшали возраст начала занятий (10 класс, 8 класс, 5 класс, 1 класс), то принципиально важным становилось обеспечение максимально самостоятельного обучения, ведь в противном случае резко падает эффективность совместного обучения группы ребят. Более того, в СШ 27 г. Гомеля работа ведётся фронтально – то есть, со всеми учениками начальной школы, родители которых письменно заявили, что хотят, чтобы

с их детьми проводились занятия по информатике. Как правило, почти 100% родителей пишут такие заявления. В 1-ый класс нашей школы приходят дети готовые к обучению совершенно по-разному. Это вынудило нас развивать систему обучения таким образом, чтобы в наших занятиях с интересом участвовали и эффективно обучались не только хорошо подготовленные дети, но и все остальные. Все первоклассники начинают своё обучение в курсе «Информатика 2015» (2015 означает, что он сформировался и зафиксировался в 2015 году) в пакете заданий «Учимся думать 2012» [12]. Данный пакет направлен на развитие навыков мышления, что помогает более производительно обучаться в дальнейшем. Задания этого пакета развивают (на пяти уровнях сложности) следующие базовые мыслительные операции [9]:

Операции над парами: сравнение, упорядочивание, ассоциация.

Операции над множествами: объединение, пересечение, вычитание.

Операции на множестве: классификация, структуризация, обобщение.

Логические операции: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, эквивалентность, импликация.

Комплексные операции: синтез, запоминание, анализ, воображение, аналогия, абстракция, позиционирование.

Все задания ориентированы на возможность их выполнить детьми, которые не умеют читать, для чего представлены в виде картинки, некоторые из компонент которой нужно перенести в другое место с помощью мыши или просто кликнуть по ним.

В случае, если ученик не может сделать задание, имеется кнопка «Не знаю», которая переводит его на дерево подводящих заданий. Обрато можно вернуться, выполнив подводящие задания, либо нажав кнопку «Я понял». Заметим, что пакет заданий «Учимся думать-2012» содержит 620 главных заданий и 1408 вместе с подводящими заданиями.

Кроме того, для детей, у которых есть систематические проблемы с какой-то мыслительной операцией, имеются специальные пакеты заданий «Техминимум. Отличия», «Техминимум. Аналогия» и т.д., которые предназначены для совершенствования навыков выполнения таких заданий с нулевого уровня до возможности выполнять задания в основном курсе «Учимся думать».

Для детей, имеющих систематические проблемы со всеми заданиями, имеется специальный вводный пакет заданий «Техминимум. Учимся думать - 0».

Для детей, не владеющих мышкой, имеется специальный пакет заданий «Техминимум. Учимся работать с мышкой».

Наконец, для детей, которым требовалось много помощи при прохождении курса «Учимся думать-2012», мы создали курс «Учимся думать (быстро)», который состоит из 128

ключевых заданий курса «Учимся думать» (544 задания вместе с подводящими). Повторение – мать учения!

Таким образом, мы добились, что каждый первоклассник США ходит с удовольствием на занятия информатикой, и в то же время все двигаются в сторону развития базовых мыслительных навыков до уровня, обеспечивающего эффективное последующее обучение. Автоматически получилось, что в реальности в нашей системе могут заниматься (и занимаются!) дети, которые научились ходить и говорить, то есть с 3-4 лет. И практика показала, что такие занятия могут проводиться дома самостоятельно или с минимальной помощью родителей [4].

Пропедевтика текстового программирования

Первые барьеры, которые надо преодолеть в начале занятий по текстовому программированию на языке Паскаль (исторически сложилось, что мы начинаем именно с него), таковы:

- запомнить порядок ключевых слов в программе (program, var, longint, begin, readln, writeln, end)
- запомнить их переводы на русский язык (программа, переменная, число, начало, читать, писать, конец)
- уметь для русского слова назвать его аналог на английском и наоборот
- запомнить написание по буквам каждого из английских слов (маленьким и большими буквами)
- запомнить расположение на клавиатуре английских букв изучаемых ключевых слов
- сформировать устойчивые навыки быстрого набора ключевых слов.

Все эти проблемы и решаются в рамках двух пакетов заданий «Пропедевтика слов» (207 главных заданий, 787 вместе с подводящими заданиями) и «Учим слова (медленно)» (127 заданий, 1491 вместе с подводящими заданиями) [15]. При этом в курсе «Пропедевтика слов» сконцентрированы задания, не требующие запоминания. В каждом задании имеются необходимые подсказки вплоть до местоположения буквы на клавиатуре.

А вот курс «Учим слова (медленно)» постепенно помогает ученику запомнить порядок букв в каждом слове, их расположение на клавиатуре, потренировать их набор. Причём изучение нового слова завершается контрольным набором всех выученных слов вместе.

Как следствие – практически все дети справляются с поставленной задачей, хотя и, безусловно, делают это с существенным различием потраченного времени.

Завершается пропедевтика текстового программирования изучением курса «Число» (398 главных заданий, вместе с вспомогательными 1244 задания). Начинается он с медленного перехода от ключевых слов к первой программе (ввести и вывести число), представленной ниже:

```

program p1;
var
  s : longint;
begin
  readln(s);
  writeln(s);
end.

```

А конечная цель обучения в курсе «Число» – научить решать три первых задачи из 20 задач олимпиады по программированию для учеников 1-4 классов на ввод, форматированный вывод и простейшую обработку чисел. Ниже представлены условия таких задач на областной олимпиаде, прошедшей 20 апреля 2018 года:

| № 1 | № 2 | № 3 |
|--|--|--|
| <p>Пример вывода:</p> <p>(018)>(017)</p> | <p>Пример ввода:</p> <p>1 2 3</p> | <p>Пример ввода:</p> <p>2 3 8</p> |
| | <p>Пример вывода:</p> <p>1 plus 2 minus 3</p> | <p>Пример вывода:</p> <p>3+2=5 8-3=5</p> |
| | <p>Пример ввода:</p> <p>5 1 4</p> | <p>Пример ввода:</p> <p>3 4 12</p> |
| | <p>Пример вывода:</p> <p>5 plus 1 minus 4</p> | <p>Пример вывода:</p> <p>4+3=7 12-5=7</p> |

Развивающее, интересное, дифференцированное обучение

Процесс обучения выстроен таким образом, что, прежде всего, он ориентирован на общее развитие ребёнка: мышление, память, самостоятельность, внимание, трудолюбие, креативность. Практика показывает, что далеко не все дети продолжают занятия программированием в средней школе, но развитие получают, безусловно, все. И, чем больше занимаются, тем большее развитие получают.

Поскольку занимается у нас ребёнок только пока и если хочет, мы стараемся выстроить процесс обучения как можно более интересно. Это делается, прежде всего, за счёт разнообразия форм представления и способов выполнения заданий. Другое направление – обеспечение посильности заданий для всех учащихся.

Однако посильность заданий для всех при линейной системе построения заданий приводит к пропаданию интереса к занятиям у более сильных детей. Именно поэтому мы внедрились дифференцированное обучение. В каждой теме выделяются главные задания. Они и составляют остов обучения. Для прохождения пакета заданий достаточно выполнить только их. Самые сильные дети могут так и поступить. Однако, если какое-то главное задание выполняется неправильно, ученик автоматически направляется в первое подводящее задание. Туда же он может попасть, если сам нажмёт кнопку «Не знаю». Таких подводящих заданий может быть несколько, постепенно поясняющих, как выполнить главное задание. У каждого из подводящих заданий может быть своя система подводящих заданий и т.д. Такое дерево обучающих заданий и обеспечивает дифференцированный и адаптивный подход, когда каждый ученик может иметь собственную образовательную траекторию, учитывающую не только его общий уровень подготовки, но и текущее психофизическое состояние во время конкретного занятия. Хуже соображаешь – чаще обращаешься за помощью, медленнее двигаешься по учебному материалу. Лучше соображаешь – реже обращаешься за помощью, быстрее двигаешься по учебному материалу.

Задаче – ориентированное обучение

Учебный материал представляет собой набор задач на разработку программ. Если ребёнок не может решить задачу, ему предлагается подборка задач на разработку программ, постепенно подводящих к решению данной задачи. Если для решения задачи требуется новая теория, она сообщается в максимально лаконичной и понятной форме. Если и этого оказывается недостаточно, предлагается множество обучающих заданий на ввод ответов по исходным данным, составление алгоритмов перестановкой строк, составление перестановкой строк программ по заданным алгоритмам, набор программ по алгоритмам и многие другие.

Минималистский подход к теории

Теоретические сведения [11] сообщаются ровно в том количестве, которое необходимо для решения текущих задач.

Для решения задач 4-10 олимпиады по программированию в 1-4 классах требуется знать (и вводятся нами в процессе обучения) типы данных `char`, `string`, понятие как обращаться к символу строки `s` на позиции `i` (`s[i]`), а также встроенные функции обработки строк `length`, `copy`, `delete`, `pos`.

Для решения задач 11-15 олимпиады по программированию в 1-4 классах требуется знать (и вводятся нами в процессе обучения) понятие одномерного массива, а также следующие стандартные алгоритмы циклической обработки одномерных массивов: суммирование элементов; подсчёт элементов с заданным свойством (включая сложные условия, использующие союзы И/ИЛИ); определение максимального/минимального элемента и его номера (все используют цикл `FOR`); поиск элементов, обладающих заданным свойством (используя оператор цикла `WHILE`) [6,7].

Для решения задачи 16 требуется владеть понятием двумерного массива и его компонент (строки, столбцы, главная и побочная диагонали) и уметь применять стандартные алгоритмы, изученные для одномерных массивов, на двумерном массиве и его компонентах.

Для решения задачи 17 требуется уметь находить расстояния: между двумя точками; от одной точки до нескольких; соседние расстояния; все расстояния между двумя множествами точек. И затем применять изученные стандартные алгоритмы на одномерных и двумерных массивах.

Для решения задачи 18 требуется уметь придумывать алгоритмы обработки строк символов, практически без изучения новой теории, за исключением нескольких новых встроенных процедур и функций (`str`, `val`, `chr`, `ord`, `insert`).

Для решения задачи 19 требуется изучить и уметь применять любой из алгоритмов сортировки элементов одномерного массива, например «пузырьком» или «обменом».

Для решения задачи 20 требуется умение прочитать страницу текста – условия задачи и понять, что именно требуется сделать (как правило, применить один из способов стандартной обработки одномерных или двумерных массивов).

Региональные олимпиады по программированию для учеников 1-4 классов

Очень важно, что в Гомельской области проводится 5 региональных олимпиад для учеников 1-4 классов, которые проходят в октябре (школьная), ноябре (городская), марте (школьная) и апреле (две: городская и областная) [3]. Все они имеют стандартный формат из 20 вышеописанных задач с небольшим повышением сложности от первой олимпиады к пятой. Поскольку все олимпиады проводятся на базе сайта `DL.GSU.BY`, любой желающий может принять участие в каждой из них. Официальные результаты на городских и областной

олимпиадах включают, естественно, только официальных участников, решавших олимпиаду под контролем жюри.

Обучение выстроено в направлении олимпиад (или наоборот, олимпиады соответствуют процессу обучения). Так или иначе, результаты олимпиад точно показывают для каждого ученика, какие темы он изучил, а какие темы ему ещё предстоит изучить (или какие темы он усвоил плохо). И потому олимпиады обеспечивают сильное мотивирующее влияние на учеников и учителей.

Подготовка к олимпиадам 5-8 классов

С 2016-2017 учебного года задачи 16-20 олимпиады для учеников 1-4 классов в точности соответствуют задачам 3-7 олимпиады для учеников 5-8 классов. Кроме того, задача 1 олимпиады 5-8 классов – это задача на тему «Введение в программирование» и требует знаний не более чем третья задача (обработку введённых чисел и форматированный вывод) олимпиады 1-4 классов. А задача 2 олимпиады 5-8 классов – задача на тему одномерный массив и для её решения опять-таки не требуется дополнительных знаний по сравнению с задачами 11-15 олимпиады для 1-4 классов. Таким образом, получается, что лучшие ученики 1-4 классов могут параллельно участвовать в олимпиаде 5-8 классов и не только участвовать, но и завоевать дипломы в них, поскольку в олимпиаде 5-8 классов 10 задач, семь из которых могут решить лучшие ученики 1-4 классов.

Задачи по школьной, олимпиадной и информатической математике

На сайте DL.GSU.BY имеется курс «Математика», в котором собраны задания по математике по программе 1-5 классов, олимпиад по математике (Кенгуру; Бобёр; Cangaroo; Bebras; Canadian, United Kingdom, Texas University Math Contests), информатической математике. Задачи по информатической математике получены автоматическим конвертированием задач по программированию в задачи по математике, где по условию задачи для каждого из предложенных наборов входных данных нужно вручную посчитать соответствующий результат.

Мотивирующие к перманентным занятиям конкурсы

Очевидно, что чем больше времени ученик уделяет обучению, тем быстрее он будет двигаться по учебному материалу, и тем лучше будут его результаты на олимпиадах. Это

особенно верно в случае эффективной системы автоматического дифференцированного обучения, выстроенной нами. Для того, чтобы активизировать самостоятельную работу учеников дома, у бабушки, в санатории и т.д. мы проводим Кубки: «Осенний», «Зимний», «Весенний», «Летний», «Персона Года» – кто больше всех решит задач за осень, зиму, весну, лето, целиком за учебный год (от осени до лета включительно), соответственно. Для учеников 1-4 классов такие конкурсы проводятся отдельно по курсам «Информатика 2015» и «Математика». В 2017-2018 учебном году в конкурсе «Информатика 2015» на момент написания статьи (22 июня 2018 года) уже приняло участие более 700 учеников, в конкурсе «Математика» – более 250 учеников.

Многолетний опыт практического применения

В сентябре 2018 окончили школу (11 классов в Беларуси), ребята, которых мы первыми начинали учить по описанной выше системе с 1-го класса. Понятно, что ежегодная эксплуатация и постоянная обратная связь приводили к улучшению системы обучения.

В таблице 1 приведены количества учеников, обучавшихся в конкурсах Информатика и Математика с момента начала их проведения.

Табл 1. Количество участников конкурса «Персона года»

| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016/ | 2017/ 22июн18 |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|------------------|
| | /12 | /13 | /14 | /15 | /16 | 17 | 18 |
| Информатика | 249 | 301 | 144 | 166 | 335 | 655 | 760 |
| Математика | - | 146 | 43 | 118 | 131 | 144 | 257 |

Доказанная практикой масштабируемость обучения

На базе сайта DL.GSU.BY ведутся занятия с младшими школьниками учителями из нескольких учебных заведений Гомеля, Речицы, Копыля. Но наиболее показательное развитие системы кружков (и индивидуальных занятий) по обучению программированию на базе сайта DL.GSU.BY младших школьников г. Санкт-Петербург. Летом 2017 года родителем одного из учеников, который учился на нашем сайте, была создана группа вКонтакте https://vk.com/spb_dl. На момент написания статьи в ней уже 1460 подписчиков. В курсе «Информатика 2015» обучаются 389 младших школьников из Санкт-Петербурга. Попутно, очевидно, по информации, полученной из этой группы, в курсе «Информатика 2015» начали

заниматься учащиеся начальной школы из других городов России: Тула, Челябинск, Новокузнецк, Мытищи, Вологда, Озёрск.

Результативность

Ребята, которые занимаются в описанной выше системе на базе сайта DL.GSU.BY регулярно становятся дипломантами городских, областных, республиканских и международных олимпиад [10].

Низкие требования к профессиональной квалификации учителя

Основное достоинство обучения с помощью сайта DL.GSU.BY – автоматическое дифференцированное обучение.

По большому счёту от учителя требуется:

- открывать/закрывать класс
- доброжелательно относиться к детям
- поддерживать рабочую атмосферу в классе
- объяснить детям, как работать дома.

Но, конечно, если учитель заинтересован в лучшем результате, он и сам захочет учиться, и станет думать, как мотивировать/учить лучше.

«Ускоренный курс – 2013»

Изначально пакет заданий «Ускоренный курс – 2013» был разработан и внедрён в учебный курс «Базовое программирование», для учеников 5-8 классов. Он содержит задания по 8 темам (8 первых задач в олимпиадах по информатике для учеников 5-8 классов): введение в программирование, одномерный массив, двумерный массив, геометрия, строки, сортировка, текстовая задача, исследование. Каждая из тем включает папки: «Техминимум», «Олимпиады 1-4 класса», «Олимпиады 5-8 класса». Тем самым обеспечивается максимально быстрое продвижение по учебному материалу наиболее способных учеников.

После того, как в процессе обучения выявилось, что есть довольно много учеников и в начальной школе, для которых обычный темп обучения тормозит их развитие, «Ускоренный курс – 2013» был скопирован из курса «Базовое программирование» в курс «Информатика 2015». В настоящее время таких учеников около 30.

Поддержка перехода на изучение C++

С лета 2016 года на сайте DL.GSU.BY внедрена система автоматического обучения программированию на C++ [14], в которой все обучающие задания генерируются «на лету» на основе авторских C++ решений предлагаемых задач. Практика показала, что наиболее естественно и просто переход на C++ осуществляется после изучения «Ускоренного курса – 2013», по инициативе и при желании ученика.

Заключение

В данной статье описывается выстроенная на базе сайта DL.GSU.BY Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины система обучения текстовому программированию в начальной школе, обладающая следующими достоинствами: нулевой порог входа; пропедевтика текстового программирования; развивающее, интересное, дифференцированное обучение; задаче – ориентированное обучение; минималистский подход к теории; региональные олимпиады по программированию для учеников 1-4 классов; подготовка к олимпиадам 5-8 классов (общие задачи с олимпиадами 5-8 классов); задачи по школьной, олимпиадной и информатической математике; мотивирующие к перманентным занятиям конкурсы; многолетний опыт практического применения; доказанная практикой масштабируемость обучения; результативность; низкие требования к профессиональной квалификации учителя; «Ускоренный курс – 2013»; поддержка перехода на изучение C++.

Литературные и интернет-источники

1. *Долинский М.С.* Гомельская школа олимпиадного программирования // Информатика и образование. 2015. № 7
2. *Долинский М.С.* Организация занятия в центре по подготовке к олимпиадам по информатике // Информатика в школе. 2017. № 2
3. *Долинский М.С.* Олимпиады по программированию для начальной школы // Информатика в школе. 2016. № 7
4. *Долинский М.С.* Развивающее дифференцированное интернет-обучение детей дошкольного возраста. Минск, «Народная асвета», 2018, 102с.
5. *Долинский М.С.* Internet-обучение программированию от детского сада до вуза, Saarbruken: Lambert Academic Publishing, 2016. - 112 с.

6. Долинский М.С. Алгоритмизация и программирование на TURBO PASCAL: от простых до олимпиадных задач: Учебное пособие. СПб.: Питер, 2005
7. Долинский М.С. Решение сложных и олимпиадных задач по программированию: Учебное пособие. СПб.: Питер, 2006
8. Долинский М.С., Кугейко М.А. Гомельская инструментальная система дистанционного обучения // Информатика и образование. 2010. № 11
9. Долинский М.С., Кугейко М.А. Компьютерные средства развития мышления у дошкольников и младших школьников // Информатика и образование. 2011. № 6
10. Статистика результатов гомельчан на международных и республиканских олимпиадах по информатике 1997-2018. <http://dl.gsu.by/olymp/result.asp>
11. Dolinsky M. An approach to teach introductory-level computer programming. *Olympiads in Informatics*, 2013, Vol. 7, 14–22.
12. Dolinsky M. Technology for the development of thinking of preschool children and primary school children. *Olympiads in Informatics*, 2014, Vol. 8, 63–68.
13. Dolinsky M. Gomel training school for Olympiads in Informatics. *Olympiads in Informatics*, 2016, Vol. 10, 237– 247.
14. Dolinsky M. A New Generation Distance Learning System for Programming and Olympiads in Informatics, 2017, Vol. 11, 29-39
15. Dolinsky M. How to start teach programming in primary school. *Olympiads in Informatics*, 2018, Vol.12 (принята к публикации)