

УДК 37.04
DOI 10.17513/snt.39803

ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ВЫПОЛНЕНИЮ И АНАЛИЗУ ПРОСТЕЙШИХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЯМИ В СРЕДЕ КУМИР

¹Козлов С.В., ²Быков А.А.

¹ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», Смоленск,
e-mail: svkozlov1981@yandex.ru;

²Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет “МЭИ”»,
Смоленск, e-mail: alex1by@mail.ru

Дидактическая линия алгоритмизации и программирования является основой школьного курса профильной информатики. Ввиду прикладного направления вопросы ее изучения пронизывают все содержание учебной дисциплины. Не являются исключением и темы, которые ранее носили теоретический характер. Так, школьников до последнего времени анализу результатов выполнения программ для формальных исполнителей во многом обучали без применения компьютерных средств. В то же время использование при этом специализированных программных систем обуславливает качественно иной уровень изучения курса школьной информатики. В связи с этим в статье обсуждается обращение авторов к инструментам среды программирования КуМир при решении задач построения геометрических фигур на клеточном поле формальными исполнителями. Основное внимание уделяется проблеме вычисления количества точек с целочисленными координатами, которые находятся в заданной области, в задачах черепаший графики. Авторами рассматривается подход использования в обучении школьников инструментальной среды КуМир для записи простейших алгоритмов управления, их выполнения и анализа полученных данных. Обсуждается решение таких задач как в контексте общей профильной подготовки учащихся, так и в разрезе тестовых заданий Единого государственного экзамена, с использованием специализированного компьютерного обеспечения. В ходе педагогического исследования, представленного авторами, показана необходимость более полного овладения школьниками навыками работы в системе КуМир при решении задач выполнения программ и анализе их алгоритмов для формальных исполнителей.

Ключевые слова: информатика, программирование, IT-технологии, алгоритм, исполнитель, система КуМир, программное приложение, образовательный процесс

TRAINING SCHOOLCHILDREN ON THE IMPLEMENTATION AND ANALYSIS OF THE SIMPLEST ALGORITHMS FOR MANAGING PERFORMERS IN THE KUMIR ENVIRONMENT

¹Kozlov S.V., ²Bykov A.A.

¹Smolensk State University, Smolensk, e-mail: svkozlov1981@yandex.ru;

²Branch of National Research University MPEI, Smolensk, e-mail: alex1by@mail.ru

The didactic line of algorithmizing and programming is the basis of the school course in specialized computer science. In view of the applied direction, the issues of its study permeate the entire content of the educational discipline. Topics that were previously theoretical are no exception. So, until recently, schoolchildren were largely taught to analyze the results of programs for formal performers without the use of computer tools. At the same time, the use of specialized software systems in this case determines a qualitatively different level of studying of the school computer science course. In this regard, the article discusses the authors' appeal to the tools of the KuMir programming environment when solving the problems of constructing geometric figures on the cellular field by formal performers. The focus is on the problem of calculating the number of points with integer coordinates that are in a given area in turtle graphics problems. The authors consider the approach of using the KuMir instrumental environment in teaching schoolchildren to record the simplest control algorithms, their implementation and analysis of the obtained data. The solution of such problems is discussed, both in the context of general specialized training of students, and in the context of test tasks of the unified state exam, using specialized computer support. In the course of the pedagogical study presented by the authors, the need for more complete mastery of schoolchildren with skills in the KuMir system in solving the problems of executing programs and analyzing their algorithms for formal performers is shown.

Keywords: computer science, programming, IT-technologies, algorithm, executor, KuMir system, software application, educational process

Дидактическая линия алгоритмизации и программирования является сквозной при изучении курса информатики в школе [1, 2]. Она составляет основу предмета и на базовом, и на профильном уровне обучения. Ее компоненты изучаются в разных классах средней и старшей школы [3].

При этом отдельным ее аспектам в школах систематически не уделяется должного внимания. Ввиду этого очень часто учащиеся формально подходят к записи алгоритмов, выполняя задания по образцу, сводят их к набору и редактированию текстовых данных. В то же время предметное обучение

информатике подразумевает формирование умений записывать алгоритмы, которые предназначены для разных исполнителей, умений анализировать результаты их выполнения [4, 5]. Отметим, что эти умения необходимы как при подготовке на базовом уровне освоения школьной программы по информатике, так и на профильном уровне. Отличие состоит в том, что в первом случае учащиеся выполняют простейшие алгоритмы, а во втором – более сложные.

Проверка результатов обучения этим знаниям и умениям осуществляется как на ОГЭ в 9-м классе, так и на ЕГЭ по информатике в 11-м классе [6]. В то же время очень многие девятиклассники при выполнении задания № 15 ОГЭ по информатике выбирают написание программы в среде изучаемого языка программирования – Pascal или Python. Данный факт как отдельный рассматриваемый феномен, как правило, говорит о достаточном количестве учащихся, усвоивших базовые понятия основных алгоритмических конструкций, таких как ветвление и цикл. В то же время большинство учеников 9-го классов, сдающих ОГЭ по информатике, пренебрегают выполнением этого задания или решают его неправильно в среде исполнителя для робота на клеточном поле. Это свидетельствует о том, что при изучении алгоритмов для различных исполнителей не отводится необходимого времени для освоения как их системы команд, так и для формирования умений применения в их записи композиции алгоритмических конструкций.

Это стало еще более очевидным в связи с включением в список заданий ЕГЭ по информатике измененной задачи № 6, которая требовала умений анализировать алгоритм для конкретного исполнителя. Значительная часть школьников оказались не готовы к такого рода задаче. При этом для ее решения не было обязательным условием использование специализированного программного обеспечения, но, как показывает практика, применение инструментов алгоритмической среды КуМир существенным образом облегчало наглядное восприятие задачи и подходы к ее решению. Это говорит о том, что в школах – как в общеобразовательных и профильных классах средней ступени, так и в старших классах с профильной подготовкой по информатике – не уделяется должного внимания этому заданию, относящемуся на экзамене в 11-м классе к базовому уровню сложности.

Цель исследования: проверка эффективности объяснения школьникам методов выполнения и анализа простейших алгоритмов для формального исполнителя Черепа-

ха с помощью инструментов среды программирования КуМир.

Научная новизна состоит в методологическом использовании инструментов среды программирования КуМир при решении задач выполнения и анализа простейших алгоритмов, которые составлены для формального исполнителя Черепаха.

Материал и методы исследования

Изучение среды программирования КуМир и использование инструментов ее исполнителей, таких как Черепаха, Робот, Чертежник, Кузнечик, в основном относятся к средней школе [7]. В профильных 10–11-х классах ей практически не отводится времени в соответствии с учебным планом изучения информатики на профильном уровне. Получить умения работы в программной системе КуМир или вспомнить полученные в 9-м классе навыки школьник может при изучении программирования [8]. Однако, как правило, учителя отводят все это время на изучение одного из языков программирования – Pascal или Python [9, 10]. Свободного времени или отдельного сопоставимого с другими темами по программированию блока на знакомство со средой КуМир у учителя часто нет. В лучшем случае он оставляет этот учебный материал на кружок или элективный курс по подготовке к ЕГЭ по информатике, в котором также ввиду базового уровня сложности задачи ей не уделяется необходимого внимания.

В связи с этим учащиеся при сдаче ЕГЭ по информатике справляются с решением задания № 6, в котором можно использовать инструменты среды КуМир [11], недостаточно уверенно. Это приводит либо к увеличению времени решения задачи, либо вовсе к получению неправильного ответа ввиду невозможности программной реализации отдельных ее элементов. При этом отметим, что среда КуМир лишь позволяет увидеть картину применения алгоритма, выводы в любом случае необходимо сделать учащимся.

Основное рабочее поле инструментальной среды КуМир представляют собой два окна. В одном из них школьник может записывать команды программы для выбранного исполнителя, в другом – видеть результаты ее выполнения. Так, при использовании исполнителя Черепаха он может анализировать на полученном рисунке траекторию ее движения, а также линии и геометрические фигуры, которые при этом получились.

Команды представляют собой стандартный набор из двух команд. Первая из них – это команда движения вперед на указанное число единиц. Вторая – это команда поворота по часовой стрелке на указанное чис-

ло градусов. В исходный момент времени Черепаха находится в начале координат и «смотрит» вверх вдоль оси ординат. Хвост Черепахи в начале выполнения программы поднят, поэтому, если необходимо рисовать линии, его следует опустить. Для этого есть две соответствующие команды: «поднять хвост» и «опустить хвост». С помощью этого минимального набора простейших команд и основных алгоритмических конструкций строится программа для исполнителя Черепаха.

В том случае, если школьник забыл команды для выбранного исполнителя, он может обратиться к понятной справочной системе. Эта система содержит не только перечень команд, но и синтаксические особенности их записи, а также примеры использования основных алгоритмических конструкций и их композиций. При этом представленные в справочной системе элементы программ можно скопировать, вставить в собственный алгоритм и проверить его работоспособность.

В окне вывода после запуска программы можно увидеть как ее итоговый результат, так и пошаговое ее выполнение. Исполнитель Черепаха на клеточном поле, перемещаясь, будет рисовать линии и фигуры. При составлении для нее алгоритмов на первом этапе школьникам можно предлагать задачи, в которых требуется нарисовать разные геометрические фигуры, такие как квадрат, прямоугольник, параллелограмм. Это необходимо для того, чтобы они видели, как видоизменяются параметры команд при построении геометрических фигур более общего класса. После этого можно предлагать алгоритмы, в которых заданная фигура будет получена объединением или пересечением исходных простейших геометрических фигур. На втором этапе школьникам следует предлагать готовые алгоритмы, анализируя которые, они могут дать ответ на вопрос: «Какая фигура будет получена после выполнения заданного алгоритма?» После высказанных предположений они могут убедиться на практике, набрав в среде КуМир предложенную программу, правильные ли выводы они сделали. В завершение на третьем этапе обучения использования исполнителя Черепаха в инструментальной среде КуМир можно переходить к решению задания № 6 ЕГЭ по информатике. В нем, как правило, требуется определить, сколько точек включают построенная фигура либо объединение или пересечение представленных в алгоритме геометрических фигур. При этом нужно внимательно следить, необходимо ли в задании считать точки, которые находятся на границе полученной фигуры, или нет.

При такой последовательности изложения учебного материала школьники знакомятся собственно со средой программирования КуМир, осваивают ее основные возможности. У них формируется четкое понимание, для чего и в каких случаях применяются те или иные команды, за что отвечают их параметры и к чему ведет их изменение. В результате они осознанно подходят к решению задания № 6 ЕГЭ по информатике, и оно не вызывает у них дополнительных затруднений.

Рассмотрим один из таких примеров, подобной задаче № 6 из ЕГЭ по информатике.

Пример.

Определите, сколько точек с целочисленными координатами будут находиться внутри области на клеточной карте, заданной пересечением фигур, полученных с помощью следующего алгоритма.

Повтори 3 [Вперед 20 Направо 90 Вперед 20 Направо 90]

Поднять хвост

Повтори 2 [Вперед 10 Направо 90]

Опустить хвост

Повтори 3 [Вперед 20 Направо 90 Вперед 20 Направо 90]

Повтори k [Команда 1 Команда 2 ... Команда n] – это алгоритмическая конструкция, которая означает, что команды, записанные в квадратных скобках, необходимо повторить k раз.

Точки на линиях границы учитывать не следует. Исполнитель Черепаха в начальный момент времени расположена в начале координат, ее голова направлена вверх вдоль оси ординат, хвост опущен.

Представим решение данной задачи в инструментальной среде КуМир.

использовать Черепаха

алг

нач

опустить хвост

нц 3 раза

вперед (20)

вправо (90)

вперед (20)

вправо (90)

кц

поднять хвост

нц 2 раза

вперед (10)

вправо (90)

кц

нц 3 раза

вперед (20)

вправо (90)

вперед (20)

вправо (90)

кц

кон

Искомым ответом на вопрос задачи будет число 81. При этом после набора алгоритма и запуска программы для правильного подсчета точек с целочисленными координатами на клеточной карте необходимо выполнить следующие действия. Во-первых, не забыть установить параметр отображения сетки на карте равным 1. Во-вторых, задать масштаб так, чтобы на клеточном поле была видна область, полученная пересечением заданных геометрических фигур. Для этого целесообразно воспользоваться колесиком мыши для изменения масштаба и нажатием ее левой кнопки для перемещения клеточной карты в заданном направлении. В-третьих, скопировать любым стандартным способом, например при помощи инструмента Ножницы или нажатием клавиши PrtScr, выделенную область в буфер обмена. А затем, после вставки в графический редактор, подсчитать с помощью маркера, например карандаша или кисти, удовлетворяющие условию задачи точки. Такой прием обеспечивает наглядность и уменьшает, как правило, вероятность ошибки, связанную с подсчетом какой-либо точки дважды или ее пропуском.

Такие задания были предложены школьникам в ходе педагогического эксперимента при изучении темы «Выполнение и анализ алгоритмов для формального исполнителя Черепаха». С помощью инструментальной системы КуМир они получали навыки их практического решения и закрепления полученных навыков. Методология исследования состояла в применении констатирующего и формирующего педагогического экспериментов. Для проведения анализа полученных в экспериментальной работе количественных данных были использованы математические методы обработки. Гипотеза исследования заключалась в том, что использование команд и алгоритмических конструкций инструментальной среды КуМир для записи программ для формального исполнителя при подсчете количества точек с целочисленными координатами, входящими в заданную геометрическую область, при выполнении и анализе алгоритмов повышает эффективность обучения школьников.

Результаты исследования и их обсуждение

Педагогический эксперимент по изучению методов выполнения и анализа простейших алгоритмов для формального исполнителя Черепаха с помощью инструментов среды программирования КуМир осуществлялся в двух образовательных учреждениях города Смоленска. Одним из них

был Смоленский физико-математический лицей при МИФИ, другим – средняя школа № 6 г. Смоленска. Занятия в этих учебных заведениях проводятся по физико-математическому профилю. Информатика вместе с математикой образует систему профильных учебных дисциплин.

В педагогическом эксперименте участвовали 33 школьника. Он проводился в два этапа. На этапе констатирующего педагогического эксперимента учащиеся изучали специфику анализа и выполнения простейших алгоритмов для формального исполнителя «на бумаге» в тетради. Они изучали действия при выполнении команд Вперед и Назад, Направо и Налево, Поднять хвост и Опустить хвост. Также они знакомились с выполнением алгоритмической конструкции повторения команд исполнителем. Школьники в тетради с учетом выбранного масштаба по заданному алгоритму чертили получаемые линии и геометрические фигуры. В завершение этого этапа эксперимента со школьниками было проведено тестирование. Тест, предложенный учащимся, состоял из шести заданий. Все задания было необходимо выполнять без применения инструментальных средств.

На этапе формирующего педагогического эксперимента учащиеся выполняли подобные задания в инструментальной среде КуМир. Для этого они применяли исполнитель Черепаха. Сначала они познакомились с интерфейсом системы КуМир, изучили справку для исполнителя Черепаха в целях получения представлений о правилах записи ее команд. Затем они освоили запись простейших линейных алгоритмов для исполнителя Черепаха и более сложных, которые содержали циклические конструкции. Школьники научились оперировать инструментами клеточной карты и подсчитывать на ней точки с целочисленными координатами в разных областях полученной геометрической фигуры. Также следует отметить, что в совокупности учащимся на этом этапе был предложен более сложный перечень заданий. Увеличение сложности было связано с определением точек, находящихся в пересечении и объединении полученных геометрических фигур. Это требовало дополнительных навыков в поиске указанных областей, но в то же время не оказывало существенного влияния на общие принципы построения программы для исполнителя Черепаха и манипулирования данными, отраженными после выполнения алгоритма на клеточном поле.

В завершение этого этапа эксперимента со школьниками также было проведено тестирование.

Таблица 1

Результаты констатирующего этапа педагогического эксперимента

Группа	Число школьников, достигших уровня усвоения знаний			Всего
	Высокий	Повышенный	Базовый	
СФМЛ при МИФИ	4	5	9	18
IT-класс школа № 6	1	7	7	15
Всего	5	12	16	33

Таблица 2

Результаты формирующего этапа педагогического эксперимента

Группа	Число школьников, достигших уровня усвоения знаний			Всего
	Высокий	Повышенный	Базовый	
СФМЛ при МИФИ	8	8	2	18
IT-класс школа № 6	9	5	1	15
Всего	17	13	3	33

В итоговом диагностическом тесте им предлагалось выполнить шесть заданий в инструментальной среде КуМир. Полученные данные диагностических срезов обрабатывались в специализированной программной оболочке «Advanced Tester», которая предназначена для проведения индивидуальных и групповых тестирований. Для этого использовались встроенные в эту систему средства математического моделирования и диагностики [12, 13]. Отметим, что школьники часть заданий, сгенерированных в системе «Advanced Tester», выполняли дистанционно с помощью удаленного доступа [14, 15]. Решения и ответы школьников, которые они приводили в данной системе, анализировались автоматизированно на основе математической компонентной базы инструментов программы. Данные, полученные в ходе итоговых диагностирующих работ на констатирующем и формирующем этапах педагогического эксперимента, приведены в таблицах 1 и 2.

Качественный анализ условий и результатов эксперимента

Результаты экспериментального исследования, отраженные в таблицах 1 и 2, свидетельствуют, что количество учащихся, продемонстрировавших высокие уровни усвоения учебного материала, значительно увеличилось. Это произошло за счет перераспределения школьников из групп с низкими результатами в группы с высокими показателями обученности. Школьников, остановившихся в обучении на базовом уровне усвоения знаний, в абсолютном вы-

ражении осталось 3 человека, что в более чем в 5 раз меньше в сравнении с констатирующим этапом педагогического эксперимента. Это позволяет утверждать, что применение инструментов программных сред для формальных исполнителей существенно упрощает анализ условий, которые описаны в условии задания. Такая ситуация обусловлена тем, что громоздкие построения геометрических фигур на бумаге с учетом масштабирования в ряде случаев приводят к невозможности точного исследования попадания точки в заданную область. Система программирования КуМир для формальных исполнителей, таких как Черепаха, позволяет и записать алгоритм в виде программы, и исполнить его, а результаты построений проанализировать при выбранном приближении. При этом, безусловно, запись более сложных условий в алгоритме увеличивает количество команд и конструкций в нем. Однако напрямую это не влияет на анализ полученной геометрической картины на клеточной карте. В этом заключается преимущество использования инструментальной среды от решения задания «вручную». Также учащиеся могут использовать сохраненные решения известных алгоритмов при построении новых программ. Это также уменьшает время, отводимое на исследование новой алгоритмической ситуации. В совокупности это приводит к тому, что за отведенное на изучение данной темы учебное время можно решить большее число задач, приступить к заданиям более высокого уровня сложности. Это позволяет расширить кругозор в области алгорит-

мизации и программирования, совершенствовать свои профессиональные навыки по информатике. Таким образом, гипотеза исследования о повышении эффективности обучения школьников анализу алгоритмов с помощью инструментов среды КуМир находит свое доказательство.

Заключение

Итак, проведенная в экспериментальном исследовании работа указывает на целесообразность применения средств системы программирования КуМир при решении задач выполнения и анализа алгоритмов для формальных исполнителей. Школьники, осваивая правила составления программ для формальных исполнителей в среде КуМир, постигают общность алгоритмических конструкций в системе различных команд. Они получают навыки общих подходов к анализу представленных в заданиях алгоритмах. Тем самым формируется необходимая фундаментальная база инвариантности алгоритмических методов. Учащиеся начинают осознанно воспринимать использование возможного программного инструментария в зависимости от условий поставленной задачи. Это способствует более детальному пониманию предложенных для анализа алгоритмов. Таким способом увеличивается базовый набор профессиональных умений школьников в IT-сфере, расширяется круг их возможностей в получении будущей профессии программиста.

Список литературы

1. Бровка Н.В., Францкевич А.А. Обучение учащихся основам алгоритмизации и программирования // Педагогика информатики. 2020. № 3. С. 1-9.
2. Козлов С.В. Особенности обучения школьников информатике в профильной школе // Концепт. 2014. № 1. С. 31-35.
3. Францкевич А.А. О результатах применения методики обучения школьников основам алгоритмизации и программирования с применением визуализированных сред программирования // Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы. Материалы Международной научно-практической конференции. Минск: Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, 2019. С. 52-53.
4. Козлов С.В., Быков А.А. Обучение школьников выполнению и анализу алгоритмов для формального исполнителя с использованием систем программирования // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32491> (дата обращения: 27.09.2023).
5. Каган Э.М. Применение визуальных языков программирования для повышения эффективности обучения разделу «Алгоритмизация и программирование» школьного курса информатики // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2018. № 1 (43). С. 99-104.
6. Лапшева Е.Е. Профильная информатика в свете введения компьютерного ЕГЭ // Информационные технологии в образовании: материалы XI Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. 2019. С. 128-130.
7. Семтина Е.А., Проценко С.И. Обучение основам алгоритмизации на базе системы КуМир в основной школе // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2021. № 4 (17). С. 140-144.
8. Архангельская Е.В. Организация обучения основам алгоритмизации и программирования с использованием анализа математических задач // Информатизация образования и науки. 2022. № 4 (56). С. 166-175.
9. Рослякова Е.А., Химич А.М. Преимущества использования языка программирования Python при изучении раздела «Алгоритмизация и программирование» в школьном курсе информатики // Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук: материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции / Под ред. С.А. Кольшаковой. 2018. С. 148-152.
10. Ильченко О.Ю., Сырицына В.Н., Кадеева О.Е. Решение задач ЕГЭ по информатике средствами языка Python // Высшее образование сегодня. 2021. № 11-12. С. 42-54.
11. Бакаева О.А. Использование системы КуМир при обучении алгоритмизации и программированию // Молодежь и XXI век – 2021. Материалы XI Международной молодежной научной конференции. Курск, 2021. С. 378-381.
12. Козлов С.В., Быков А.А. Особенности изучения междисциплинарных тем школьных курсов математики и информатики с помощью методов математического моделирования // Проблемы современного образования. 2021. № 5. С. 250-261.
13. Козлов С.В., Быков А.А. Применение методов математического моделирования для диагностики знаний школьников // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 4. С. 157-162.
14. Киселева О.М. Программные средства поддержки удаленного обучения // Вызовы цифровой экономики: тренды развития в условиях последствий пандемии COVID-19: сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к Году науки и технологий в России. Брянск, 2021. С. 143-146.
15. Senkina G.E., Timofeeva N.M., Kiseleva O.M. Modernization of traditional educational forms in the context of distance learning // Journal of Higher Education Theory and Practice. 2022. T. 22, № 3. P. 160-165.