

УДК 004.43:372.8

## **ПРАКТИКУМЫ И ОЛИМПИАДЫ ПО КООПЕРАТИВНОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В НАЧАЛЬНОМ КУРСЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ДОШКОЛЬНИКОВ И МЛАДШЕКЛАССНИКОВ**

**И. Н. Грибанова, Я. Н. Зайдельман, А. Г. Кушниренко, М. В. Райко**  
*Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук*  
*nig@niisi.msk.ru, yz@pereslavl.ru, agk\_@mail.ru, milya@niisi.ras.ru*

В начале 2010-х годов в отделе учебной информатики Федерального научного центра Научно-исследовательского института системных исследований Российской академии наук по государственному заданию Академии наук Российской Федерации была разработана бестекстовая учебная система программирования ПиктоМир, предназначенная для поддержки начальных курсов программирования для дошкольников и младшекласников [1–3]. Эта свободно распространяемая и многоплатформенная система может быть загружена на планшеты, мобильные и настольные компьютеры с операционными системами Android, iOS, Microsoft Windows и Linux для последующего использования в аудиториях, где нет доступа к Интернету, а также может использоваться через веб-интерфейс на любых компьютерных устройствах, имеющих выход в интернет.

ПиктоМир позволяет выполнять не только индивидуальные, но и командные (совместные) задания по программированию. При выполнении командного задания каждый член команды индивидуально работает над своей частью программы на компьютере, что позволяет объективно оценить вклад каждого члена команды в общий коллективный результат. Кооперативное программирование может использоваться как в регулярном курсе программирования, так и для проведения командных олимпиад.

*Ключевые слова:* практикумы, олимпиады, ПиктоМир, кооперативное программирование, дошкольники, младшие школьники.

## **COOPERATIVE PROGRAMMING WORKSHOPS AND COMPETITIONS FOR PRESCHOOLERS AND PRIMARY SCHOOL PUPILS IN INITIAL COURSE OF PROGRAMMING**

**I. N. Gribanova, Ya. N. Zeidelman, A. G. Kushnirenko, M. V. Rayko**  
*System Research Institute, Russian Academy of Sciences*  
*nig@niisi.msk.ru, yz@pereslavl.ru, agk\_@mail.ru, milya@niisi.ras.ru*

In the early 2010s, in the Department of Educational Informatics of System Research Institute, Russian Academy of Sciences, by the state order of the Russian Academy of Sciences, non-textual educational programming system PiktoMir was developed. The system was intended to support basic courses of programming for preschoolers and primary school pupils [1–3]. This freely distributed and multi-platform system can be downloaded to tablets, laptops and other computers with Android, iOS, Microsoft for offline use and can also run using the web interface on any computer devices with Internet access.

PiktoMir allows performing not only the individual but also team (joint) programming tasks. Each team member individually works on his part of the program on his computer during a team task, which makes it possible to objectively evaluate the contribution of each team member to the overall collective result. Cooperative programming can be used both in the regular programming course and for conducting team competitions.

*Keywords:* workshop, competition, PiktoMir, cooperative programming, preschoolers, primary school pupils.

**Целесообразность использования бестекстового языка программирования во вводных курсах алгоритмики и программирования.** Развитие информационных технологий, глубокая цифровизация повседневного быта, промышленности, образования и досуга привели к резкому снижению возраста начального знакомства детей с программированием. Эти тенденции широко обсуждаются в публикациях СМИ последних лет [4, 5]. Так, по сообщению ТАСС, председатель комитета Госдумы по образованию и науке Вячеслав Никонов, выступая на дискуссионной площадке съезда Единой России, заявил, что пришло время ввести информатику в стандарт дошкольного образования: «Для меня очевидно, что в стандарт дошкольного образования уже надо вводить информатику. Это уже стандарт дошкольного образования, даже не начального» [6].

За истекшие годы на базе бестекстовой учебной среды программирования ПиктоМир в Научно-исследовательском институте системных исследований Российской академии наук (НИИСИ РАН) было разработано свободно распространяемое методическое обеспечение для проведения начальных курсов программирования для дошкольников и младшеклассников в рамках системы дополнительного образования. Наиболее массовым оказалось внедрение ПиктоМира в г. Сургуте: в 2018–2019 гг. во всех подготовительных группах всех дошкольных учреждений г. Сургута проводится годовой курс «Алгоритмика для дошкольников» (около 6 тыс. обучаемых). Программу курса и многостраничные «поминутные» методические указания можно найти в [7]. Образцы программ вводных курсов программирования для младшеклассников в рамках системы дополнительного образования можно найти в [8–11]. Неожиданно высокой оказалась эффективность использования ПиктоМира в выравнивающем курсе «Азы программирования» для студентов МПГУ [12].

В применимости и эффективности бестекстового подхода при изучении азов программирования в школе нет ничего удивительного. Действующий сегодня в России Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования по предметной области «Математика и информатика» предусматривает «развитие умений составить и записать алгоритм для конкретного исполнителя; формирование знаний об алгоритмических конструкциях, логических значениях и операциях; знакомство с одним из языков программирования и основными алгоритмическими структурами – линейной, условной и циклической» [13]. Примерная образовательная программа курса «Информатика» для основной школы добавляет к набору понятий еще и «вспомогательный алгоритм»: выпускник основной школы должен научиться «составлять несложные алгоритмы управления исполнителями ... с использованием основных управляющих конструкций последовательного программирования (линейная программа, ветвление, повторение, вспомогательные алгоритмы), выполнять эти программы на компьютере» [14]. Но все перечисленные выше глубинные, базовые понятия и навыки программирования могут быть усвоены и отработаны в бестекстовой системе программирования, причем с большей эффективностью, чем в текстовой системе, даже учебной, подобной системам «КуМир» или «PascalABC».

**Коллективные активности в начальном курсе программирования для дошкольников и младшеклассников.** Педагогическая практика учит, что коллективные занятия, будь то состязательные или кооперативные, часто более продуктивны, чем индивидуальные. В разработанном нами для ПиктоМира цикле занятий «Алгоритмика для дошкольников» [9] коллективные активности предусмотрены на 10 занятиях из 30. Дети соревнуются в составлении наиболее сложного лабиринта на бумаге и на полу игровой комнаты, проверяют друг у друга правильность выполнения задания, сравнивая «на просвет» нарисованные на бумаге картинки, разгадывают шифры, разбившись на пары. Однако все эти коллективные активности до недавнего времени предусматривались только в бескомпьютерной части занятий, а работы по составлению программ проводились индивидуально. Причины этого «перекоса» и метод его устранения мы сейчас постараемся объяснить.

Коллективные активности могут быть разделены на кооперативные и состязательные. Кооперативная активность направлена на достижение некоторой общей цели членами одного

коллектива, одной команды. Кооперативная активность требует взаимодействия и взаимопомощи между членами команды. Состязательная активность, наоборот, требует от участников противоборства. Цели состязательной активности для различных участников различны или даже взаимоисключающи. Для детей периода первого детства психологически более комфортны кооперативные активности. Состязательные активности предполагают явное или неявное расслоение участников на выигравших и проигравших, а проигрыш может оказаться не только стимулом, но и тормозом последующих успехов ребенка.

Коллективные активности младших школьников и дошкольников легко было бы организовать в форме соревнования, олимпиады по составлению программ, но в такой состязательной форме есть «подводные камни», и мы сознательно избегали индивидуальных соревнований детей с ранжированием результатов.

Дети дошкольного и младшего школьного возраста, имеющие одинаковый паспортный возраст, в силу ряда причин могут сильно отличаться по скорости усвоения нового материала и скорости решения задач. Этот разброс в течение одного-двух лет сглаживается, не может служить для предсказания будущих успехов детей, но при попытке проведения соревнований с индивидуальной оценкой результатов может приводить для ряда детей к необоснованно заниженной или завышенной самооценке, что нежелательно по многим соображениям.

Полностью отказываться от соревнований нежелательно, так как они повышают мотивацию и вовлеченность детей. Выходом из этого противоречия может служить организация соревнований не индивидуумов, а команд, в простейшем случае пар, выполняющих кооперативные, командные задания. В таких командных соревнованиях состязательные и коллективные активности сочетаются и дополняют друг друга. Внутри команды работа ведется кооперативно, а состязательность обезличена и возникает только на уровне команд. Важно и то, что опыт победы или проигрыша переживается ребенком не индивидуально, а в окружении партнеров по команде.

Таким образом, в процессе эксплуатации ПиктоМира мы пришли к необходимости его расширения в двух направлениях [15, 16]:

- 1) поддержка кооперативного программирования, возможность выполнения одного задания командой детей (каждый со своим участком работы);
- 2) поддержка командных соревнований по кооперативному программированию.

Обе эти задачи были решены в рамках выполнения госзадания РАН в 2017 г. [17, 18]. Доработанный ПиктоМир и программный модуль для проведения олимпиад в 2018 г. прошли в этом году опытную эксплуатацию и дали обнадеживающие результаты. Примеры простейших заданий на кооперативное программирование будут приведены ниже. Планируется переработать программу цикла занятий «Алгоритмика для дошкольников» и методические указания [7], с целью сделать кооперативные компьютерные практикумы и соревнования-олимпиады по программированию регулярными элементами учебного процесса.

**Неформальное описание правил кооперативного программирования в системе ПиктоМир. Структура кооперативного (командного) задания.** Кооперативное задание рассчитано на выполнение командой с заранее фиксированным числом членов (как правило, два). Задание предоставляет в распоряжение каждого члена команды виртуального робота. Задана одна общая обстановка, в которой эти роботы должны решить некоторую общую задачу. Члены команды составляют, каждый на своем компьютере, программы управления своими роботами. Эти программы затем выполняются параллельно. Каждый член команды составляет программу, в которой можно использовать команды управления собственным роботом, но нельзя использовать команды управления «чужими» роботами. Цель команды – составить и согласовать индивидуальные программы так, чтобы при их параллельном выполнении роботы совместно, не мешая друг другу, выполнили общую работу, описанную в задании. Члены команды сидят рядом, за одним столом, и могут обсуждать задание вполголоса, не мешая другим командам (рис. 1).

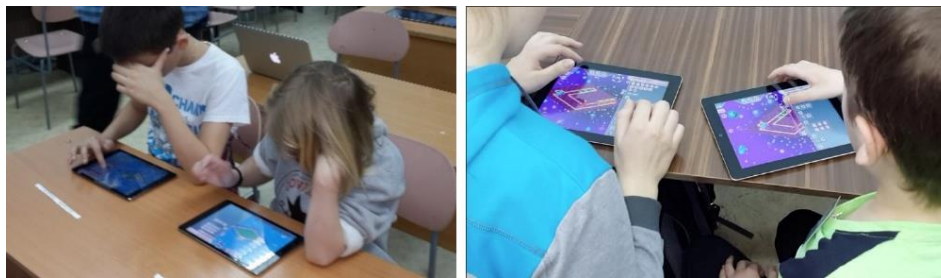


Рис. 1. Коллективное решение задачи

**Важное замечание.** Хотя при кооперативном программировании цель достигается коллективными усилиями членов команды, вклад каждого участника индивидуален и формально отделим от вклада других членов команды. Ведь каждый член команды на компьютере составляет программу управления своим роботом. При выполнении кооперативного задания на программирование в ПиктоМире исключена ситуация, когда один член команды делает работу за всех.

Такая ситуация возникает в традиционных командных олимпиадах по программированию, когда команда получает один единственный компьютер на всех, и вклады отдельных участников в общий результат принципиально не выделяемы.

**Организация кооперативной работы во время занятий и проведение олимпиад.** При проведении обычных индивидуальных компьютерных занятий с использованием ПиктоМира каждый ученик получает планшет с предустановленной игрой, разработанной для данного занятия, и последовательно проходит уровни этой игры, составляя программы управления виртуальными роботами. В этой ситуации компьютер учителя не используется.

Если же на занятии предполагается кооперативная работа, то учитель на своем компьютере должен разбить учеников на команды и далее во время работы может контролировать ход работы команд.

Для проведения олимпиады на учительском компьютере должен быть дополнительно запущен модуль МетаМир, который собирает статистические сведения о ходе работы участников и позволяет подвести итоги олимпиады, проводимой в нескольких аудиториях.

**Примеры заданий по кооперативному программированию в системе ПиктоМир.**

В примерах заданий участвуют роботы Вертун, Двигун и Тягун, перемещающиеся по клетчатым полям. По легенде это космодромы – космические платформы, парящие в ближнем космосе. Вертун чинит космодромы, закрашивая огнеупорной краской плиты, потрескавшиеся при взлете космических кораблей, а Двигун и Тягун перемещают грузы – ящики и бочки – по сортировочной площадке космического склада. Каждый из этих роботов умеет выполнять команды: «вперед», «повернуться налево», «повернуться направо», «мигнуть». Кроме того, Вертун имеет команду «закрасить», а Тягун – команду «тянуть». Двигун перемещает ящики при движении вперед, дополнительная команда ему не нужна. Пиктограммы команд всех роботов представлены на рис. 2.







Команды Вертуна, Двигуна, Тягуна				Команда Вертуна	Команда Тягуна
<i>вперед</i>	<i>повернуться налево</i>	<i>повернуться направо</i>	<i>мигнуть</i>	<i>закрасить</i>	<i>тянуть</i>
					

Рис. 2. Команды Роботов

**Задание 1. Линейные алгоритмы.** Два Вертуна, один с зеленой меткой, а другой – с оранжевой, работая параллельно, должны закрасить букву «Т». Шаблоны программ первого и второго Вертуна представлены на рис. 3.

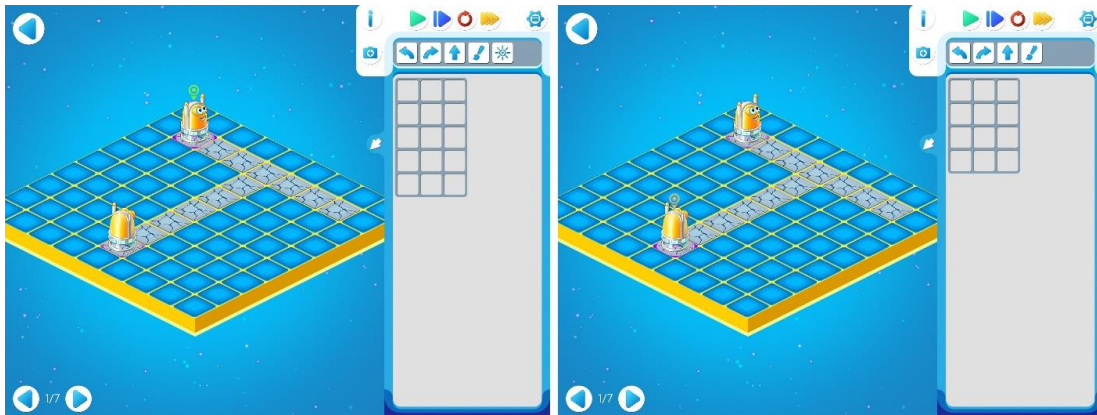


Рис. 3. Шаблоны программ первого и второго Вертуна

Решение:

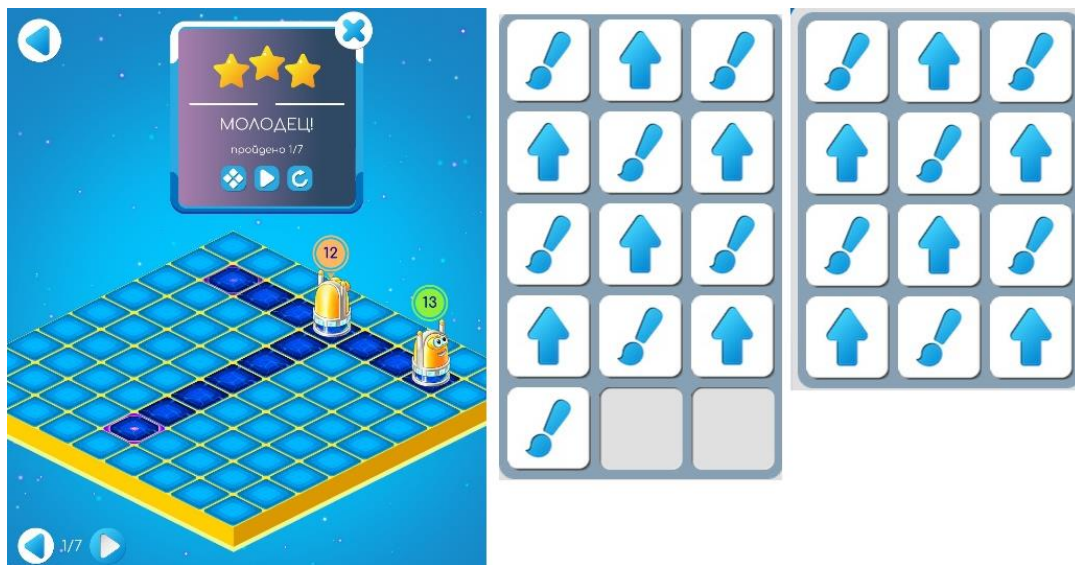


Рис. 4. Программы первого и второго Вертуна

Программы первого и второго Вертуна представлены на рис. 4. Видно, что все потрескавшиеся клетки закрашены и работа между роботами была распределена «справедливо»: один Вертун выполнил 13 команд, а другой – 12 команд (хотя можно было бы обойтись 11 командами).

Данное кооперативное задание – простейшее из возможных. В подобных заданиях дети должны составлять несложные линейные программы, и никакой «дележки» работы или синхронизации движения роботов не требуется. Кооперативные задания такой сложности доступны детям, посетившим первый десяток занятий годового курса.

**Задание 2. Алгоритмы с повторителями, но без подпрограмм.** Картинка симметрична и шаблоны программ у двух роботов одинаковые. Но поровну работа не делится, и, приступая к решению, дети должны предварительно договориться, сколько и каких клеток покрасит каждый Вертун. И программы получатся разные. Шаблоны программ первого и второго Вертуна представлены на рис. 5.

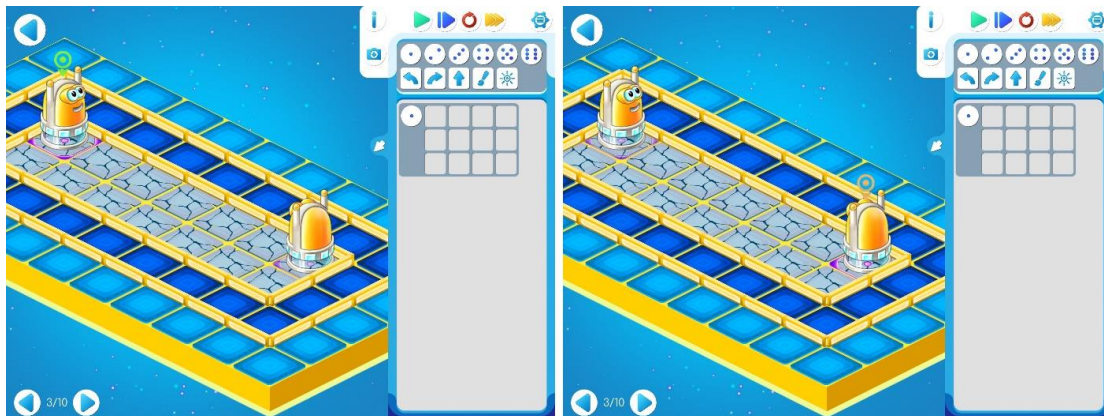


Рис. 5. Шаблоны программ первого и второго Вертуна

Существенной особенностью этого задания является неоднозначность и необходимость предварительного планирования совместной работы. После того как дети осознают, что достижение таких договоренностей является необходимым элементом коллективной работы, подобные задачи решаются без труда. В заданиях выдается паре детей распечатанный план поля и рекомендуется оформить договоренность о «разделении работы» в виде рисунка на плане поля. Задача допускает несколько вариантов решения.

Первый вариант решения представлен на рис. 6 (на плане поля показано, в каком порядке роботы посещают клетки поля). Программы первого и второго Вертуна для первого варианта решения представлены на рис. 7.

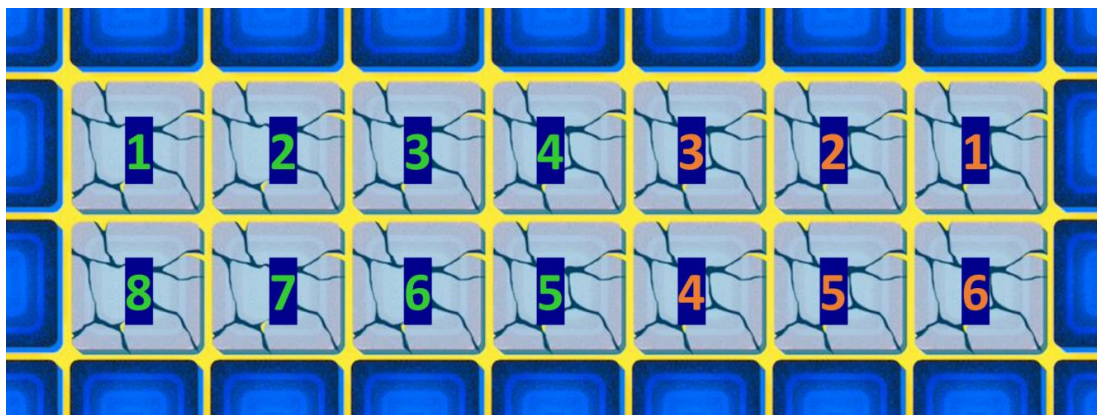


Рис. 6. Первый вариант решения

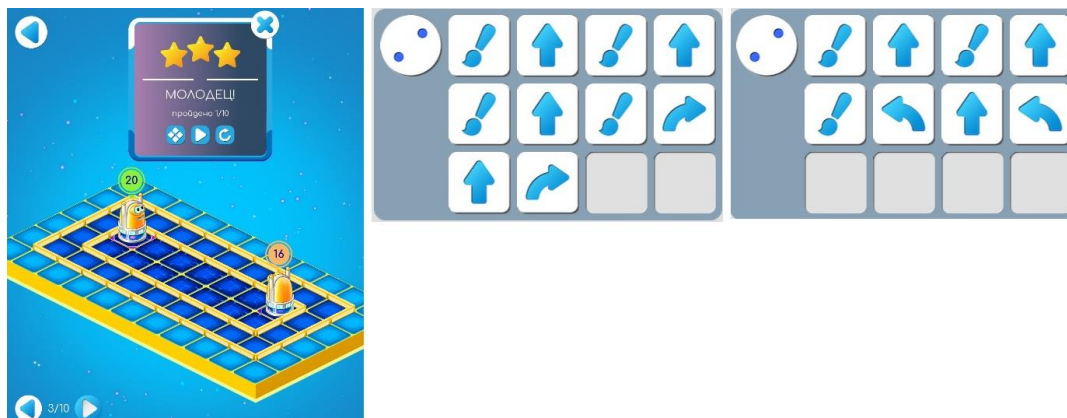


Рис. 7. Программы первого и второго Вертуна для первого варианта решения

Второй вариант решения представлен на рис. 8. Программа робота с зеленой меткой не меняется, а программа робота с оранжевой меткой меняется так, чтобы его порядок обхода клеток был таким:

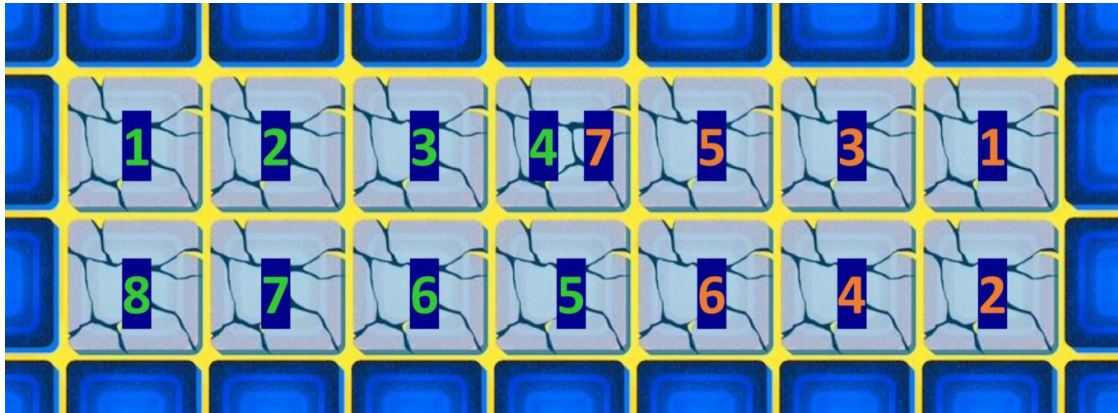


Рис. 8. Второй вариант решения

Программы первого и второго Вертуна для второго варианта решения представлены на рис. 9.

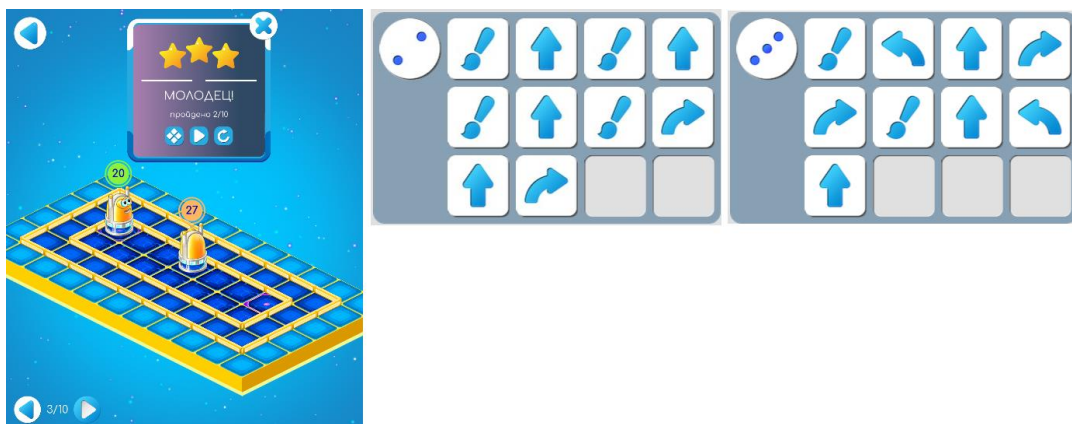


Рис. 9. Программы первого и второго Вертуна для второго варианта решения

Пример неудачной попытки решения (оба робота попытались войти в одну и ту же клетку и от этого сломались) представлен на рис. 10.



Рис. 10. Пример неудачной попытки решения

**Задание 3.** Роботы Тягун и Двигун должны переместить ящики в нужные клетки, отмеченные белыми крестиками на зеленом фоне. В главном алгоритме можно использовать уже заданный вспомогательный алгоритм А с повторителем. Шаблоны программ Двигуна и Тягуна представлены на рис. 11. Программы Двигуна и Тягуна представлены на рис. 12.



Рис. 11. Шаблоны программ Двигуна и Тягуна

Решение:

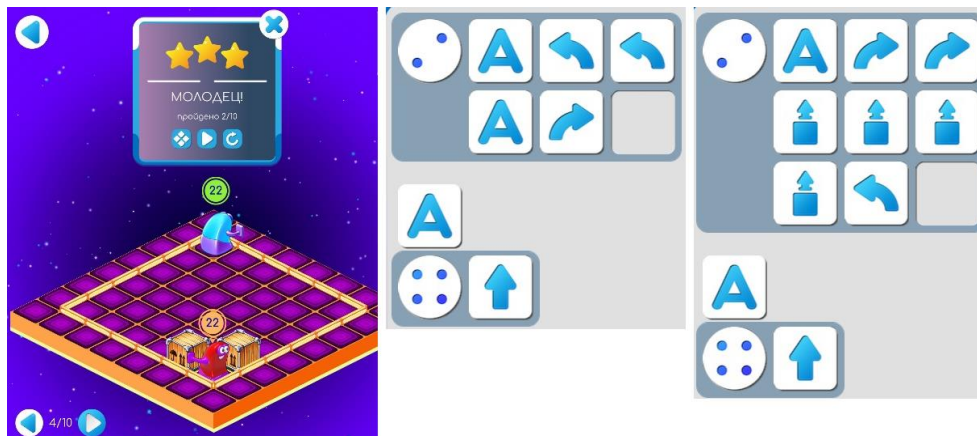


Рис. 12. Программы Двигуна и Тягуна

**Задание 4.** Роботы Двигун и Тягун должны переместить ящик по коридору, проведя его через угол. Шаблоны программ Двигуна и Тягуна представлены на рис. 13.

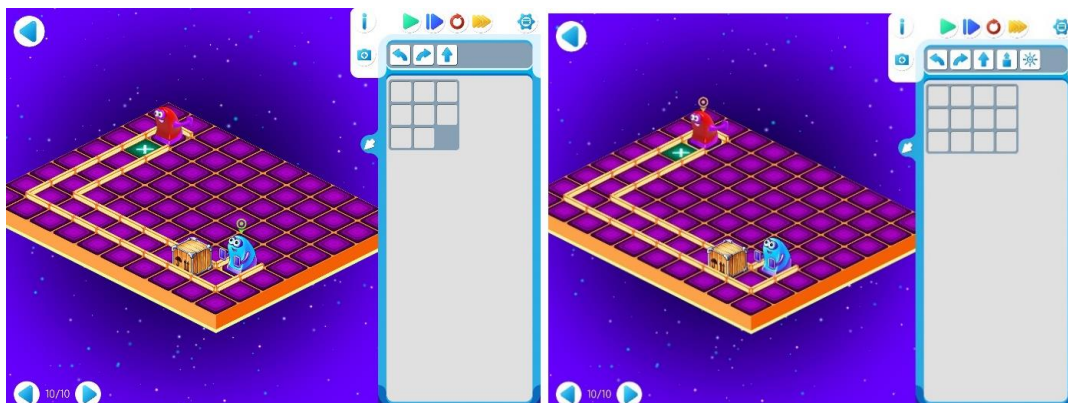
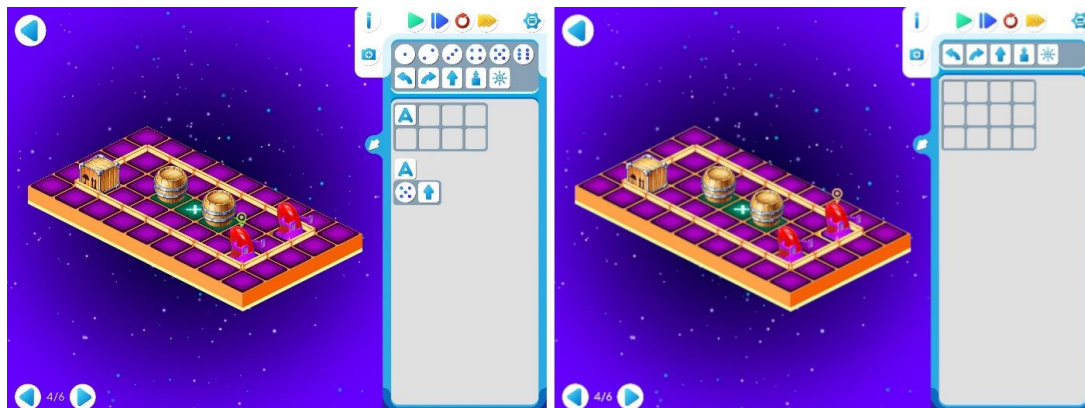


Рис. 13. Шаблоны программ Двигуна и Тягуна

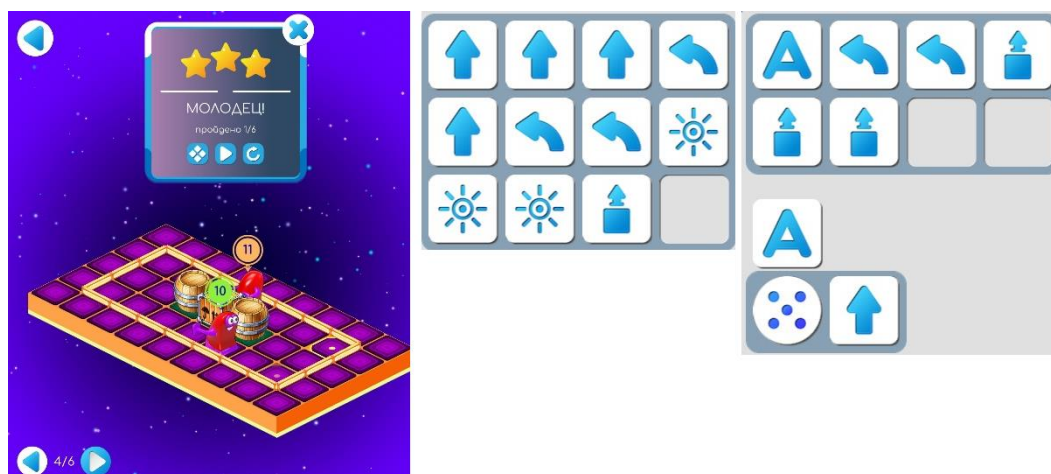


**Задание 5.** Два Тягуна должны переместить ящик в нужную клетку между бочками. Шаблоны программ первого и второго Тягунов представлены на рис. 16. Программы первого и второго Тягуна представлены на рис. 17.



**Рис. 16.** Шаблоны программ первого и второго Тягунов

Решение:



**Рис. 17.** Программы первого (в центре) и второго Тягунов

**Заключение.** Программирование в системе ПиктоМир, индивидуальное и коллективное, оказалось удачной стартовой методикой во вводных курсах программирования не только для дошкольников, но и для младшеклассников, старшекласников и даже студентов педагогических университетов.

Работа выполнена в отделе учебной информатики ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН в рамках темы «Разработка и сопровождение программного обеспечения для подготовки и проведения государственных испытаний (ЕГЭ и ОГЭ) и олимпиад по информатике и другим предметам естественно-научного цикла для школьников и дошкольников» (тема госзадания РАН 0065-2018-0017).

### Литература

1. ПиктоМир : сайт. URL: <https://www.niisi.ru> (дата обращения: 12.10.2018).
2. Rogozhkina I, Kushnirenko A. PictoMir: teaching programming concepts to preschoolers with a new tutorial environment [Электронный ресурс] // Procedia – Social and

Behavioral Sciences. 2011. Vol. 28. P. 601–605. URL: <https://doi.org> (дата обращения: 12.10.2018).

3. Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. Программирование для дошкольников и младших школьников // Первое сент. 2011. № 15. С. 20–23.

4. Reading, Writing, Arithmetic, and Lately, Coding. URL: <https://www.nytimes.com> (дата обращения: 15.10.2018).

5. The Economist. A is for Algorithm. URL: <https://www.economist.com> (дата обращения: 09.10.2018).

6. Глава профильного комитета Думы Вячеслав Никонов считает нужным ввести информатику в дошкольную программу. URL: <https://tass.ru> (дата обращения: 11.10.2018).

7. Методические указания по проведению цикла занятий «Алгоритмика» в подготовительных группах дошкольных образовательных учреждений с использованием свободно распространяемой учебной среды ПиктоМир. URL: <https://www.niisi.ru> (дата обращения: 12.10.2018).

8. Алгоритмика на 2018–2019 уч. год : программа курса ; ДОУ № 15 г. Сургута «Серебряное копытце». URL: <https://serebrosad15sur.ucoz.ru/2018-2019/algorithmika.pdf> (дата обращения: 12.10.2018).

9. Программа внеурочной деятельности «ПиктоМир» для 2 класса. 2014 г. URL: <http://docplayer.ru> (дата обращения: 12.10.2018).

10. АЗЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ. 2016 г. : доп. общеобразов. общеразвив. программа ; Санкт-П. центр дет. (юнош.) тех. творчества. URL: <http://center-tvorchestva.ru> (дата обращения: 12.11.2018).

11. Программирование для малышей. ПиктоМир. 2018–2019 уч. год : программа курса ; Центр молодеж. творчества при ФГБУ РАН ИПУ. URL: [www.ipu.ru](http://www.ipu.ru) (дата обращения: 12.11.2018).

12. Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Райко М. В. Курс «Азы программирования» для будущих учителей и студентов естественных факультетов : презентация доклада на конф. 31.01.2016. URL: <https://docplayer.ru> (дата обращения: 12.11.2018).

13. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования : федер. стандарт от 17.12.2010 № 1897. URL: <https://rg.ru/2010/12/19/ obrstandart-site-dok.html> (дата обращения: 12.11.2018).

14. Примерная основная образовательная программа основного общего образования : одобрена 8 апреля 2015 г. URL: <http://fgosreestr.ru> (дата обращения: 12.11.2018).

15. Бесшапошников Н. О., Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. Кооперативно-параллельное выполнение заданий при проведении дошкольных и школьных командных олимпиад по алгоритмике и программированию [Электронный ресурс] // Воспитание и обучение детей младшего возраста : материалы VII Междунар. конф. 16–20 мая 2018 г. М. : МГУ, 2018. URL: <https://econference.com> (дата обращения: 12.11.2018).

16. Бесшапошников Н. О., Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. Введение в кооперативное программирование: персональная ответственность – коллективный результат : доклад на 14-ой Междунар. конф. SECR2018. Москва, 12 октября 2018. URL: <https://2018.secrus.org> (дата обращения: 12.11.2018).

17. Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. Архитектура смешанной пиктограммно-текстовой системы программирования для дошкольников и младших школьников // Вестник кибернетики. 2017. № 4 (28). С. 167–172.

18. Леонов А. Г., Бесшапошников Н. О., Мащенко К. А., Прилипко А. А. МетаМир – система для проведения индивидуальных и командных олимпиад по алгоритмике и программированию для дошкольников и младших школьников // Сб. науч. ст. по итогам Междунар. науч.-практ. конф. 22–23 декабря 2017 г. СПб. : КультИнформПресс, 2017. С. 49–55.