

А. М. Костюк,

С. С. Ярова

Развитие алгоритмического мышления у учащихся основной школы на занятиях по программированию и робототехнике

В статье рассматриваются особенности непрерывного развития алгоритмического мышления у учащихся основной школы на занятиях по программированию и робототехнике. Рассмотрена целесообразность и даны практические советы по использованию различных современных технологий, таких как игра Minecraft, робототехнические конструкторы LEGO EV3 и VEX IQ, способствующих развитию алгоритмического мышления у учащихся основной школы.

Ключевые слова: алгоритмическое мышление; программирование; робототехника; Minecraft; LEGO EV3; VEX IQ.

Введение

Современному обществу необходим индивид, способный самостоятельно ставить перед собой учебные цели, проектировать пути их развития и реализации, а также держать под контролем и анализировать полученные результаты, выстраивать свою точку зрения, мнение, опираясь на оценку различных источников информации. В настоящее время личность должна уметь ориентироваться в новом, технологически развитом и все еще продолжающем свое развитие мире высоких технологий. Этот динамичный, постоянно изменяющийся мир требует от человека адекватного восприятия нового, умения адаптироваться и непрерывно совершенствоваться.

В настоящее время существует высокая потребность в изучении программирования и робототехники в образовательных учреждениях. Использование возможностей образовательной робототехники на занятиях с учащимися основной школы позволяет развивать алгоритмическое мышление, формирует

умение мыслить структурами, представлять их в виде упорядоченного множества формализованных записей, строить и исследовать информационные модели реальных объектов, разбивать задачу на составляющие и приводить их к известным подзадачам.

Содержание алгоритмической подготовки школьника имеет огромный потенциал для формирования и развития многих качеств мышления, нравственных и эстетических качеств личности, являющихся основой выбора жизненной позиции и социального поведения. Значительное влияние алгоритмическая подготовка оказывает на формирование и развитие логического, абстрактного, творческого, языкового и операционного мышления, направленного на выбор оптимальных решений [4].

Одна из основных проблем освоения школьного курса информатики, и в первую очередь программирования, заключается в преимущественно теоретическом характере изучения содержания предмета, которое на самом деле теснейшим образом связано с нашей повседневной жизнью. Создание образовательных сред, в которых можно придать процессу обучения интерактивный характер, увязать изучаемый материал с решением практических задач и тем самым мотивировать обучающихся, позволяет существенно повысить эффективность образовательного процесса, а также непрерывно развивать алгоритмическое мышление у учащихся [5].

Изучение основ алгоритмизации, программирования и робототехники в основной школе с использованием средств, описываемых в данной статье, будет способствовать формированию и развитию обучения обобщенным способам применения сформированных знаний и умений на практике, поскольку все алгоритмы и программы выполняет исполнитель (например, Черепашка или робот). Обучение направлено на овладение обязательным общеобразовательным минимумом подготовки в области информатики, формирование элементов информационной культуры, образование школьников с помощью алгоритмики, а также оно способствует ориентации выбора будущей профессии на специальности, связанные с информационными технологиями [3].

В настоящее время в образовании широко применяется такое направление, как STEM-образование (акроним от англ. слов «наука», «технологии», «инженерия», «математика») — это образовательная система, которая сочетает в себе обучение естественным наукам, технологиям, техническому творчеству и математике с целью поддержки научной, инженерной и технической составляющей в образовании школьников.

STEM-образование можно рассматривать как своеобразную подпорку, ликвидирующую пробелы в знаниях, связанных с выполнением тех или иных учебных инженерных проектов, осуществляемых детьми, особенно по робототехнике. Собирая робота, учащиеся должны владеть определенными знаниями в области физики (разделы «Механика» и «Электричество»), химии (материалы и их взаимодействие), математики и информатики (логика, алгоритмика, программирование).

Все эти знания одновременно применяются в рамках создания проекта (например, соревновательного робота), который выполняет обучающийся под руководством учителя. В этой ситуации от учителя требуется владение знаниями в данных дисциплинах, а также умение работать руками, инженерная смекалка и талант программиста. При этом вовсе необязательно, что учащийся в будущем выберет профессию программиста, полученные навыки пригодятся в обыденной жизни, особенно умение структурно (алгоритмически) мыслить, упорядочивать действия, анализировать системно задачу и решать ее¹ [1].

Развитие алгоритмического мышления у учащихся основной школы средствами игры Minecraft с помощью образовательного мода ComputerCraftEdu

Первой ступенью развития алгоритмического мышления у учащихся основной школы, на взгляд авторов, является изучение программирования средствами игры Minecraft с помощью образовательного мода ComputerCraftEdu. Учащиеся используют визуальный редактор, но уже на английском языке (5-й класс)².

На первых занятиях учащиеся знакомятся с исполнителем Черепашка и составляют простые алгоритмы в визуальном редакторе ComputerCraftEdu. На данном этапе изучения программирования учащиеся знакомятся с видами алгоритмов, учатся составлять блок-схемы для каждого такого вида, а также использовать различные виды алгоритмов при составлении программ в визуальном редакторе. Также они учатся использовать переменные, программировать исполнителя Черепашка и с его помощью строить объекты в открытом мире Minecraft.

Занятия строятся таким образом, чтобы заинтересовать учащихся информатикой и найти ответы на вопросы, с которыми им приходится сталкиваться в повседневной жизни при работе с большим объемом информации. Также программирование в Minecraft формирует у детей навыки грамотной разработки и оформления программы. Занятия направлены на развитие мышления учащихся и воспитания у них информационной культуры. При обучении выполняются задания, развивающие способности к творчеству, а также умение анализировать, систематизировать, визуализировать информацию. Дети учатся моделировать реально происходящие процессы, то есть создавать информационную модель задачи.

¹ Next Generation Science Standards. URL: <http://www.nextgenscience.org/next-generation-sciencestandards> (дата обращения: 20.01.2020).

² ComputerCraftEdu. URL: <https://computercraftededu.com> (дата обращения: 20.01.2020); Minecraft. URL: <https://www.minecraft.net/ru-ru/> (дата обращения: 20.01.2020).

Прежде чем приступить к составлению программ, педагог должен познакомить обучающихся с построением блок-схем, что научит их продумывать наперед свои шаги: сначала выстраивать алгоритм с помощью блок-схемы и уже только затем начинать писать программу.

В начале обучения перед учащимися стоит задача пройти лабиринт с помощью запрограммированной Черепашки, используя линейный алгоритм и простые команды, также они знакомятся с блоком «начало – конец» и командным блоком (или блоком действия), учатся составлять блок-схемы линейного алгоритма (рис. 1).

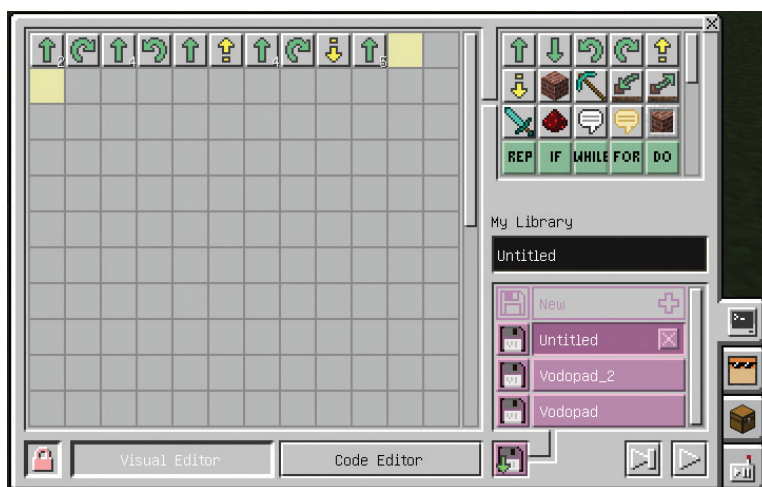


Рис. 1. Линейный алгоритм в Minecraft

При обучении составлению блок-схем важно использовать жизненные ситуации, к примеру можно предложить учащимся составить алгоритм приготовления бутерброда и затем вместе поэтапно разобрать каждый шаг, далее дети должны самостоятельно придумать и записать собственные алгоритмы в виде блок-схем. Таким образом можно достичь закрепления полученных знаний и умений, а также педагог имеет возможность точно удостовериться, понял ли каждый ребенок новую тему. После этого учащиеся знакомятся с алгоритмом ветвления и условным блоком, для изучения предлагаются условные операторы *if*, *then*, *else*, команды «обнаружить блок» и «определить блок», что позволяет построить программу с условиями, к примеру «если под Черепашкой земля, то копать, иначе идти вперед». Таким образом учащиеся здесь учатся анализировать, при каком условии какие действия должен выполнить исполнитель.

Затем можно приступить к изучению циклических алгоритмов: с повторителем/счетчиком, с предусловием и с постусловием, при этом рекомендуется начинать с алгоритма с повторителем, здесь же вводится блок подготовки данных. Для изучения данного цикла учащимся предлагается построить радугу

в Minecraft. Дети вместе с педагогом составляют блок-схему циклического алгоритма с повторителем, далее, пользуясь полученной блок-схемой, учащиеся составляют программу.

Также очень важно, чтобы учащиеся сделали вывод о том, что каждая часть радуги повторяет предыдущую, и здесь достаточно использовать одну и ту же программу. На данном этапе необходимо использовать полученные ранее знания и составлять комбинированные алгоритмы для случаев, когда внутри цикла с повторителем добавляется ветвящийся алгоритм, к примеру у Черепашки есть рюкзак с блоками для строительства, в котором много отделений (слотов), и нужно сделать так, чтобы, когда блоки в одном слоте заканчиваются, Черепашка брала их из следующего.

Именно на данном этапе вводится понятие «переменная», при изучении которого также очень важно использовать жизненные ситуации, например напомнить, что значение возраста учащихся (переменная) меняется с каждым годом на единицу (рис. 2).

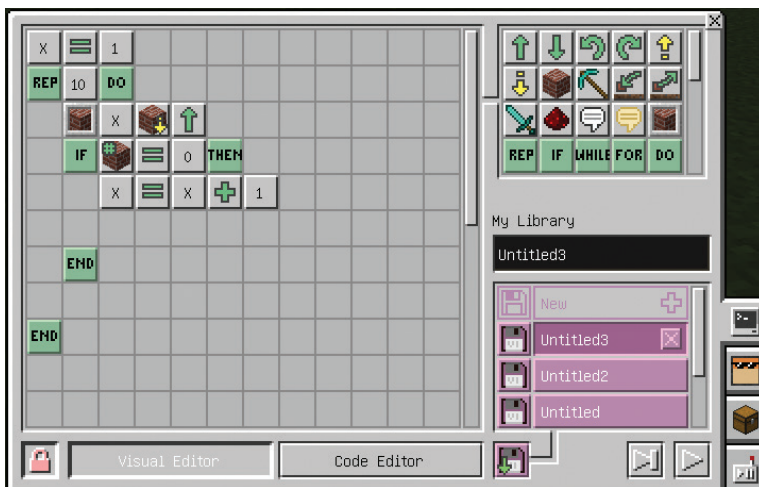


Рис. 2. Цикл с повторителем в Minecraft

Освоив циклический алгоритм с повторителем, можно приступать к изучению циклического алгоритма с предусловием («постройка фонтана»). Важно объяснить, что в данном алгоритме, как и в алгоритме ветвления, есть условие, но только если в ветвящемся алгоритме проверка выполняется один раз, то в цикле с предусловием тело цикла и проверка в нем будут выполняться до тех пор, пока условие истинно.

После всего вышеизученного можем переходить к рассмотрению циклического алгоритма с постусловием, объясняя детям, что если в цикле с предусловием проверка условия происходит перед выполнением тела цикла, то в цикле с постусловием сначала тело цикла выполняется, а затем проверяется условие. Для того чтобы учащиеся максимально поняли данное различие, приводим

в пример кота Леопольда, который удит рыбу: в цикле с предусловием он сначала проверяет, полное ли у него ведро, а затем закидывает удочку, ловит рыбку и кладет ее в ведро, а в цикле с постусловием Леопольд сначала закидывает удочку, ловит рыбку, кладет ее в ведро и только после этого проверяет, полное ли оно.

На этапе изучения цикла с постусловием учащимся предлагается построить дом в Minecraft, в программе постройки которого также используются ветвящийся алгоритм и переменные. Важно, что при разборе и составлении программы, учащиеся знакомятся с трехмерной системой координат, что положительно влияет на развитие не только алгоритмического, но и пространственного мышления, поскольку необходимо продумать, в какой плоскости какие команды необходимо выполнить, например, объекту Черепашка (рис. 3).

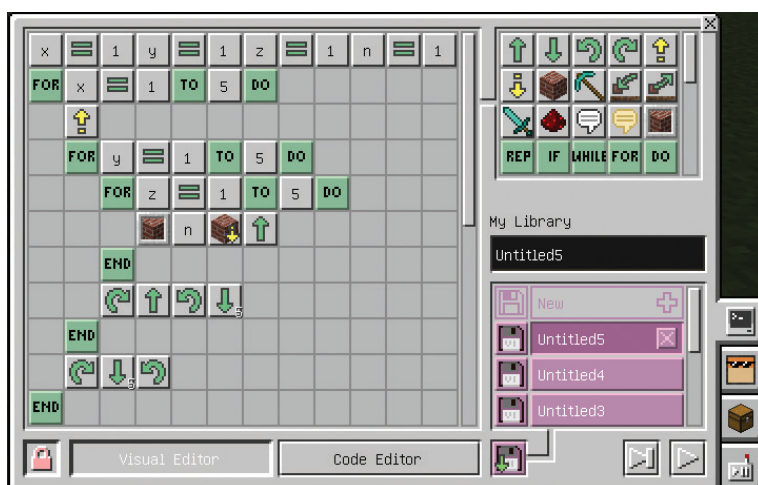


Рис. 3. Цикл с постусловием в Minecraft

После изучения всех вышеизложенных видов алгоритмов и овладения навыками их использования при постройке различных конструкций в мире Minecraft учащимся необходимо предложить создать собственный проект, а также поучаствовать в конкурсе проектов, например в таком, который ежегодно организует Дворец творчества детей и молодежи им. А. П. Гайдара.

Развитие алгоритмического мышления у учащихся основной школы средствами образовательного робототехнического конструктора LEGO EV3

Развитие алгоритмического мышления учащихся основной школы можно продолжить, используя наборы LEGO EV3 (5–6-е классы). На базе этого набора учащиеся смогут расширить полученные ранее знания в области

механики³. К примеру, если в начальной школе, используя наборы LEGO WeDo, школьники рассматривали обычную зубчатую передачу, то в основной школе можно приступить к изучению передаточного числа и редуктора с несколькими ступенями.

На данном этапе продолжаем вести программирование в визуальном редакторе для того, чтобы учащимся было легче адаптироваться к большему объему информации в технической части создания роботов. Одним из преимуществ изучения робототехники на базе конструктора LEGO EV3 является построение курса таким образом, что за одно занятие учащиеся успевают изучить новую тему, сконструировать робота по инструкции, запрограммировать его, провести эксперимент и разобрать робота. Возможность использования множества готовых методик, предложенных разработчиками LEGO, позволяет разнообразить уроки математики, информатики и физики при помощи дополнительных разделов «Инженерные проекты», «Космические задания» и «Окружающий мир».

Работая в этом конструкторе, можно приступать и к изучению датчиков (датчик касания, ультразвуковой датчик расстояния, датчик цвета, гироскопический датчик), продолжая знакомство с бионикой, так как датчики робота позволяют ему ориентироваться в пространстве так же, как это возможно у человека с его органами чувств.

Программирование на LEGO EV3 продолжает процесс формирования умения программировать с помощью изученных ранее алгоритмических структур. Интерфейс среды программирования построен по тому же принципу, что и в LEGO WeDo и в Scratch (рис. 4), благодаря чему учащимся легче ориентироваться в командах.

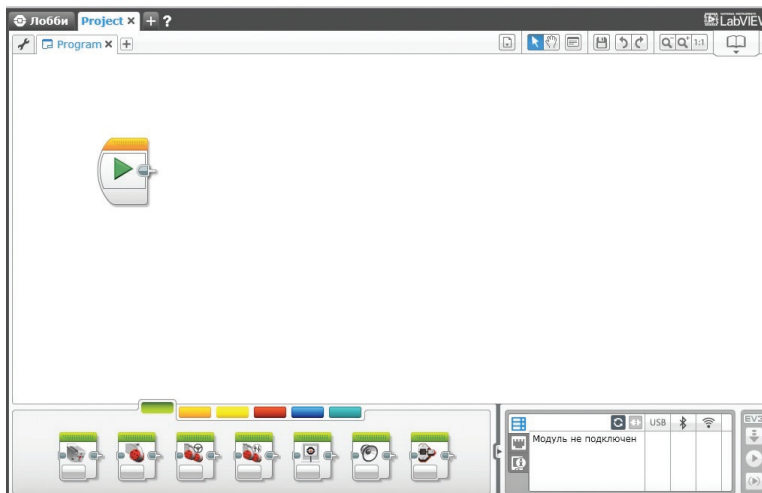


Рис. 4. Интерфейс среды программирования LEGO EV3

³ Навыки для решения задач будущего. URL: <https://education.lego.com/ru-ru/middle-school/intro> (дата обращения: 20.01.2020).

Развитие алгоритмического мышления у учащихся основной школы средствами образовательного робототехнического конструктора

Изучив основы создания функционирующего робота, способного выполнять поставленные перед ним задачи, и получив при этом разнообразные полезные занятия и возможности расширить области реализации новых конструкторских идей, учащиеся могут приступить к программированию на текстовом языке C++, используя конструкторы VEX IQ и специализированную среду программирования RobotC⁴.

На занятиях по робототехнике с использованием конструктора VEX IQ происходит решение конструкторских, художественно-конструкторских и технологических задач, что является основой для развития творческой деятельности, конструкторско-технологического и алгоритмического мышления, пространственного воображения, эстетических представлений, формирования внутреннего плана действий [2].

Согласно федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования результаты изучения предметной области «Технология» должны отражать «овладение методами учебно-исследовательской и проектной деятельности, решение творческих задач, моделирования, конструирования и эстетического оформления изделий». Благодаря участию в соревнованиях VEX IQ Challenge педагогу вместе с учащимися можно достичь всех вышеназванных предметных результатов, поскольку перед учащимися стоит задача спроектировать, сконструировать и запрограммировать принципиально нового робота, способного выполнять поставленную задачу на рабочем поле, причем задача эта ежегодно меняется.

Для успешного создания проекта (соревновательного робота) учащимся необходимо применить знания из области математики, информатики, физики и робототехники, что позволяет обеспечить «активное использование знаний, полученных при изучении других учебных предметов, и сформированных универсальных учебных действий»⁵. Это действительно так, поскольку технологические наборы VEX IQ ориентированы на изучение основных физических принципов и базовых технических решений, лежащих в основе всех современных конструкций и устройств.

Официально компания VEX Robotics предлагает использовать конструкторы VEX IQ начиная с начальной школы, но, основываясь на практических данных, рекомендовано начинать их использование в основной школе (7–9-е классы), так как учащиеся владеют к этому времени гораздо большими базовыми знаниями в различных предметных областях, а также им легче усвоить новые знания в области механики, физики и информатики. Значительным

⁴ VEX IQ. URL: <http://vex.examen-technolab.ru/vexiq/> (дата обращения: 20.01.2020).

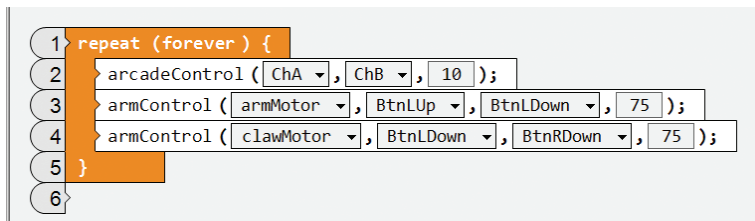
⁵ Федеральные государственные образовательные стандарты Российской Федерации. URL: <https://fgos.ru> (дата обращения: 20.01.2020).

преимуществом занятий робототехникой на базе конструктора VEX IQ является то, что регламент и элементы соревнований ежегодно меняются, соответственно, курс обучения рассчитан не на один год.

В первый год обучения робототехнике на базе данного конструктора рекомендуется познакомить учащихся с принципами конструирования, различными типами передач, способами крепления, механическими конструкциями на основе сборки готовых моделей по инструкции, в том числе и для участия в тренировочных соревнованиях VEX IQ Challenge, организуемых Дворцом творчества детей и молодежи им. А. П. Гайдара совместно с компанией «Экзамен-Технолаб».

Важно отметить, что на занятиях учащиеся взаимодействуют в парах, и это позволяет развивать метапредметные универсальные учебные действия, а именно коммуникативные.

В первый год обучения учащимся рекомендуется использовать графический редактор RobotC для изучения основных принципов программирования роботов на языке C++, а также для того чтобы быстро и более просто запрограммировать робота для управления им с помощью джойстика (рис. 5).



```
1 repeat (forever) {
2   arcadeControl ( ChA , ChB , 10 );
3   armControl ( armMotor , BtnLUp , BtnLDown , 75 );
4   armControl ( clawMotor , BtnLDown , BtnRDown , 75 );
5 }
6
```

Рис. 5. Программа для управления пультом в графическом редакторе RobotC

После участия в соревнованиях можно приступить к изучению различных датчиков и их программированию, а также к работе в виртуальных мирах VEX IQ, в которых учащиеся получают возможность отточить свои приобретенные умения, программируя робота на выполнение задач на различных виртуальных площадках (прохождение лабиринта, езда по светофору и по черной линии, погрузка контейнеров, сортировка цветных блоков и многое другое).

Пройдя все перечисленные выше шаги обучения, учащиеся будут готовы к следующему этапу (второй год обучения), в рамках которого они приступят к созданию своего собственного соревновательного робота, используя при этом полученные на предыдущем курсе знания, а также могут приобрести новые, поскольку теперь они приступают к программированию робота в текстовом редакторе RobotC и изучению основных алгоритмических структур текстового кода.

На данном этапе присутствует проблемное обучение: перед учащимися стоит проблема, которую необходимо решить, создав функционирующего

на поле робота. На данном этапе учащиеся принимают участие во Всероссийских соревнованиях VEX IQ Challenge, проходящих на базе фестиваля «РобоФест»⁶ [5].

На следующем этапе изучения робототехники на базе конструктора VEX IQ (третий год обучения) учащиеся готовятся к участию в одном из самых престижных соревнований — Международном чемпионате профессионального мастерства WorldSkills (компетенция «Мобильная робототехника»), на котором применяются модифицированные регламенты VEX IQ Challenge, что позволяет учащимся параллельно готовиться к этим соревнованиям в том числе, поскольку возможно создать одного робота, способного выполнять поставленные задачи как на чемпионате WorldSkills, так и на соревнованиях VEX IQ Challenge. Также на данном этапе рекомендуется приступить к изучению программы SnapCAD, которая позволяет создавать виртуальные модели роботов, разбирать пошагово и составлять инструкции по сборке своих собственных моделей.

Таким образом, изучая робототехнику на базе конструктора VEX IQ, у учащихся формируется умение устанавливать взаимосвязи знаний по разным учебным предметам для решения прикладных учебных задач (создание соревновательного робота), учащиеся овладевают методами проектной деятельности, решения творческих задач, а также моделирования, конструирования и эстетического оформления роботов, у них продолжает развиваться алгоритмическое и пространственное мышление, формируется информационная и алгоритмическая культура, развивается умение составить и записать алгоритм для конкретного исполнителя, формируются знания об алгоритмических конструкциях, логических значениях и операциях, учащиеся получают базовые представления о языке программирования C++ и основных алгоритмических структурах на данном языке.

Выводы

В данной статье авторами была рассмотрена концепция непрерывного развития алгоритмического мышления у учащихся основной школы. В качестве наиболее принципиальных характерных черт данной концепции, а также общих рекомендаций можно выделить следующее:

1. Изучение программирования средствами игры Minecraft с помощью образовательного мода ComputerCraftEdu помогает побудить у учащихся интерес к информатике и найти ответы на вопросы, с которыми им приходится сталкиваться в повседневной жизни при работе с большими объемами информации, формирует у учащихся навыки грамотной разработки и оформления программы, развивает алгоритмическое мышление, способности к творчеству, умение анализировать, систематизировать и визуализировать информацию.

⁶ Robofest. URL: <http://robofest.ru/sorevnovaniya/vex/> (дата обращения: 20.01.2020).

2. Изучая программирование и робототехнику на базе набора LEGO EV3, учащиеся расширяют полученные ранее знания в области механики и продолжают формировать умение программировать с помощью изученных ранее алгоритмических структур.

3. На занятиях по робототехнике с использованием конструктора VEX IQ решаются конструкторские, художественно-конструкторские и технологические задачи, что является основой в развитии творческой деятельности, конструкторско-технологического и алгоритмического мышления, пространственного воображения, эстетических представлений, формирования внутреннего плана действий.

Основываясь на вышеизложенном, можно говорить о том, что таким образом выстраивается непрерывная цепочка развития алгоритмического мышления у учащихся основной школы средствами различных современных технологий, таких как игра Minecraft (с помощью образовательного мода ComputerCraftEdu), робототехнических конструкторов LEGO EV3 и VEX IQ, которая способна оказать существенное влияние на общеинтеллектуальное развитие ребенка.

Литература

1. Григорьев С. Г., Курносенко М. В. Инженерное образование и STEM-образование. Реальность и перспективы // Информатизация образования и методика электронного обучения: мат-лы II Междунар. науч. конф. Красноярск: СФУ, 2018. Ч. 2. С. 13–19.

2. Каширин Д. А., Федорова Н. Д. Основы робототехники VEX IQ: учеб.-метод. пособие. М.: Экзамен, 2016. 136 с.

3. Левченко И. В. Частные вопросы методики обучения теоретическим основам информатики в средней школе: учеб. пособие. М.: МГПУ, 2007. 160 с.

4. Левченко И. В. Методологические вопросы методики обучения информатике в средней общеобразовательной школе: учеб.-метод. пособие. М.: МГПУ, 2012. 124 с.

5. Abdurazakov M. M., Aziyeva J. H., Romanov P. Yu., Sadykova A. R. Teachers it competence structure and content in 5th field of cloud computing // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences (EpSBS). 2017. P. 1–8.

Literatura

1. Grigoriv S. G., Kurnosenko M. V. Inzhenernoe obrazovanie i STEM-obrazovanie. Real'nost' i perspektivy' // Informatizaciya obrazovaniya i metodika e'lektronnogo obucheniya: mat-ly' II Mezhdunar. nauch. konf. Krasnoyarsk: SFU, 2018. Ch. 2. S. 13–19.

2. Kashirin D. A., Fedorova N. D. Osnovy' robototexniki VEX IQ: ucheb.-metod. posobie. M.: E'kzamen, 2016. 136 s.

3. Levchenko I. V. Chastny'e voprosy' metodiki obucheniya teoreticheskim osnovam informatiki v srednej shkole: ucheb. posobie. M.: MGPU, 2007. 160 s.

4. Levchenko I. V. Metodologicheskie voprosy' metodiki obucheniya informatike v srednej obshheobrazovatel'noj shkole: ucheb.-metod. posobie. M.: MGPU, 2012. 124 s.

5. *Abdurazakov M. M., Aziyeva J. H., Romanov P. Yu., Sadykova A. R.* Teachers it competence structure and content in 5th field of cloud computing // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences (EpSBS). 2017. P. 1–8.

*A. M. Kostyuk,
S. S. Yarova*

Development of Algorithmic Thinking for Main School Students at Programming and Robotics

The paper considers the features of the continuous development of algorithmic thinking in preschoolers and elementary school students in programming and robotics classes. The expediency is outlined, as well as practical tips for using various modern technologies for developing algorithmic thinking in preschool and elementary school students such as the game Minecraft using the educational mod ComputerCraftEdu, robotic constructors LEGO EV3 and VEX IQ.

Keywords: algorithmic thinking; programming; robotics; Minecraft; LEGO EV3; VEX IQ.