

Технологии образовательной робототехники как средство освоения предметной области «Математика и информатика»**О.С. Власова*

В статье рассматриваются возможности применения в обучении младших школьников технологий образовательной робототехники и их положительное влияние на освоение предметной области «Математика и информатика». Описана методика работы с конструкторами LEGO™ и выделены результаты предметной области «Математика и информатика», которые могут быть успешно освоены младшими школьниками на занятиях по робототехнике.

Ключевые слова: образовательная робототехника, предметная область «Математика и информатика», младшие школьники, внеурочная деятельность.

Федеральные государственные образовательные стандарты начального общего образования (ФГОС НОО) ориентируют на переход от обучения как презентации системы знаний к активной работе над заданиями, непосредственно связанными с проблемами реальности, указывая те виды деятельности, которыми учащийся должен овладеть к концу начального обучения [1, с. 24]. Большое внимание при этом уделяется моделированию, конструкторской и проектной деятельности.

Требованиям и направлениям стандартов второго поколения отвечает **образовательная робототехника**, которая знакомит учащихся с законами реального мира, учит применять теоретические знания на практике, развивает наблюдательность, творческое и креативное мышление, пространственное воображение [6; 5].

* Тема диссертации «Техническое конструирование во внеурочной деятельности младших школьников как средство активизации освоения предметной области "Математика и информатика"». Научный руководитель – доктор пед. наук, профессор А.А. Попова.

Образовательная робототехника – новая технология обучения, основанная на использовании конструкторов, имеющих возможность программирования. Образовательная робототехника позволяет вовлечь в процесс технического творчества учащихся начиная с младшего школьного возраста. Методики этой технологии обучения позволяют заметно улучшить качество обучения. В Челябинской области в 2012 г. десять муниципальных учреждений получили статус центров образовательной робототехники, целью которых является освоение и эффективное использование соответствующих технологий в образовании.

В настоящее время для внедрения технологий образовательной робототехники используется оборудование продуктов компании LEGO Education. Это серия конструкторов, для которых разработана целостная концепция обучения детей, позволяющая заниматься с ними по разным направлениям: конструирование, программирование, моделирование физических процессов и явлений. Конструкторы LEGO активно используются на уроках технологии, информатики и при ведении внеурочных занятий, поскольку обладают большим развивающим потенциалом, а также неизменно вызывают интерес у учащихся, а он, по мнению В.П. Труднева, является «основным источником побуждения школьника к умственному труду» [5]. Поскольку поиск средств и способов возбуждения интереса у учащихся – важная образовательная задача, эффективность робототехники в деле её решения подтверждает проведённый нами опрос челябинских школьников. Он показал что более 60% опрошенных учеников младших классов на вопрос «Какие кружки вы хотели бы посещать в школе?» ответили, что они выбрали бы направление робототехники.

В начальной школе используются два вида конструкторов LEGO, которые дают возможность собирать подвижные модели – роботов: ПервоРобот WeDo (для учащихся с 7 лет) и MINDSTORMS NXT (для учащихся с 8 лет). Эти наборы позволяют по-

знакомиться школьников с моделями, которые учащиеся могут сконструировать и запрограммировать по необходимым параметрам.

Роботы из конструктора WeDo управляются через коммутатор, к которому подключаются датчики и моторы. Через два разъёма коммутатора подаётся питание на моторы, и проводится обмен данными между датчиками наклона или расстояния и компьютером при помощи программного обеспечения.

Основой управления моделями из конструктора MINDSTORMS NXT является блок с микрокомпьютером, который оснащён входными портами для электрических сервомоторов, датчиков звука, касания, расстояния, освещённости. С помощью программного обеспечения учащиеся могут создать программу для выполнения роботом последовательных команд по определённому алгоритму.

В последние годы школы получают необходимое оборудование для развития образовательной робототехники. В Челябинской области в 2008 г. каждая школа получила минимум по одному конструктору LEGO. Однако вопрос использования технологий образовательной робототехники для освоения программ начальной школы пока не решён. В этой связи настоящая статья посвящена выявлению планируемых результатов по ФГОС НОО в предметной области «Математика и информатика», которые наиболее эффективно могут быть освоены в процессе конструирования и использования роботов. Такие результаты освоения предметных программ начального общего образования служат ориентиром учебных достижений выпускников младших классов и отражают требования к объёму изучаемого материала и глубине его освоения.

«Математика» в трактовке одной из работ – наука «об уме» [8]. С помощью конструкторов LEGO учащиеся собирают роботов, представляющих собой, по сути, «умные» игрушки; при этом математические знания используются в качестве инструмента для создания настоящих действующих объектов.

Рассмотрим примеры задач, которые ставятся перед младшими школьниками на занятиях по робо-

тотехнике, и выделим те знания и умения из предметной области «Математика и информатика», которыми следует овладеть для успешного решения этих задач.

Занятия по робототехнике способствуют формированию и закреплению знаний и умений выбирать единицу для измерения данной величины (длины, массы, времени), объяснять свои действия. Эти знания и умения важны для реализации одной из целей, стоящих перед робототехникой, – подготовки к соревнованиям разного уровня. Так, при создании робота из деталей конструктора MINDSTORMS NXT требуется учесть его размеры. Например, для соревнований по кегельрингу, которые проводятся для участников младшей группы (учащихся начальной школы), нужно собрать робота, удовлетворяющего следующим параметрам: размеры не более 20 см в длину и ширину, высота не ограничена. В соревнованиях по сумо помимо внешних размеров внимание обращают и на массу робота, которая не может превышать 1 кг. Чтобы её определить, нужно перевести килограмм в граммы, поскольку робот состоит из деталей, суммарная масса которых должна быть меньше 1 кг.

На соревнованиях по кегельрингу перед участниками стоит задача – освободить «ринг» от кеглей, расположенных по кругу на одинаковом расстоянии от центра и по отношению друг к другу. Иными словами, участникам нужно вычислить угол, на который должен повернуться робот, чтобы вытеснить очередную кеглю.

Полный угол составляет 360° , а чтобы найти искомый угол, нужно разделить его на 8 равных частей, тогда определится угол поворота для робота, который равен 45° (рис. 1).

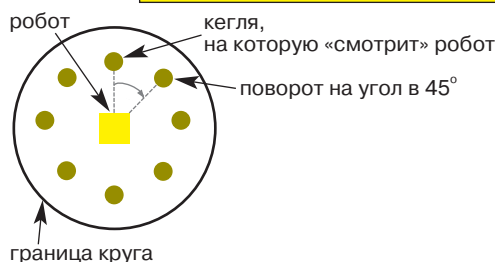


Рис. 1.
Поле для соревнований по кегельрингу

Чтобы учащийся успешно справился с таким заданием, у него должны быть сформированы умения:

- выполнять арифметические действия с числами;
- решать задачи на нахождение доли величины, поскольку необходимо вычислить, чему равна восьмая часть.

Понятие «угол» на занятиях по робототехнике вводится одним из первых, так как движение робота задаётся не только по прямой линии, но и с поворотами на определённый угол. Программой начальной школы не предусматривается изучение градусной меры угла; изучаются только виды углов – прямой, острый, тупой. Понятия острого и тупого углов вводятся через понятие прямого угла и определяются как «острый угол меньше прямого угла, тупой – больше прямого». Для того чтобы создавать роботизированные модели необходимо введение и усвоение понятия градусной меры угла, поскольку робота приводят в движение сервомоторы, у которых есть встроенные датчики вращения, измеряющие обороты мотора либо в градусах, либо в полных оборотах (рис. 2).

Учащиеся экспериментально выясняют зависимости между градусами

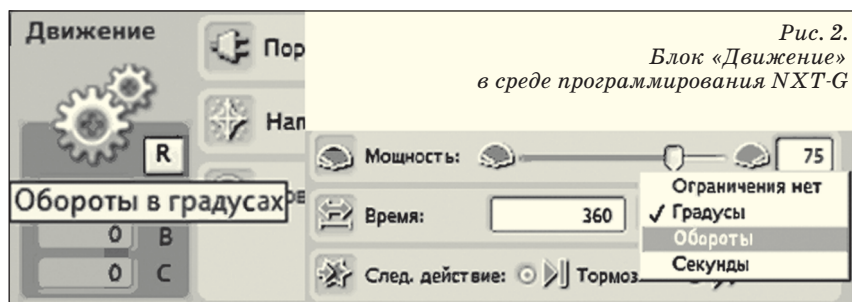


Рис. 2.
Блок «Движение»
в среде программирования NXT-G

и оборотами при написании программы для робота. Для этого школьникам предлагается сначала написать программу, в которой используется блок движения, и задать к нему параметры продолжительности работы 1 оборот. После запуска программы измеряют пройденное роботом расстояние. Затем для сравнения устанавливают в настройках продолжительность движения в 360° и после запуска робота снова измеряют расстояние. Поскольку расстояния, пройденные роботом в обоих случаях, будут примерно равны, то делается вывод: 1 оборот = 360° [3]. Таким образом, учащиеся в ходе эксперимента на практике открывают для себя новые знания, знакомясь с градусной мерой угла.

Для того чтобы написать программу передвижения робота на некоторое расстояние, нужно определить, на сколько градусов или оборотов должен повернуться мотор. Здесь необходимы знания геометрических понятий: радиус, диаметр, длина окружности (рис. 3).

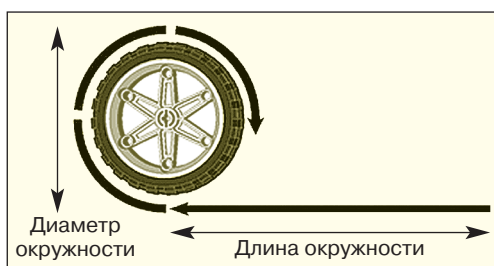


Рис. 3. Длина окружности колеса

Зная длину окружности колёс, мы можем определить, на какое расстояние продвинется робот, если колёса сделают один оборот [7, с. 35]. Известно, что длина окружности есть удвоенный радиус умноженный на число «пи», т.е. длина окружности в «пи» (3,1416) раз больше диаметра. Для оценки диаметра можно приложить линейку на колесо и измерить расстояние в самой широкой внешней части.

В ходе выполнения этого задания, помимо того что происходит формирование геометрических понятий, вырабатывается умение пользоваться инструментами для измерения длины отрезка, выполнять ариф-

метические действия с величинами и объяснять выбор своих действий.

Зная длину окружности, учащиеся смогут решать задачи, проверять их решение на практике, обсуждать полученные результаты и делать выводы. Приведём примеры возможных задач, в которых известна длина окружности колеса либо её необходимо найти:

Задача 1. Найдите расстояние, которое преодолет ваш робот, если колесо сделает 3 оборота.

Задача 2. Какое расстояние преодолет робот, если в настройках мотора указать 720° ?

Задача 3. Найдите необходимое количество градусов (оборотов), чтобы робот проехал 70 см.

Задача 4. Какого диаметра должно быть колесо робота, чтобы он за 2 оборота проехал 60 см?

В процессе решения рассмотренных задач младшим школьникам приходится делать вычисления с десятичными дробями. Поскольку в программу начальной школы данные умения не включаются, то все вычисления целесообразно выполнять с помощью калькулятора, отработывая умения выполнять арифметические действия на вычислительном устройстве. Дидактические условия эффективного использования калькулятора при обучении математике в младших классах рассматривали Н.Б. Истомина, И.Б. Нефёдова и др. [2; 4]. Методисты отмечают, что эта работа расширяет дидактические возможности и позволяет опытным путём подвести учащихся к формированию таких требований стандарта, как прикидка и оценка результата действия.

При составлении учащимися программы для робота определяется расстояние и время его прохождения, т.е. задаётся скорость движения. Это значит, что с помощью робототехники отрабатываются понятия «расстояние (путь)», «скорость» и «время».

Одной из приоритетных целей освоения предметной области «Математика и информатика» является развитие алгоритмического мышления, которое рассматривается в качестве важной составляющей общего интеллектуального развития учащихся.

Для реализации этой цели необходимо создать среду, в которой младшие школьники будут отрабатывать умения создавать алгоритмы. Такой средой могут стать занятия по образовательной робототехнике.

Любая написанная программа для робота представляет собой алгоритм – последовательность его действий. Сам робот – не что иное как исполнитель алгоритма. Составляя алгоритм действий робота, учащиеся проверяют его работу экспериментально, видя действие математических законов не в учебниках или тетрадях, а в окружающем реальном мире. Проверка алгоритма на практике позволяет выявить правильность его составления.

Для конструкторов WeDo и MINDSTORMS NXT программирование представлено графическим языком, достаточно простым для освоения младшими школьниками. Язык программирования по способу «drag-and-drop» (дословный перевод «перетащи и брось») позволяет создавать программу «перетаскиванием» захваченных мышью визуальных компонентов – блоков из Палитры на Рабочее поле. С помощью графического программирования учащиеся создают алгоритмы движения робота LEGO: проехать в определённом направлении определённое расстояние, по контуру геометрических фигур, по чёрной линии.

Составляя программы, учащиеся осваивают различные виды алгоритмов. Приведём примеры программ для MINDSTORMS NXT, задающие движение робота по периметру квадрата, и рассмотрим два вида алгоритмов, поскольку в начальной школе ученики знакомятся с двумя способами нахождения периметра квадрата.

Периметр квадрата равен сумме длин всех его сторон, а 4 стороны равны, следовательно: $P = a + a + a + a$ или $P = a \cdot 4$, где P – это периметр квадрата и a – длина стороны. Если мы говорим о движении робота по периметру квадрата, то алгоритм программы будет выглядеть следующим образом:

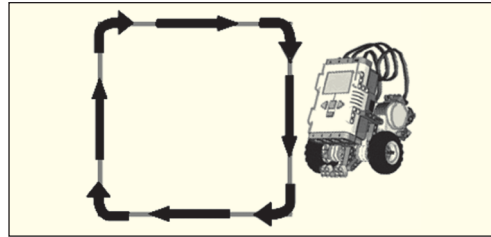


Рис. 4. Движение по квадрату

1. Линейный алгоритм. Действия выполняются однократно в заданном порядке: робот движется вперёд на необходимое расстояние, затем поворачивает на 90° , затем снова движется вперёд и так далее, пока не объедет по периметру квадрат и не вернётся в точку начала движения.

Пример программы в виде линейного алгоритма представлен на рис. 5.

В составленном алгоритме отражён «конкретный смысл действия умножение»: «если все слагаемые в сумме одинаковые, то действие сложения можно заменить действием умножения» (Т.Е. Демидова и др. «Математика», 2-й класс). Выделяем повторяющиеся действия и применяем блок «цикл», который используется для повтора последовательностей команд. Нашему «циклу» ставится условие, необходимое для его завершения, – количество повторов, равное 4.

2. Пример варианта программы в виде циклического алгоритма пока-

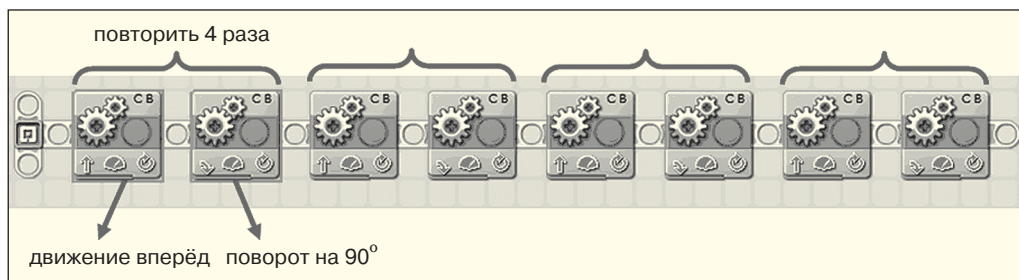


Рис. 5. Линейный алгоритм

зан на рис. 6, где действия повторяются указанное число раз – 4.

Составленная программа загружается в память робота, и осуществляется её проверка – робот выполняет действия заданного алгоритма, которые оцениваются, и затем устраняются недочёты в программе, если они выявлены. По действиям робота будет хорошо заметно, на каком шаге алгоритма была допущена ошибка. Таким образом, учащиеся получают возможность связать теоретические знания с реальным миром, опираясь на опыт своей деятельности.

Сам процесс конструирования моделей также способствует развитию математической компетентности младших школьников: совершенствуется их образное мышление и умение выражать свой замысел в конструкциях, выделять основные части конструкций, различать и соотносить их по величине и форме, устанавливать пространственное расположение этих частей относительно друг друга. При создании конструкций учащиеся учитывают основы геометрии: параллельность и перпендикулярность сторон, симметричное расположение деталей, определение размеров углов и т.д. Кроме того, младшие школьники в ходе создания роботизированных моделей учатся правильно читать схемы, мысленно переводить плоскостные изображения в объёмные предметы и наоборот.

Использование робототехники в образовательном процессе позволяет выделить результаты предметной области «Математика и информатика», которые могут быть более качествен-

но освоены при использовании конструкторов LEGO:

- чтение и запись величины;
- выбор единиц для измерения данной величины;
- выполнение арифметических действий с числами и величинами;
- проведение проверки правильности вычислений (с помощью обратного действия, прикидки и оценки результата действия и др.);
- установление зависимости между величинами, представленными в задаче, планирование хода решения задачи, выбор действий и его объяснение;
- решение задач на нахождение доли величины и величины по значению её доли;
- распознавание геометрических фигур;
- использование свойств прямоугольника и квадрата для решения задач;
- соотнесение реальных объектов с моделями геометрических фигур;
- измерение длины отрезка;
- составление, запись и выполнение простого алгоритма.

Понимание теории невозможно без её связи с практикой. Дисциплина «Образовательная робототехника» демонстрирует младшим школьникам, как можно применять изучаемые на уроках теоретические положения для анализа и объяснения реальных объектов и явлений, для решения практических задач, с которыми приходится сталкиваться. Таким образом, учащиеся дополняют и обогащают теоретические знания пред-

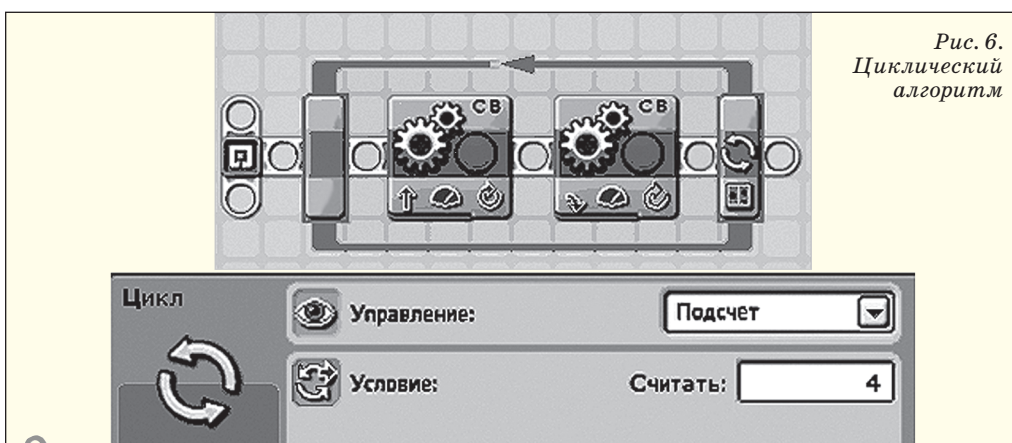


Рис. 6.
Циклический алгоритм

метной области «Математика и информатика», расширяя область их применения.

Опыт применения робототехники в начальном образовании показал, что она способствует заинтересованности детей не только техникой, но и наукой, в том числе математикой и информатикой. Результаты работы Центра образовательной робототехники отражаются в положительной динамике развития мышления, логики, математических и алгоритмических способностей, исследовательских навыков детей.

Литература

1. *Асмолов, А.Г.* Как проектировать универсальные учебные действия в начальной школе : от действия к мысли : учеб. пос. для учителя / А.Г. Асмолов, Г.В. Бурменская, И.А. Володарская [и др.] ; под ред. А.Г. Асмолова. – М. : Просвещение, 2008. – 151 с.
2. *Истомина, Н.Б.* Методические возможности калькулятора при обучении младших школьников математике / Н.Б. Истомина. – М. : Просвещение, 1993. – 113 с.
3. *Кот, И.В.* Основы робототехники : метод. реком. для учителя / И.В. Кот. – Одесса, 2011. – 55 с. (CD)
4. *Нефёдова, И.Б.* О методических возможностях калькулятора / И.Б. Нефёдова // Начальная школа. – 1996. – № 12. – С. 43–47.
5. *Труднев, В.П.* Внеклассная работа по математике в начальной школе / В.П. Труднев. – М. : Просвещение, 1975. – 176 с.
6. *Халамов, В.Н.* Образовательная робототехника в начальной школе : учеб.-метод. пос. / Обл. центр информ. и мат.-техн. обеспечения образоват. учреждений Челябин. обл. ; В.Н. Халамов, Н.Н. Зайцева, Т.А. Зубова [и др.]. – Челябинск, 2012. – 192 с.
7. *Trobaugh, James J.* Winning Design! : LEGO MINDSTORMS NXT Design Patterns for Fun and Competition / James J. Trobaugh. – United States of America : Apress, 2010. – 292 p.
8. Что такое математика? // Путь в науку : естественно-научный журнал для молодёжи [Электронный ресурс]. – <http://yos.ru/exact-sciences/31.html>

Ольга Сергеевна Власова – руководитель структурного подразделения «Центр образовательной робототехники» МАОУ «Лицей № 142», ст. преподаватель кафедры математики и естествознания и методик преподавания математики и естествознания Челябинского государственного педагогического университета, г. Челябинск.