

**Методическая работа
«Робототехника»**

Выполнила учитель физики и информатики
Бескодарова Марина Сергеевна

*«Хороший инженер должен состоять из
четырёх частей: на 25% — быть
теоретиком; на 25% — художником, на 25%
— экспериментатором и на 25% он должен
быть изобретателем»*

П.Л.Капица

*«... Творческий труд возможен только тогда, когда человек относится к работе с
любовью, когда сознательно видит в ней радость, понимает пользу и необходимость
труда, когда труд делается для него основной формой проявления личности и
таланта»*

А.С.Макаренко

Образовательная робототехника в школе как внеурочная деятельность приобретает все большую значимость и актуальность в настоящее время. Целью использования Лего-конструирования в системе дополнительного образования - является овладение навыками начального технического конструирования, развитие мелкой моторики, изучение понятий конструкции и основных свойств (жесткости, прочности, устойчивости), навык взаимодействия в группе.

Развитие отрасли информационных технологий влекут за собой повышение интереса и востребованности автоматических и роботизированных устройств в исследовательской и прикладной деятельности человека.

Робототехника — прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем. Робототехника опирается на такие дисциплины, как электроника, механика, программирование.

Робототехника является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы механики и новых технологий соприкасаются с проблемами искусственного интеллекта. На современном этапе в условиях введения ФГОС возникает необходимость в организации внеурочной деятельности, направленной на удовлетворение потребностей ребенка, требований социума в тех направлениях, которые способствуют реализации основных задач научно-технического прогресса. К таким современным

направлениям в школе можно отнести робототехнику и робототехническое конструирование.

Образовательная робототехника в школе приобретает все большую значимость и актуальность в настоящее время. В настоящий момент во многих образовательных учреждениях России осуществляется попытка встроить в учебный процесс Lego-робототехнику. Проводятся соревнования по робототехнике, обучающиеся участвуют в различных конкурсах, в основе которых - использование новых научно-технических идей, обмен технической информацией и инженерными знаниями.

В современном обществе идет внедрение роботов в повседневную жизнь, очень многие процессы заменяются роботами. Специалисты, обладающие знаниями в области инженерной робототехники, в настоящее время достаточно востребованы. Внедрение робототехники в учебный процесс и внеурочное время приобретают все большую значимость и актуальность.

Целью курса является развитие у детей интереса к техническому творчеству и обучение их конструирования через создание простейших моделей, управление готовыми моделями с помощью простейших компьютерных программ.

К задачам курса можно отнести:

- 1) формирование представлений учащихся об основных алгоритмических конструкциях;
- 2) формирование представления о программировании как виде профессиональной деятельности;
- 3) формирование и развитие навыков проектной деятельности;
- 4) развитие творческих способностей учащихся в процессе разработки и реализации проекта.

Данные внеурочные занятия позволяют стимулировать интерес и любознательность, развивать способности к решению проблемных ситуаций умению исследовать проблему, анализировать процесс и ресурсы, выдвигать идеи, планировать решения и применять их. Занятия по робототехнике

знакомят ребёнка с законами реального мира, учат применять теоретические знания на практике, развивают наблюдательность, мышление.

Ожидаемым результатом всей деятельности является повышение интереса и мотивации учащихся к учению, развитие умения моделировать и исследовать процессы.

К личностным результатам можно отнести:

1) развитие навыков сотрудничества со сверстниками, и взрослыми в образовательной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;

2) формирование осознанной выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов.

К метапредметным результатам относятся:

1) умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;

2) владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

3) готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;

4) умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности.

В процессе обучения учащихся надо иметь в виду, что учебные возможности развиваются с возрастом неравномерно. Например, до 11 лет они обладают ярко выраженным стремлением к самостоятельности, увлечением при выполнении задания. В то же время – некритическим отношением к результатам своей работы. Дети в возрасте 12-13 лет более самокритичны, пытаются анализировать свою работу, но часто бывают нерешительны и проявляют склонность к подражательству. Для детей старшего возраста характерно развитие абстрактного мышления, а главное – формирование мировоззрения, индивидуальной манеры самовыражения, яркое проявление в творчестве. Время, затраченное учащимися на выполнение задания и качество выполненной работы, не всегда могут быть приняты основными критериями при оценке, т.к. темп и качество работы во многом зависит от индивидуальных особенностей учащихся, состояния их здоровья, а также от неодинаковых условий выполнения задания.

Основное оборудование, используемое при обучении детей робототехнике - это ЛЕГО-конструкторы.

Конструкторы LEGO бывают различных видов, направленные на образование детей с учетом удовлетворения возрастных особенностей и потребностей ребенка.

Все школьные наборы на основе LEGO® предназначены для того, чтобы дети в основном работали группами. Поэтому обучающиеся одновременно приобретают навыки сотрудничества и умение справляться с индивидуальными заданиями, составляющими часть общей задачи. В процессе конструирования добиваться того, чтобы созданные модели работали и отвечали тем задачам, которые перед ними ставятся. Обучающиеся получают возможность учиться на собственном опыте, проявлять творческий подход при решении поставленной задачи. Задания разной трудности обучающиеся осваивают поэтапно. Основной принцип обучения «шаг за шагом», являющийся ключевым для LEGO®, обеспечивает ребенку возможность работать в собственном темпе.

Работа с продуктами LEGO Education базируется на принципе практического обучения: сначала обдумывание, а затем создание моделей. В каждом задании комплекта для этапа «Конструирование» приведены подробные пошаговые инструкции.

Процесс обучения всегда более приятен и эффективен, если есть стимулы. Поддержание такой мотивации и удовольствие, получаемое от успешно выполненной работы, естественным образом вдохновляют обучающихся на дальнейшую творческую работу.

Обдумывая и осмысливая проделанную работу, учащиеся углубляют понимание предмета. Они укрепляют взаимосвязи между уже имеющимися у них знаниями и вновь приобретённым опытом.

Занятия могут проходить по одному из двух способов:

Конструирование по заданиям
комплекта

Конструирование по собственному
проекту

Конструирование – это вид продуктивной деятельности обучающегося, предполагающий построение предметов. Его успешность зависит от уровня развития мышления и восприятия ребенка. Чтобы построить конструкцию из строительного материала, необходимо уметь обследовать объект, разделить его на составные части – детали, оценить их размер, пространственное расположение, заменить одни детали другими в случае необходимости.

После практикумов по сборке базовых моделей предусмотрена творческая проектная работа, соревнования.

Занятия по программе формируют специальные технические умения, развивают аккуратность, усидчивость, организованность, нацеленность на результат. Когда ребёнок вовлечён в процесс создания значимого и осмысленного продукта (машины, компьютерной программы), он сам «строит» своё знание, свой интеллект.

Простота в построении модели в сочетании с большими конструктивными возможностями ЛЕГО позволяют детям в конце занятия увидеть сделанную

своими руками модель, которая выполняет поставленную ими же самими задачу.

Работа проводится и в определенных предметных областях: физика, математика, технология, развитие речи, что помогает синтезировать, развивать технический уровень грамотности подрастающего поколения, путем научно-практических исследований и творческих проектов.

На занятиях ребята работают в группах, при этом формируются умения работать в команде. В группе 3 человека: "2 конструктора" и "программист". Они ставят цели, находят способы решения для достижения поставленных задач, оптимизируют и анализируют. Налицо все ключевые компетенции по ФГОС.

В рамках дополнительного образования робототехнические комплексы Лего могут применяться по следующим направлениям:

- Демонстрация;
- Фронтальные лабораторные работы и опыты;
- Исследовательская проектная деятельность.

Эффективность обучения основам робототехники зависит и от организации занятий, проводимых с применением следующих методов:

- Объяснительно – иллюстративный - предъявление информации различными способами (объяснение, инструктаж, демонстрация, и др);
- Эвристический – метод творческой деятельности (создание творческих моделей и т.д.);
- Программированный – набор операций, которые необходимо выполнить в ходе выполнения практических работ (форма: компьютерный практикум, проектная деятельность);
- Репродуктивный – воспроизводство знаний и способов деятельности (форма: собирание моделей и конструкций по образцу, беседа, упражнения по аналогу);
- Проблемный – постановка проблемы и самостоятельный поиск её решения обучающимися;
- Частично - поисковый - решение проблемных задач с помощью педагога;
- Поисковый – самостоятельное решение проблем.

Сначала мы с учащимися 6 классов занимались только конструированием различных моделей Lego-конструктора по опорным схемам, изучали принципы их работы. На начало года мы имели только три набора, поэтому работали тремя группами по 3-4 человека. Группы соревновались между собой на скорость сборки, удивлялись получившимся моделям в действии.

Постепенно ребята начали проявлять творческие способности и изготавливать свои собственные модели. Деталей катастрофически не хватало! Конструирование – это всегда новое открытие, новая идея! Новый толчок к развитию нестандартного мышления...

8 классы продолжили работать с Lego Mindstorms NXT. Занимались ребята построением моделей роботов с помощью дополнительного набора и программированием их.

11 ноября в лицей прибыли новые наборы Lego Mindstorms Ev3. С тремя наборами стали работать 8 классы, четыре набора достались ученикам 6 класса.

Одно из самых важных человеческих умений – это умение составить, а затем и претворить в жизнь план некой будущей деятельности. Заглянув в Энциклопедический словарь, можно обнаружить: такой план называется программой. Привычка тратить время и силы на обдумывание, запись и отработку планов будущей деятельности себя самого, других людей или больших коллективов называется алгоритмическим стилем мышления. Овладеть алгоритмическим стилем мышления непросто. Для этого нужно научиться заранее предсказывать ситуации, которые могут случиться в будущем, и предусматривать в планах правильное поведение в этих ситуациях. С другой стороны, как и другие человеческие навыки, алгоритмический стиль мышления можно развивать и тренировать путем целенаправленно подобранной системы упражнений.

Концепция системного подхода к решению любых "жизненных задач", как производственных, так и бытовых - "чтобы добиваться цели - надо решать, чтобы решать - надо выбирать, чтобы выбирать - надо перебирать варианты, чтобы перебирать варианты - надо уметь их моделировать." Именно поэтому одной из основных задач курса является развитие особого стиля мышления, который просто необходим для наиболее полной реализации своих способностей и

возможностей через моделирование конкретных объектов и обобщение моделируемых ситуаций в цельную стратегию. А развитие (и даже иногда формирование) этого особого мышления, которое получило название "алгоритмического" или "комбинаторного", происходит через знакомство учащихся с основными понятиями теории построения алгоритмов с учетом множества свойств, условий, характеристик и закономерностей, а затем на основе разработанной модели выбирается наиболее оптимальный путь решения задачи.

Моим ученикам предложили принять участие в семинаре директоров, и ребята с энтузиазмом принялись готовиться к предстоящему выступлению. Но чтобы что-то продемонстрировать, необходимо было создать модель, которая двигалась бы по заданному алгоритму. И у ребят появился огромный стимул в освоении программирования своих моделей. И восьмиклассники, и шестиклассники прикладывали невероятные усилия – трудились всё свободное время, оставались после уроков каждый день!

Алгоритм управления роботами создается в специальной русифицированной программе, в которой с помощью панели управления и кнопок-пиктограмм можно выбирать различные устройства (датчики, двигатели, лампочки и т.д.), порты по определенной логике. После проделанной большой работы робот (материнская плата робота) подключается к компьютеру и "прошивается".

Работа над проектом «по образцу» является подготовкой к более сложным, по своей структуре, проектам. Закончив работу над простым проектом, дети переходили к более сложному, используя для своих моделей разные датчики (на движение, световые), тем самым усложняя составление программы. Вот и были готовы первые Лего-проекты. В процессе работы над любым проектом учащиеся получают жизненный опыт, способствующий их личностному и образовательному росту.

В рамках реализации ФГОС проектная деятельность является одним из ключевых моментов развития универсальных учебных действий. Робототехника вызывает огромный интерес у учащихся различных возрастов.

Формирование навыков исследовательской деятельности является одной из обязательных составляющих образовательного процесса. Наиболее эффективной формой организации исследовательской деятельности обучающихся является проектная.

Под методом проектов понимают технологию организации образовательных ситуаций, в которых обучающийся ставит и решает собственные задачи, и технологию сопровождения самостоятельной деятельности обучающегося.

При разработке и отладке проектов обучающиеся делятся опытом друг с другом, что очень эффективно влияет на развитие познавательных, творческих навыков, а также самостоятельность школьников. Таким образом, Лего, являясь дополнительным средством, позволяет обучающимся принимать решение самостоятельно, применимо к данной ситуации, учитывая окружающие особенности и наличие вспомогательных материалов. И, что немаловажно, – умение согласовывать свои действия с окружающими, т.е. работать в команде.

Наряду с положительными результатами, мы выделяем следующие трудности:

- отсутствие методического материала.
- занятия очень часто выходят за временные рамки, да и сам процесс программирования довольно трудоемок, и 1 занятие в неделю на группу недостаточно.
- образное мышление учащихся развивается достаточно быстро, и постоянно возникает проблема отсутствия необходимых деталей для воплощения замыслов, следовательно, необходимо докупать наборы, поля.

Решение вышеуказанных проблем позволит нам определить поле дальнейшего развития.

Вторым, не менее важным направлением по реализации курса «Робототехника», в этом учебном году для моих учеников стало изготовление трассы и лабиринта своими руками.

Процесс технического проектирования представляет собой серию шагов, которым следуют инженеры, пытаясь решить задачу и разработать решение для чего-либо. Это методический подход к решению проблем. Он похож на научный метод, применяемый исследователями. В нем нет единственного общепринятого процесса проектирования. Кажется, что большинство инженеров имеют свое собственное видение, как должен протекать этот процесс. Процесс обычно начинается с проблемы и заканчивается решением, но промежуточные действия могут отличаться.

Посмотрев видеоролики соревнований по робототехнике, мы с ребятами захотели создать похожие конструкции для проезда по ним роботов.

Выделили два направления работы:

«Лабиринт»

«Трасса»

Одна группа «робототехников» во время внеурочных занятий по технологии занималась проектированием и конструированием «Лабиринта», другая группа проектировала и конструировала «Трассу» на внеурочных занятиях по робототехнике и по технологии.

Один из наиболее важных шагов в процессе проектирования – это определения цели! Цель создания наших конструкций – это база для робототехнических соревнований. Поэтому, создавая эти модели, мы заранее продумывали и, каким образом, можно будет проводить соревнования.

В робототехнических соревнованиях, как правило, существует множество проблем, которые должны быть решены группой разработчиков. Чем дальше проектировщики продвигаются в разработке, тем больше возникает более мелких проблем.

Следующим шагом стало изучение имеющихся решений. На этом этапе происходит предварительные исследования решения задачи. Здесь необходимо изучить чужой опыт в решении подобных проблем. Необходимо собрать

информацию по теме, с которой имеем дело, продумать различные реализации и дальнейшей эксплуатации конструкций.

Если рассматривать робототехнические соревнования, то здесь нужно максимально использовать различные источники информации. Так, просматривая ролики с соревнованиями, мы с ребятами остановились на двух, где в качестве базы использовали лабиринт из фанеры и макет уровневой трассы.

Если конструкция «Лабиринта» была более-менее понятна, вопрос больше стоял в её реализации, то каким образом строить «Трассу» и чем заполнять её внутри? Мы выслушали много идей и советов. Столкнулись со многими трудностями. Какие-то идеи конструирования реализовывались успешно, другие не шли, и нам приходилось от них отказываться и искать новые пути решения.

Определение технических требований (спецификация) – это ещё один важный шаг проектирования. Спецификация определяется как подробный набор требований, которым должны удовлетворять материалы, продукты или сервисы. В этом случае, технические требования являются необходимым условием для решения задачи, определенной на первом шаге процесса проектирования.

Технические требования, обычно, состоят из двух частей:

1. Ограничения, накладываемые на разработку;
2. Требуемая функциональность.

Функциональные требования описывают, насколько хорошо окончательное решение должно работать.

В робототехнических соревнованиях, проектировщики предстают перед некоторым поединком, или игрой, в которой их робот будет соревноваться. Эта задача часто включает в себя руководство, содержащее ряд ограничений и требований, которым должен соответствовать каждый робот - это и есть проектные ограничения. Это первый тип технических требований, с которым разработчик сталкивается в процессе. Некоторыми примерами этого типа являются спецификации «максимальный размер робота» и «максимально допустимое число двигателей». Учитывая выше сказанное, ребята при разработке наших конструкций очень сильно ориентировались на характеристики робота, постоянно проводили тестирование.

На следующем этапе реализации проекта формулируется, представляется, или понимается, конечный результат. Теперь, когда мы знаем, что решение должно делать, осталось определить, как это должно быть сделано. Разработчику необходимо провести мозговой штурм различных вариантов для выполнения технических требований. Хороший разработчик смотрит на окружающий мир, пытается искать решения, адаптируя их к своей проблеме. Инновация также важна в начале процесса проектирования. Необходимо искать баланс между «думать, выйдя за рамки» и «использовать уже реализованные конструкции». Зачастую, дать хорошую концепцию может объединение двух идей или же компромисс между двумя различными предложениями.

В процессе построения трассы приходилось отказываться от намеченных путей выполнения работы, менять концепции, экспериментировать. Например, приходилось подбирать один вид монтажной пены для покрытия дороги, другой – для рельефа местности. Пену более высокого класса использовали для дороги, пену подешевле – для «украшения» трассы. Мы изучали срезы пены, и исследовали, как каждый вид монтажной пены ведет себя. Мы подбирали опытным путем наиболее подходящие нам виды пены.

После того как выбрана основная идея, которая будет реализовываться, выбраны технические требования и стратегия реализации, подготовлена вся необходимая документация, наступает очередь календарного и ресурсного планирования.

План работ над проектом позволяет производить оценку требуемых временных и человеческих ресурсов для реализации выбранного решения и осуществлять пошаговый контроль за достижением промежуточных результатов. Есть задачи, которые могут выполняться только при условии выполнения других, есть те, которые могут выполняться параллельно. Наличие плана является необходимым условием для того, чтобы работа над проектом не привела к случайному блужданию, и было ощущение контроля за ходом работ. Наш план работ неоднократно изменялся в ходе работ, корректировался реальной жизнью или естественными изменениями, вносимыми в проект в ходе работы над ним.

При рассмотрении проекта нужно было произвести анализ затрат. Затраты относятся к ресурсам, которые должны быть привлечены. Это время, человеческие ресурсы, деньги, рабочая площадь.

В идеале, в проект должны добавляться элементы дающие большие выгоды при маленьких затратах. Важно искать их на всех этапах разработки. Высокотратные элементы нужно реализовывать лишь при условии, что они дают большую выгоду.

Материалы для «Лабиринта»:

- ✓ Лист фанеры 1,5х1,5м толщиной 10 мм –1 шт.
- ✓ Лист фанеры 1,5х1,5м толщиной 6 мм –1 шт.
- ✓ Шкант деревянный – 50 шт.

Итого было потрачено \approx 1600 рублей.

Материалы для «Трассы»:

- ✓ Лист фанеры 1,5х1,5м толщиной 4 мм –1 шт.
- ✓ Лист Пенополистирола ПСБ-С15У 30х600х1000 мм –4 шт.
- ✓ Плита потолочная Inspire C1000, 2 м², 50х50 см, экструдированный полистирол (упаковка) –5 шт.
- ✓ Клей монтажный белый, 260 мл –6 шт.
- ✓ Пистолет полукорпусной
- ✓ Пена монтажная Орра, всесезонная, 400 мл –4 шт.
- ✓ Пена монтажная ручная Орра plus, всесезонная, 600 мл –6 шт.
- ✓ Пена монтажная ручная Axton, всесезонная, 750 мл –2 шт.
- ✓ Пена монтажная Tytan-Euro Line, 750 мл –3 шт.
- ✓ Пена монтажная пистолетная Axton, всесезонная, профессиональная, 750 мл – 3 шт.
- ✓ Пистолет для монтажной пены Paritet– 3 шт.
- ✓ Краска водно-дисперсионная Luxens цвет белый 2.5 л –1 шт.
- ✓ Профилюкс Profilux Proficolor 100 гр цвет чёрный, зелёный, салатный, коричневый, синий –10 шт.
- ✓ В процессе изготовления трассы были куплены и некоторые другие материалы (Мастика, Шпаклёвка гипсовая базовая, 5 кг, Шпаклёвка по дереву белая Радуга 0023 0.9 кг), но в процессе работы от них мы отказались.

Итого было потрачено \approx 5500 рублей.

Фаза изготовления включает приобретение компонентов, обработку деталей, сборку и прочее – все, что необходимо для получения готового изделия. Приобретались материалы в строительных и хозяйственных магазинах города Лобня и в Леруа Мерлен.

Этапы изготовления «Лабиринта»:

1. Предварительная разметка и «тестирование роботом» конструкции лабиринта на листе фанеры 1,5x1,5м толщиной 6 мм



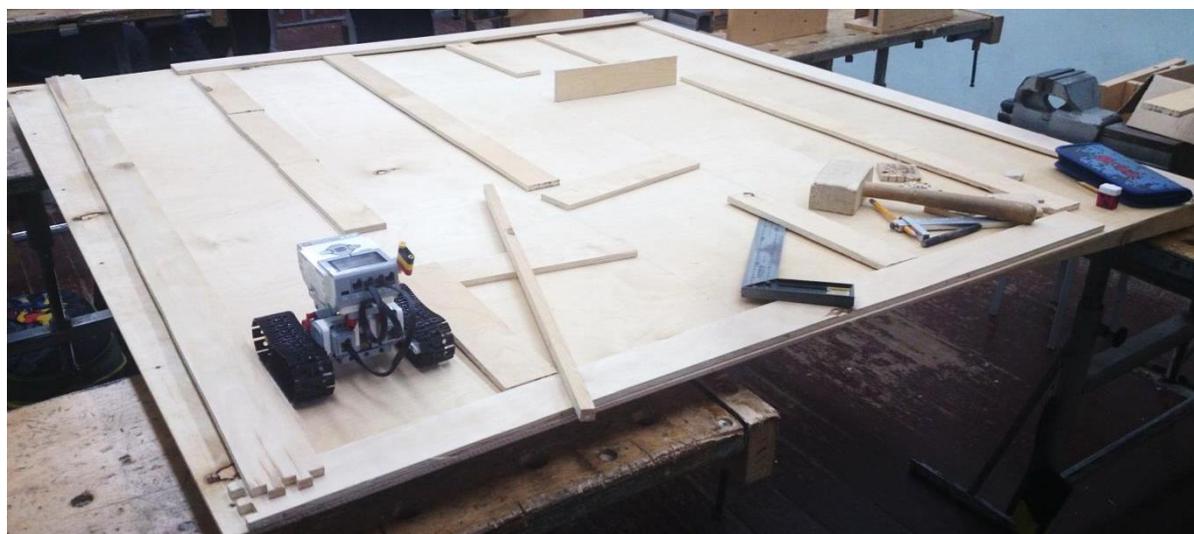
2. Создание реек для стен лабиринта из листа фанеры 1,5x1,5м толщиной 10 мм



3. Создание переносных стенок лабиринта



4. Подготовка к сборке



Этапы изготовления «Трассы»:

1. Разметка трассы
2. Разметка и приклеивание деталей трассы из пенополистирола и плиты потолочной



Ширина и наклон трассы тестировалась в процессе построения.



3. Работа с монтажной пеной



4. Формирование дороги для роботов путем срезание пены лобзиком и затирки срезов наждачной бумагой.

5. Покраска трассы



6. Соединение двух полотен трассы. Для соединения используются 4 рейки 0,8x1,5 м и саморезы.

7. Тестирование трассы



На заключительном этапе производится проверка реализованного решения – тестирование. Основное, что нужно определить во время этой стадии, это что работает или не работает, как ожидалось, окончательная ли это реализация, и выполняются ли в ней технические требования. Нами было проведено тестирование трассы. Роботы преодолевают препятствия, проезжают через тоннели.

Следовательно, изготовленную нами трассу можно использовать для проведения соревнований.

Кроме того, наши команды очень ждут приобретение лицом ресурсных наборов, которые дадут возможность улучшить сцепление роботов с поверхностью трассы.

Предполагается достичь большей продуктивности в реализации курса по внеурочной деятельности «Робототехника» путем организации сотрудничества с другими образовательными учреждениями по робототехнике, что способствует созданию конкурентной основы в работе над робототехническими проектами, а также вовлечению в них большего количества обучающихся.

Конструктор LEGO Mindstorms позволяет школьникам в форме познавательной игры узнать многие важные идеи и развить необходимые в дальнейшей жизни навыки. Lego-робот поможет в рамках изучения данной темы понять основы робототехники, наглядно реализовать сложные алгоритмы, рассмотреть вопросы, связанные с автоматизацией производственных процессов и процессов управления. Робот рассматривается в рамках концепции исполнителя, которая используется в курсе информатики при изучении программирования.

Внедрение курса «Образовательная робототехника» только началось. Но направление «Образовательная робототехника» имеет большие перспективы развития. Оно может быть внедрено не только во внеурочную деятельность, но и в такие учебные предметы как технология, информатика, математика. Большую заинтересованность детей в освоении основ робототехники прошу подкрепить количеством наборов для занятий, заказав дополнительные наборы EV3.

Внеурочная деятельность организуется для удовлетворения потребностей, учащихся в содержательном досуге, их участия в самоуправлении и общественно полезной деятельности. Правильно организованная система внеурочной деятельности может максимально развить или сформировать познавательные потребности и способности каждого ученика, которые обеспечат воспитание свободной личности. Воспитание детей происходит в любой момент их деятельности. Однако наиболее продуктивно это воспитание осуществлять в свободное от обучения время.

Во внеурочной деятельности создаются условия для развития личности ребёнка в соответствии с его индивидуальными способностями, формируется познавательная активность, нравственные черты личности, коммуникативные навыки, происходит закладка основ для адаптации ребёнка в сложном мире, как интеллектуального и гармонично развитого члена общества.

Используемые ресурсы

1. Материал с сайта <http://hunarobo.ru/class-full-kit-2.html>
2. Материал с сайта <http://robot.edu54.ru/constructors/181>
3. <http://robot.uni-altai.ru/metodichka/publikacii/obrazovatel'naya-programma-vneurochnoy-deyatelnosti-osnovy-robototehniki>
4. <https://educontest.net/ru/311952>
5. http://sch15himki.edumsko.ru/uploads/1000/926/section/258367/metod_kopilka/Safiulina_OA_Nozdrina_EP_Obrazovatel_naya_robototehnika_vo_vneurochnoj.pdf?1461407557359
6. averkina.edurm.ru
7. <http://robotosha.ru/no-rubric/engineering-design-process-in-robotics.html>
- 8.