

МУНИЦИПАЛЬНОЕ КАЗЕННОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА-ИНТЕРНАТ»

РАССМОТРЕНО
на заседании
педагогического совета
Протокол № 1
от 29.08.2022 г.

СОГЛАСОВАНО
Заведующий центра
образования
«Точка роста»
Ершова /Л.А.Ершова
« 30 » августа 2022 г

УТВЕРЖДЕНО
Директор
МКОУ «Школа-интернат»
А.С. Егизаров
Приказ № 56/2
« 31 » августа 2022 г.



ТОЧКА РОСТА

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

Технической направленности

«Мы конструируем робота»

Уровень программы: базовый
Возрастная категория: от 15 до 17
Состав группы: 9
Срок реализации: 1 год
ID-номер программы в Навигаторе: 24843

Автор-составитель:
Донцов М.В.

с. Русское
2022 г.

Содержание

1. Пояснительная записка.....	3
1.1. Краткая характеристика предмета.....	3
1.2. Направленность образовательной программы.....	3
1.3. Новизна, актуальность и педагогическая целесообразность.....	3
1.4. Цель образовательной программы.....	4
1.5. Задачи образовательной программы.....	4
1.6. Отличительные особенности.....	4
1.7. Возраст детей, участвующих в реализации данной программы.....	5
1.8. Сроки реализации программы.....	5
1.9. Режим занятий.....	5
1.10. Документы и материалы, с учетом которых составлена программа.....	6
2. Учебно-тематический план дополнительной образовательной программы "Робототехника: конструирование и программирование".....	7
2.1. Задачи первого года обучения.....	7
2.2. Содержание программы первого года обучения.....	8
2.3. Ожидаемые результаты первого года обучения.....	8
2.4. Задачи второго года обучения.....	8
2.5. Содержание программы второго года обучения.....	9
2.6. Ожидаемые результаты второго года обучения.....	9
2.7. Задачи третьего года обучения.....	9
2.8. Содержание программы третьего года обучения.....	10
2.9. Ожидаемые результаты третьего года обучения.....	10
2.10. Задачи четвертого года обучения.....	11
2.11. Содержание программы четвертого года обучения.....	12
2.12. Ожидаемые результаты четвертого года обучения.....	12
3. Содержание дополнительной образовательной программы "Робототехника: конструирование и программирование".....	13
3.1. Первый год обучения.....	13
3.2. Второй год обучения.....	14
3.3. Третий год обучения.....	15
3.4. Четвертый год обучения.....	18
4. Методическое обеспечение дополнительной образовательной программы "Робототехника: конструирование и программирование".....	21
4.1. Формы организации занятий и деятельности детей.....	21
4.2. Методы организации учебного процесса.....	21
4.3. Ожидаемые результаты и способы определения их результативности.....	21
4.4. Формы подведения итогов реализации ДОП.....	22
5. Список литературы.....	23

1. Пояснительная записка

1.1. Краткая характеристика предмета

С началом нового тысячелетия в большинстве стран робототехника стала занимать существенное место в дополнительном, школьном и университетском образовании, подобно тому, как информатика появилась в конце прошлого века и потеснила обычные предметы. По всему миру проводятся конкурсы и состязания роботов для школьников и студентов: научно-технический фестиваль «Мобильные роботы» им. профессора Е.А. Девянина с 1999 г., игры роботов «Евробот» – с 1998 г., международные состязания роботов в России – с 2002 г., всемирные состязания роботов в странах Азии – с 2004 г., футбол роботов Robocup с 1993 г. и т.д. Лидирующие позиции в области образовательной робототехники на сегодняшний день занимает фирма Lego (подразделение Lego Education) с образовательными конструкторами серии Mindstorms.

В настоящее время активное развитие образовательной робототехники наблюдается в Москве в результате целевого финансирования правительства столицы, в Челябинской области и некоторых других регионах России. С появлением робототехнической площадки в нашем городе назрела необходимость в создании новой дополнительной общеобразовательной программы, которая поможет детям окунуться в мир науки и попробовать себя в конструировании и программировании роботов.

1.2. Направленность образовательной программы

Направленность программы - научно-техническая. Программа направлена на привлечение учащихся к современным технологиям конструирования, программирования и использования роботизированных устройств.

1.3. Новизна, актуальность и педагогическая целесообразность

Последние годы одновременно с информатизацией общества лавинообразно расширяется применение микропроцессоров в качестве ключевых компонентов автономных устройств, взаимодействующих с окружающим миром без участия человека. Стремительно растущие коммуникационные возможности таких устройств, равно как и расширение информационных систем, позволяют говорить об изменении среды обитания человека.

В связи с активным внедрением новых технологий в жизнь общества постоянно увеличивается потребность в высококвалифицированных специалистах. В ряде ВУЗов присутствуют специальности, связанные с робототехникой, но в большинстве случаев не происходит предварительной ориентации школьников на возможность продолжения учебы в данном направлении. Многие абитуриенты стремятся попасть на специальности, связанные с информационными технологиями, не предполагая о всех возможностях этой области. Между тем, игры в роботы, конструирование и изобретательство присущи подавляющему большинству современных детей. Таким образом, появилась возможность и назрела необходимость в непрерывном образовании в сфере робототехники. Заполнить пробел между детскими увлечениями и серьезной ВУЗовской подготовкой позволяет изучение робототехники в дополнительном образовании на основе специальных образовательных конструкторов.

Введение дополнительной образовательной программы «Робототехника» неизбежно изменит картину восприятия учащимися технических дисциплин, переводя их из разряда умозрительных в разряд прикладных. Применение детьми на практике теоретических знаний, полученных на математике или физике, ведет к более глубокому пониманию основ, закрепляет полученные навыки, формируя образование в его наилучшем смысле. И с другой стороны, игры в роботы, в которых заблаговременно узнаются основные принципы расчетов простейших механических систем и алгоритмы их автоматического функционирования под управлением программируемых контроллеров, послужат хорошей почвой для последующего освоения сложного теоретического материала на уроках. Программирование на компьютере

(например, виртуальных исполнителей) при всей его полезности для развития умственных способностей во многом уступает программированию автономного устройства, действующего в реальной окружающей среде. Подобно тому, как компьютерные игры уступают в полезности играм настоящим.

Возможность прикоснуться к неизведанному миру роботов для современного ребенка является очень мощным стимулом к познанию нового, преодолению инстинкта потребителя и формированию стремления к самостоятельному созиданию. При внешней привлекательности поведения, роботы могут быть содержательно наполнены интересными и непростыми задачами, которые неизбежно встанут перед юными инженерами. Их решение сможет привести к развитию уверенности в своих силах и к расширению горизонтов познания.

Новые принципы решения актуальных задач человечества с помощью роботов, усвоенные в школьном возрасте (пусть и в игровой форме), ко времени окончания вуза и начала работы по специальности отзовутся в принципиально новом подходе к реальным задачам. Занимаясь с детьми на кружках робототехники, мы подготовим специалистов нового склада, способных к совершению инновационного прорыва в современной науке и технике.

1.4. Цель образовательной программы

Создание условий для мотивации, профессиональной ориентации учащихся для возможного продолжения учебы в ВУЗах.

1.5. Задачи образовательной программы

Образовательные

- Использование современных разработок по робототехнике в области образования, организация на их основе активной деятельности учащихся
- Ознакомление учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при создании роботов
- Реализация межпредметных связей с физикой, информатикой и математикой
- Решение учащимися ряда кибернетических задач, результатом каждой из которых будет работающий механизм или робот с автономным управлением

Развивающие

- Развитие у школьников инженерного мышления, навыков конструирования, программирования и эффективного использования кибернетических систем
- Развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности и изобретательности
- Развитие креативного мышления и пространственного воображения учащихся
- Организация и участие в играх, конкурсах и состязаниях роботов в качестве закрепления изучаемого материала и в целях мотивации обучения

Воспитательные

- Повышение мотивации учащихся к изобретательству и созданию собственных роботизированных систем
- Формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного результата
- Формирование навыков проектного мышления, работы в команде

1.6. Отличительные особенности

Данная программа создана на основе образовательной программы «Робототехника: конструирование и программирование» Филиппов С.А., ГБОУ ФМЛ № 239, г. Санкт-Петербург, 2011 год.

Программа имеет ряд отличий:

- В содержании программы первого года обучения используется графическая среда

программирования WEDO 2.0., второго года обучения используется графическая среда программирования TRIK Studio и LEGO MINDSTORMS Education EV3, третьего год обучения продолжит работать в среде TRIK Studio и LEGO MINDSTORMS Education EV3 с переходом на текстовое программирование в среде Ceebot, дети четвертого года обучения продолжают изучать текстовое программирование в среде RobotC.

- Особенностью данной программы является нацеленность на конечный результат, т.е. ребенок создает не просто внешнюю модель робота, дорисовывая в своем воображении его возможности. Ребенок создает действующее устройство, которое решает поставленную задачу.
- Программа плотно связана с массовыми мероприятиями в научно-технической сфере для детей (турнирами, состязаниями, конференциями), что позволяет, не выходя за рамки учебного процесса, принимать активное участие в конкурсах различного уровня: от местного до международного.
- Программа предусматривает наличие работы над творческими проектами. В ходе работы над проектами дети начинают учиться работать с дополнительной литературой. Идет активная работа по обучению детей анализу собранного материала и аргументации в правильности выбора выбранного материала. В процессе занятий повышается коммуникативная активность каждого ребенка, происходит развитие его творческих способностей.

1.7. Возраст детей, участвующих в реализации данной программы

Программа предназначена для работы с детьми в системе дополнительного образования. Участниками программы являются учащиеся 9 - 17 лет.

Программа может быть скорректирована в зависимости от возраста учащихся. Некоторые темы взаимосвязаны со школьным курсом и могут с одной стороны служить пропедевтикой, с другой стороны опираться на него. Если кружок начинает функционирование в старшей группе, на многие темы потребуется гораздо меньше времени, но коснуться, так или иначе, нужно всего. Работая со старшеклассниками, проявившими интерес к робототехнике незадолго до окончания школы, приходится особенно бережно и тщательно относиться к их времени: создавать индивидуальные планы и при необходимости сокращать четырехгодичный курс до одного года.

1.8. Сроки реализации программы

Программа рассчитана на четырехгодичный цикл обучения.

В первый год учащиеся проходят подготовительный курс на основе конструктора WEDO 2.0., знакомятся с основами конструирования и программирования.

Во второй год учащиеся проходят курс конструирования, построения механизмов с электроприводом, а также знакомятся с основами программирования контроллеров базового набора.

На третий год учащиеся изучают пневматику, возобновляемые источники энергии, сложные механизмы и всевозможные датчики для микроконтроллеров. Программирование в графической инженерной среде изучается углубленно. Происходит знакомство с программированием виртуальных роботов на языке программирования, схожем с Си.

На четвертый год учащиеся изучают основы теории автоматического управления, интеллектуальные и командные игры роботов, строят роботов-андроидов, а также занимаются творческими и исследовательскими проектами.

1.9. Режим занятий

Первый год обучения – 2 часа 1 раз в неделю (72 часа в год), второй и последующие 2 часа 2 раза в неделю (144 часа в год).

1.10. Документы и материалы, с учетом которых составлена программа:

1. ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. N 273.
2. Конвенция о правах ребенка.
3. Конституция РФ.
4. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 29 августа 2013 года № 1008)».
5. Устав МАУ ДО «ЦДТ».
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 3 апреля 2003 г. №27 "О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.4.4.1251-03.

2. Учебно-тематический план дополнительной образовательной программы "Робототехника: конструирование и программирование".

2.1. Задачи первого года обучения

Образовательные:

- Знакомство учащихся с основными простейшими принципами механики, конструирования и программирования;
- Знакомство с видами конструкций и соединений деталей;
- Формирование у учащихся умение преобразовывать необходимую информацию на основе различных информационных технологий (графических – текст, рисунок, схема, информационно-коммуникативных) и изготавливать несложные конструкции и простые программируемые механизмы;

Развивающие:

- Развитие креативных способностей и логического мышления детей;
- Развитие регулятивной структуры деятельности, включающую целеполагание, планирование (умение составлять план действий и применять его для решения практических задач), прогнозирование (предвосхищение будущего результата при различных условиях выполнения действия), контроль, коррекцию и оценку;
- Формирование образного, технического мышления и умения выразить свой замысел.

Воспитательные

- Повышение мотивации учащихся к изобретательству и созданию собственных роботизированных систем
- Формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного результата

№	Тема	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Инструктаж по ТБ	1	0	1
	Введение: основы робототехники	1	0	1
2	Первые шаги	1	3	4
3	Колебания	1	3	4
4	Езда (передачи движения)	1	3	4
5	Рычаг(Кривошипно-шатунный механизм)	1	3	4
6	Ходьба	1	3	4
7	Вращение	1	3	4
8	Изгиб	1	3	4
9	Катушка	1	3	4
10	Подъем	1	3	4
11	Захват	1	3	4
12	Толчок	1	3	4
13	Поворот	1	3	4
14	Рулевой механизм	1	3	4
15	Трал	1	3	4
16	Датчик движения	1	3	4
17	Датчик наклона	1	3	4
18	Поворот	1	3	4
11	Зачеты	0	2	2
		=19	=53	=72

2.2. Содержание программы первого года обучения

Знакомство с конструктором, основными деталями и принципами крепления. Создание простейших механизмов, описание их назначения и принципов работы. Знакомство с составлением алгоритмов программ. Изучение датчиков движения и наклона. Участие в состязаниях.

2.3. Ожидаемые результаты первого года обучения

Образовательные

Освоение принципов работы простейших механизмов, основных видов движения. Понимания принципов действия рычагов и кулачков, шкивов и ремней. Понимания работы датчиков, зубчатых колёс и передач. Понимать технологическую последовательность изготовления конструкций на основе инструкции. Умение собрать базовые модели роботов и усовершенствовать их для выполнения конкретного задания. Навыки программирования в графической среде.

Развивающие

Освоение принципы совместной работы и обмена идеями. Способность описывать логическую последовательность событий, интерпретировать двухмерные трёхмерные иллюстрации и модели, создавать, программировать и испытывать действующие модели по предложенным инструкциям. Применять технологии для выработки идей и обмена опытом.

Воспитательные

Воспитательный результат занятий робототехникой можно считать достигнутым, если учащиеся проявляют стремление к самостоятельной работе, усовершенствованию известных моделей и алгоритмов, созданию творческих проектов. Участие открытых состязаниях роботов и просто свободное творчество во многом демонстрируют и закрепляют его.

Кроме того, простым, но важным результатом будет регулярное содержание своего рабочего места и конструктора в порядке, что само по себе непросто.

2.1. Задачи второго года обучения

Образовательные

- Использование современных разработок по робототехнике в области образования, организация на их основе активной деятельности учащихся
- Ознакомление учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при создании роботов
- Реализация межпредметных связей с математикой

Развивающие

- Развитие инженерного мышления, навыков конструирования, программирования и эффективного использования кибернетических систем
- Развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности и изобретательности
- Развитие креативного мышления, и пространственного воображения учащихся
- Организация и участие в играх, конкурсах и состязаниях роботов в качестве закрепления изучаемого материала и в целях мотивации обучения

Воспитательные

- Повышение мотивации учащихся к изобретательству и созданию собственных роботизированных систем
- Формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного результата

№	Тема	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Инструктаж по ТБ	1	0	1
	Введение: информатика, кибернетика, робототехника	1	0	1
2	Основы конструирования	4	12	16
3	Моторные механизмы	4	12	16
4	Трехмерное моделирование	1	3	4
5	Введение в робототехнику	6	24	30
6	Основы управления роботом	4	16	20
7	Удаленное управление	2	6	8
8	Игры роботов	2	6	8
9	Состязания роботов	4	20	24
10	Творческие проекты	2	8	10
11	Зачеты	2	4	6
		=33	=111	=144

2.2. Содержание программы второго года обучения

Знакомство с конструктором, основными деталями и принципами крепления. Создание простейших механизмов, описание их назначения и принципов работы. Создание трехмерных моделей механизмов в среде визуального проектирования. Силовые машины. Использование встроенных возможностей микроконтроллера: просмотр показаний датчиков, простейшие программы, работа с файлами. Знакомство со средой программирования TRIK Studio, базовые команды управления роботом, базовые алгоритмические конструкции. Простейшие регуляторы: релейный, пропорциональный. Участие в состязаниях.

2.3. Ожидаемые результаты второго года обучения

Образовательные

Освоение принципов работы простейших механизмов. Расчет передаточного отношения. Понимание принципа устройства робота как кибернетической системы. Использование простейших регуляторов для управления роботом. Решение задачи с использованием одного регулятора. Умение собрать базовые модели роботов и усовершенствовать их для выполнения конкретного задания. Навыки программирования в графической среде.

Развивающие

Изменения в развитии мелкой моторики, внимательности, аккуратности и особенностей мышления конструктора-изобретателя проявляется на самостоятельных задачах по механике. Строительство редуктора с заданным передаточным отношением и более сложных конструкций из множества мелких деталей является регулярной проверкой полученных навыков.

Воспитательные

Воспитательный результат занятий робототехникой можно считать достигнутым, если учащиеся проявляют стремление к самостоятельной работе, усовершенствованию известных моделей и алгоритмов, созданию творческих проектов. Участие открытых состязаниях роботов и просто свободное творчество во многом демонстрируют и закрепляют его.

Кроме того, простым, но важным результатом будет регулярное содержание своего рабочего места и конструктора в порядке, что само по себе непросто.

2.4. Задачи третьего года обучения

Образовательные

- Использование современных разработок по робототехнике в области образования, организация на их основе активной деятельности учащихся

- Реализация межпредметных связей с информатикой и математикой
- Решение учащимися ряда кибернетических задач, результатом каждой из которых будет работающий механизм или робот с автономным управлением

Развивающие

- Развитие инженерного мышления, навыков конструирования, программирования и эффективного использования кибернетических систем
- Развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности и изобретательности
- Развитие креативного мышления и пространственного воображения учащихся
- Организация и участие в играх, конкурсах и состязаниях роботов в качестве закрепления изучаемого материала и в целях мотивации обучения

Воспитательные

- Повышение мотивации учащихся к изобретательству и созданию собственных роботизированных систем
- Формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного результата

№	Тема	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Инструктаж по ТБ	1	0	1
2	Повторение. Основные понятия	1	2	3
3	Базовые регуляторы	4	8	12
4	Пневматика	2	8	10
5	Трехмерное моделирование	1	3	4
6	Программирование и робототехника	8	24	32
7	Элементы мехатроники	2	4	6
8	Решение инженерных задач	4	10	14
9	Альтернативные среды программирования	2	6	8
10	Игры роботов	2	6	8
11	Состязания роботов	4	20	24
12	Среда программирования виртуальных роботов Ceebot	2	8	10
13	Творческие проекты	2	4	6
14	Зачеты	2	4	6
	Итого	37	107	144

2.5. Содержание программы третьего года обучения

Использование регуляторов. Решение задач с двумя контурами управления или с дополнительным заданием для робота (например, двигаться по линии и объезжать препятствия). Программирование виртуальных исполнителей. Текстовые среды программирования. Более сложные механизмы: рулевое управление, дифференциал, манипулятор и др. Двусоставные регуляторы. Участие в состязаниях.

2.6. Ожидаемые результаты третьего года обучения

Образовательные

Использование регуляторов для управления роботом. Решение задачи с использованием двух регуляторов или дополнительного задания для робота. Умение конструировать сложные модели роботов с использованием дополнительных механизмов. Расширенные возможности графического программирования. Навыки программирования исполнителей в текстовой среде.

Развивающие

Изменения в развитии мелкой моторики, внимательности, аккуратности и особенностей мышления конструктора-изобретателя проявляется на самостоятельных

задачах по механике. Новые алгоритмические задачи позволяют научиться выстраивать сложные параллельные процессы и управлять ими.

Воспитательные

Воспитательный результат занятий робототехникой можно считать достигнутым, если учащиеся проявляют стремление к самостоятельной работе, усовершенствованию известных моделей и алгоритмов, созданию творческих проектов. Самостоятельная подготовка к состязаниям, стремление к получению высокого результата.

2.7. Задачи четвертого года обучения

Образовательные

- Использование современных разработок по робототехнике в области образования, организация на их основе активной деятельности учащихся
- Ознакомление учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при создании роботов
- Реализация межпредметных связей с физикой, информатикой и математикой
- Решение учащимися ряда кибернетических задач, результатом каждой из которых будет работающий механизм или робот с автономным управлением

Развивающие

- Развитие у школьников инженерного мышления, навыков конструирования, программирования и эффективного использования кибернетических систем
- Развитие креативного мышления и пространственного воображения учащихся
- Организация и участие в играх, конкурсах и состязаниях роботов в качестве закрепления изучаемого материала и в целях мотивации обучения

Воспитательные

- Повышение мотивации учащихся к изобретательству и созданию собственных роботизированных систем
- Формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного результата
- Формирование навыков проектного мышления, работы в команде

№	Тема	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Инструктаж по ТБ	1	0	1
2	Повторение. Основные понятия	1	2	3
3	Знакомство с языком RobotC	2	8	10
4	Применение регуляторов	2	8	10
5	Элементы теории автоматического управления	4	12	16
6	Роботы-андроиды	2	8	10
7	Трёхмерное моделирование	1	1	2
8	Решение инженерных задач	2	14	16
9	Знакомство с языком Си для роботов	2	14	16
10	Сетевое взаимодействие роботов	2	8	10
11	Основы технического зрения	1	7	8
12	Игры роботов	4	8	12
13	Состязания роботов	4	16	20
14	Творческие проекты	2	6	8
15	Зачеты	-	2	2
		=30	=114	=144

2.8. Содержание программы четвертого года обучения

Освоение текстового программирования в среде RobotC. Исследовательский подход к решению задач. Использование памяти робота для повторения комплексов действий. Элементы технического зрения. Расширения контроллера для получения дополнительных возможностей робота. Работа над творческими проектами. Участие в состязаниях. Решение задач на сетевое взаимодействие роботов.

2.9. Ожидаемые результаты четвертого года обучения

Образовательные

Знакомство с языком Си. Расширенные возможности текстового программирования. Умение составить программу для решения многоуровневой задачи. Процедурное программирование. Использование нестандартных датчиков и расширений контроллера. Умение пользоваться справочной системой и примерами.

Развивающие

Способность к постановке задачи и оценке необходимых ресурсов для ее решения. Планирование проектной деятельности, оценка результата. Исследовательский подход к решению задач, поиск аналогов, анализ существующих решений.

Воспитательные

Воспитательный результат занятий робототехникой можно считать достигнутым, если учащиеся проявляют стремление к самостоятельной работе, усовершенствованию известных моделей и алгоритмов, созданию творческих проектов. Участие в научных конференциях для школьников, открытых состязаниях роботов и просто свободное творчество во многом демонстрируют и закрепляют его. Способность работать в команде является результатом проектной деятельности.

3. Содержание дополнительной образовательной программы "Робототехника: конструирование и программирование"

3.1. Первый год обучения

1. Инструктаж по ТБ. Введение: основы робототехники
2. Первые шаги
 - 2.1. Майло - научный вездеход. Принципы крепления деталей, работа с программой.
 - 2.2. Майло - научный вездеход. Датчик расстояния.
 - 2.3. Майло - научный вездеход. Датчик наклона.
 - 2.4. Майло - научный вездеход. Совместная работа.
3. Колебания. Тяга. Понижающая передача.
 - 3.1. Сборка по инструкции. Робот тягач.
 - 3.2. Сборка по картинке. Дельфин.
4. Езда (передачи движения). Скорость. Повышающая передача.
 - 4.1. Сборка по инструкции. Гонимый автомобиль.
 - 4.2. Сборка по картинке. Вездеход.
5. Рычаг (Кривошипно-шатунный механизм).
 - 5.1. Сборка по инструкции. Прочные конструкции. Землетрясение.
 - 5.2. Сборка по картинке. Динозавр.
6. Ходьба.
 - 6.1. Сборка по инструкции. Метаморфоз лягушки.
 - 6.2. Сборка по картинке. Горилла
7. Вращение.
 - 7.1. Сборка по инструкции. Растения и опылители. Цветок.
 - 7.2. Сборка по картинке. Подъемный кран.
8. Изгиб.
 - 8.1. Сборка по инструкции. Предотвращение наводнения. Подводный шлюз.
 - 8.2. Сборка по картинке. Рыба.
9. Катушка.
 - 9.1. Сборка по инструкции. Десантирование и спасение. Вертолет.
 - 9.2. Сборка по картинке. Паук.
10. Подъем .
 - 10.1. Сборка по инструкции. Грузовик для переработки отходов.
 - 10.2. Сборка по картинке. Мусоровоз.
11. Захват.
 - 11.1. Сборка по инструкции. Хищник и жертва. Роботизированная рука.
 - 11.2. Сборка по картинке. Змея.
12. Толчок.
 - 12.1. Сборка по инструкции. Язык животных. Гусеница.
 - 12.2. Сборка по картинке. Богомол.
13. Поворот.
 - 13.1. Сборка по инструкции. Предупреждение об опасности. Устройство оповещения.
 - 13.2. Сборка по картинке. Мост.
14. Рулевой механизм.
 - 14.1. Сборка по инструкции. Перемещение материалов. Вилочный подъемник.
 - 14.2. Сборка по картинке. Снегоочиститель.
15. Трал.
 - 15.1. Сборка по инструкции. Очистка моря.
 - 15.2. Сборка по картинке. Подметательно уборочная машина
16. Датчик движения.
 - 16.1. Сборка по инструкции. Измерение

- 16.2. Сборка по картинке. Детектор.
- 17. Датчик наклона.
- 17.1. Сборка по инструкции. Светлячок.
- 17.2. Сборка по картинке. Джостик.
- 18. Поворот.
- 18.1. Сборка по инструкции. Исследование космоса. Луноход.
- 18.2. Сборка по картинке. Сканер.
- 19. Зачет.

3.1. Второй год обучения

- 1. Инструктаж по ТБ. Введение: информатика, кибернетика, робототехника.
- 2. Основы конструирования (Простейшие механизмы. Принципы крепления деталей. Рычаг. зубчатая передача: прямая, коническая, червячная. Передаточное отношение. Ременная передача, блок. Колесо, ось. Центр тяжести. Измерения. Решение практических задач).
 - 2.1. Названия и принципы крепления деталей.
 - 2.2. Строительство высокой башни.
 - 2.3. Хватательный механизм.
 - 2.4. Виды механической передачи. зубчатая и ременная передача. Передаточное отношение.
 - 2.5. Повышающая передача. Волчок.
 - 2.6. Понижающая передача. Силовая «крутилка».
 - 2.7. Редуктор. Осевой редуктор с заданным передаточным отношением
 - 2.8. Зачет.
- 3. Моторные механизмы (механизмы с использованием электромотора и батарейного блока. Роботы-автомобили, тягачи, простейшие шагающие роботы)
 - 3.1. Стационарные моторные механизмы.
 - 3.2. Одномоторный гонщик.
 - 3.3. Преодоление горки.
 - 3.4. Робот-тягач.
 - 3.5. Сумотори.
 - 3.6. Шагающие роботы.
 - 3.7. Маятник Капицы.
 - 3.8. Зачет.
- 4. Трехмерное моделирование (Создание трехмерных моделей конструкций из Lego)
 - 4.1. Введение в виртуальное конструирование. зубчатая передача.
 - 4.2. Простейшие модели.
- 5. Введение в робототехнику (Знакомство с контроллером EV3. Встроенные программы. Датчики. Среда программирования. Стандартные конструкции роботов. Колесные, гусеничные и шагающие роботы. Решение простейших задач. Цикл, Ветвление, параллельные задачи.)
 - 5.1. Знакомство с контроллером EV3.
 - 5.2. Одномоторная тележка.
 - 5.3. Встроенные программы.
 - 5.4. Двухмоторная тележка.
 - 5.5. Датчики.
 - 5.6. Среда программирования TRIK Studio.
 - 5.7. Колесные, гусеничные и шагающие роботы.
 - 5.8. Решение простейших задач.
 - 5.9. Цикл, Ветвление, параллельные задачи.

- 5.10. Кегельринг.
- 5.11. Следование по линии.
- 5.12. Путешествие по комнате.
- 5.13. Поиск выхода из лабиринта.
- 6. Основы управления роботом (Эффективные конструкторские и программные решения классических задач. Эффективные методы программирования: регуляторы, события, параллельные задачи, подпрограммы, контейнеры и пр.)
 - 6.1. Релейный регулятор.
 - 6.2. Пропорциональный регулятор.
 - 6.3. Защита от застреваний.
 - 6.4. Траектория с перекрестками.
 - 6.5. Пересеченная местность.
 - 6.6. Обход лабиринта по правилу правой руки.
 - 6.7. Анализ показаний разнородных датчиков.
 - 6.8. Синхронное управление двигателями.
 - 6.9. Робот-барабанщик.
- 7. Удаленное управление (Управление роботом через bluetooth.)
 - 7.1. Передача числовой информации.
 - 7.2. Кодирование при передаче.
 - 7.3. Управление моторами через bluetooth.
 - 7.4. Устойчивая передача данных.
- 8. Игры роботов (Боулинг, футбол, баскетбол, командные игры с использованием инфракрасного мяча и других вспомогательных устройств. Использование удаленного управления. Проведение состязаний, популяризация новых видов робо-спорта.)
 - 8.1. «Царь горы».
 - 8.2. Управляемый футбол роботов.
 - 8.3. Теннис роботов.
 - 8.4. Футбол с инфракрасным мячом (основы).
- 9. Состязания роботов (Подготовка команд для участия в состязаниях роботов различных уровней, вплоть до всемирных. Регулярные поездки. Использование микроконтроллеров EV3.)
 - 9.1. Сумо.
 - 9.2. Перетягивание каната.
 - 9.3. Кегельринг.
 - 9.4. Следование по линии.
 - 9.5. Слалом.
 - 9.6. Лабиринт.
 - 9.7. Интеллектуальное сумо.
- 10. Творческие проекты (Разработка творческих проектов на свободную тематику. Одиночные и групповые проекты. Регулярные выставки и поездки.)
 - 10.1. Правила дорожного движения.
 - 10.2. Роботы-помощники человека.
 - 10.3. Роботы-артисты.
 - 10.4. Свободные темы.

3.2. Третий год обучения

- 1. Инструктаж по ТБ.
- 2. Повторение. Основные понятия (передаточное отношение, регулятор, управляющее воздействие и др.).
- 3. Базовые регуляторы (Задачи с использованием релейного многопозиционного

- регулятора, пропорционального регулятора).
- 3.1. Следование за объектом. Одномоторная тележка. Контроль скорости. П-регулятор.
 - 3.2. Двухмоторная тележка. Следование по линии за объектом. Безаварийное движение.
 - 3.3. Обезд объекта. Слалом.
 - 3.4. Движение по дуге с заданным радиусом. Спираль.
 - 3.5. Вывод данных на экран. Работа с переменными.
 - 3.6. Следование вдоль стены. ПД-регулятор.
 - 3.7. Поворот за угол. Сглаживание. Фильтр первого рода.
 - 3.8. Управление положением серводвигателей.
 4. Пневматика¹ (Построение механизмов, управляемых сжатым воздухом. Использование помп, цилиндров, баллонов, переключателей и т.п.)
 - 4.1. Пресс
 - 4.2. Грузоподъемники
 - 4.3. Евроокна
 - 4.4. Регулируемое кресло
 - 4.5. Манипулятор
 - 4.6. Штамповщик
 - 4.7. Электронасос
 - 4.8. Автоматический регулятор давления
 5. Трехмерное моделирование (Создание трехмерных моделей конструкций из Lego)
 - 5.1. Проекция и трехмерное изображение.
 - 5.2. Создание руководства по сборке.
 - 5.3. Ключевые точки.
 - 5.4. Создание отчета.
 6. Программирование и робототехника (Эффективные конструкторские и программные решения классических задач. Эффективные методы программирования и управления: регуляторы, события, параллельные задачи, подпрограммы, контейнеры и пр. Сложные конструкции: дифференциал, коробка передач, транспортировщики, манипуляторы, маневренные шагающие роботы и др.)
 - 6.1. Траектория с перекрестками.
 - 6.2. Поиск выхода из лабиринта.
 - 6.3. Транспортировка объектов.
 - 6.4. Эстафета. Взаимодействие роботов.
 - 6.5. Шестиногий маневренный шагающий робот.
 - 6.6. Ралли по коридору. Рулевое управление и дифференциал.
 - 6.7. Скоростная траектория. Передаточное отношение и ПД-регулятор.
 - 6.8. Плавающий коэффициент. Кубический регулятор.
 7. Элементы мехатроники (управление серводвигателями, построение робота-манипулятора)
 - 7.1. Принцип работы серводвигателя.
 - 7.2. Сервоконтроллер.
 - 7.3. Робот-манипулятор. Дискретный регулятор.
 8. Решение инженерных задач (Сбор и анализ данных. Обмен данными с компьютером. Простейшие научные эксперименты и исследования.)
 - 8.1. Подъем по лестнице.
 - 8.2. Постановка робота-автомобиля в гараж.
 - 8.3. Погоня: лев и антилопа.
 9. Альтернативные среды программирования (Изучение различных сред и языков программирования роботов на базе EV3.)
 - 9.1. Структура программы.

¹ При наличии конструкторов 9641 «Технология и физика»

- 9.2. Команды управления движением.
- 9.3. Работа с датчиками.
- 9.4. Ветвления и циклы.
- 9.5. Переменные.
- 9.6. Подпрограммы.
- 9.7. Массивы данных.
10. Игры роботов (Теннис, футбол, командные игры с использованием инфракрасного мяча и других вспомогательных устройств. Программирование удаленного управления. Проведение состязаний, популяризация новых видов робо-спорта.)
 - 10.1. Управляемый футбол.
 - 10.2. Теннис.
 - 10.3. Футбол с инфракрасным мячом. Пенальти.
11. Состязания роботов (Подготовка команд для участия в состязаниях роботов различных уровней, вплоть до всемирных. Регулярные поездки. Использование различных контроллеров).
 - 11.1. Интеллектуальное Сумо.
 - 11.2. Кегельринг-макро.
 - 11.3. Следование по линии.
 - 11.4. Лабиринт.
 - 11.5. Слалом.
 - 11.6. Дорога-2.
 - 11.7. Эстафета.
 - 11.8. Лестница.
 - 11.9. Канат.
 - 11.10. Инверсная линия.
 - 11.11. Гонки шагающих роботов.
 - 11.12. Международные состязания роботов (по правилам организаторов).
12. Среда программирования виртуальных роботов Ceebot.
 - 12.1. Знакомство с языком Cbot. Управление роботом.
 - 12.2. Транспортировка объектов.
 - 12.3. Радар. Поиск объектов.
 - 12.4. Циклы. Ветвления.
 - 12.5. Цикл с условием. Ожидание события.
 - 12.6. Ориентация в лабиринте. Правило правой руки.
 - 12.7. Ралли по коридору.
 - 12.8. ПД-регулятор с контролем скорости.
 - 12.9. Летательные аппараты.
 - 12.10. Тактика воздушного боя.
13. Творческие проекты (Разработка творческих проектов на свободную тематику. Одиночные и групповые проекты. Регулярные выставки, доклады и поездки.)
 - 13.1. Человекоподобные роботы.
 - 13.2. Роботы-помощники человека.
 - 13.3. Роботизированные комплексы.
 - 13.4. Охранные системы.
 - 13.5. Защита окружающей среды.
 - 13.6. Роботы и искусство.
 - 13.7. Роботы и туризм.
 - 13.8. Правила дорожного движения.
 - 13.9. Роботы и космос.
 - 13.10. Социальные роботы.
 - 13.11. Свободные темы.

3.3. Четвертый год обучения

1. Инструктаж по ТБ.
2. Повторение. Основные понятия (передаточное отношение, регулятор, управляющее воздействие и др.).
3. Знакомство с языком RobotC.
 - 3.1. Вывод на экран.
 - 3.2. Управление моторами. Встроенные энкодеры.
 - 3.3. Графика на экране контроллера.
 - 3.4. Работа с датчиками. Вывод графиков показаний на экран.
 - 3.5. Подпрограммы: функции с параметрами.
 - 3.6. Косвенная рекурсия. Алгоритм «Ханойские башни».
 - 3.7. Массивы. Запоминание положений энкодера.
 - 3.8. Параллельные задачи. Воспроизведение положений энкодера.
 - 3.9. Операции с файлами.
 - 3.10. Запоминание пройденного пути в файл. Воспроизведение.
 - 3.11. Множественный выбор. Конечный автомат.
4. Применение регуляторов (задачи стабилизации, поиска объекта, движение по заданному пути).
 - 4.1. Следование за объектом.
 - 4.2. Следование по линии.
 - 4.3. Следование вдоль стенки.
 - 4.4. Управление положением серводвигателей.
 - 4.5. Перемещение манипулятора.
5. Элементы ТАУ (релейный многопозиционный регулятор, пропорциональный регулятор, дифференциальный регулятор, кубический регулятор, плавающие коэффициенты, периодическая синхронизация, фильтры)
 - 5.1. Релейный многопозиционный регулятор.
 - 5.2. Пропорциональный регулятор.
 - 5.3. Пропорционально-дифференциальный регулятор.
 - 5.4. Стабилизация скоростного робота на линии.
 - 5.5. Фильтры первого рода.
 - 5.6. Движение робота вдоль стенки.
 - 5.7. Движение по линии с двумя датчиками.
 - 5.8. Кубический регулятор.
 - 5.9. Преодоление резких поворотов.
 - 5.10. Плавающие коэффициенты.
 - 5.11. Гонки по линии.
 - 5.12. Периодическая синхронизация двигателей.
 - 5.13. Шестиногий шагающий робот.
 - 5.14. ПИД-регулятор.
6. Роботы-андроиды² (построение и программирование роботов на основе сервоприводов, сервоконтроллеров и модулей датчиков)
 - 6.1. Шлагбаум.
 - 6.2. Мини-манипулятор.
 - 6.3. Серво постоянного вращения.
 - 6.4. Колесный робот в лабиринте.
 - 6.5. Мини-андроид.
 - 6.6. Робот-собачка.
 - 6.7. Робот-гусеница.
 - 6.8. Трехпальцевый манипулятор.

² При наличии конструкторов Bioloid. Может быть выделено в отдельный курс «Андроидные роботы».

- 6.9. Роботы-пауки.
- 6.10. Роботы-андроиды.
- 6.11. Редактор движений.
- 6.12. Удаленное управление по bluetooth.
- 6.13. Взаимодействие роботов.
- 7. Трехмерное моделирование (Создание трехмерных моделей конструкций из Lego)
 - 7.1. Проекция и трехмерное изображение.
 - 7.2. Создание руководства по сборке.
 - 7.3. Ключевые точки.
 - 7.4. Создание отчета.
- 8. Решение инженерных задач (Сбор и анализ данных. Обмен данными с компьютером. Простейшие научные эксперименты и исследования.)
 - 8.1. Стабилизация перевернутого маятника на тележке.
 - 8.2. Исследование динамики робота-сигвея.
 - 8.3. Постановка робота-автомобиля в гараж.
 - 8.4. Оптимальная парковка робота-автомобиля.
 - 8.5. Ориентация робота на местности.
 - 8.6. Построение карты.
 - 8.7. Погоня: лев и антилопа.
- 9. Знакомство с языком Си³ (Изучение различных сред с языком программирования Си для микроконтроллеров.)
 - 9.1. Структура программы.
 - 9.2. Команды управления движением.
 - 9.3. Работа с датчиками.
 - 9.4. Ветвления и циклы.
 - 9.5. Переменные.
 - 9.6. Подпрограммы.
 - 9.7. Массивы данных.
- 10. Сетевое взаимодействие роботов (Устойчивая передача данных, распределенные системы, коллективное взаимодействие.)
 - 10.1. Устойчивая передача данных по каналу Bluetooth.
 - 10.2. Распределенные системы.
 - 10.3. Коллективное поведение.
- 11. Основы технического зрения⁴ (использование бортовой и беспроводной веб-камеры)
 - 11.1. Поиск объектов.
 - 11.2. Слежение за объектом.
 - 11.3. Следование по линии.
 - 11.4. Передача изображения.
 - 11.5. Управление с компьютера.
- 12. Игры роботов (Футбол: командные игры с использованием инфракрасного мяча и других вспомогательных устройств. Программирование коллективного поведения и удаленного управления. Простейший искусственный интеллект. Проведение состязаний, популяризация новых видов робо-спорта.)
 - 12.1. Автономный футбол с инфракрасным мячом.
 - 12.2. Теннис роботов.
 - 12.3. Футбол роботов.
- 13. Состязания роботов (Подготовка команд для участия в состязаниях роботов различных уровней, вплоть до всемирных. Регулярные поездки. Использование различных

³ При наличии микроконтроллеров. Возможно перемещение в отдельный курс «Радиоэлектронные системы управления».

⁴ При наличии необходимого оборудования и подготовки преподавателя. Может быть перенесено в отдельный курс по техническому зрению.

контроллеров)

- 13.1. Интеллектуальное Сумо.
- 13.2. Кегельринг-макро.
- 13.3. Следование по линии.
- 13.4. Лабиринт.
- 13.5. Слалом.
- 13.6. Дорога-2.
- 13.7. Эстафета.
- 13.8. Лестница.
- 13.9. Канат.
- 13.10. Инверсная линия.
- 13.11. Гонки шагающих роботов.
- 13.12. Линия-профи.
- 13.13. Гонки балансирующих роботов-сигвеев.
- 13.14. Международные состязания роботов (по правилам организаторов).
- 13.15. Танцы роботов-андроидов.
- 13.16. Полоса препятствий для андроидов.
14. Творческие проекты (Разработка творческих проектов на свободную тематику. Одиночные и групповые проекты. Регулярные выставки, доклады и поездки.)
 - 14.1. Человекоподобные роботы.
 - 14.2. Роботы-помощники человека.
 - 14.3. Роботизированные комплексы.
 - 14.4. Охранные системы.
 - 14.5. Защита окружающей среды.
 - 14.6. Роботы и искусство.
 - 14.7. Роботы и туризм.
 - 14.8. Правила дорожного движения.
 - 14.9. Роботы и космос.
 - 14.10. Социальные роботы.
 - 14.11. Свободные темы.

4. Методическое обеспечение дополнительной образовательной программы "Робототехника: конструирование и программирование"

4.1. Формы организации занятий и деятельности детей

Основная форма занятий

Преподаватель ставит новую техническую задачу, решение которой ищется совместно. При необходимости выполняется эскиз конструкции. Если для решения требуется программирование, учащиеся самостоятельно составляют программы на компьютерах (возможно по предложенной преподавателем схеме). Далее учащиеся работают в группах по 2 человека, ассистент преподавателя (один из учеников) раздает конструкторы с контроллерами и дополнительными устройствами. Проверив наличие основных деталей, учащиеся приступают к созданию роботов. При необходимости преподаватель раздает учебные карточки со всеми этапами сборки (или выводит изображение этапов на большой экран с помощью проектора). Программа загружается учащимися из компьютера в контроллер готовой модели робота, и проводятся испытания на специально подготовленных полях. При необходимости производится модификация программы и конструкции. На этом этапе возможно разделение ролей на конструктора и программиста. По выполнении задания учащиеся делают выводы о наиболее эффективных механизмах и программных ходах, приводящих к решению проблемы. Удавшиеся модели снимаются на фото и видео. На заключительной стадии полностью разбираются модели роботов и укомплектовываются конструкторы, которые принимает ассистент. Фото- и видеоматериал по окончании урока размещается на компьютере для последующего использования учениками.

Дополнительная форма занятий

Для закрепления изученного материала, мотивации дальнейшего обучения и выявления наиболее способных учеников регулярно проводятся состязания роботов. Учащимся предоставляется возможность принять участие в состязаниях самых разных уровней: от местного до международных. Состязания проводятся по следующему регламенту.

Заранее публикуются правила, материал которых соответствует пройденным темам на занятиях. На нескольких занятиях с учащимися проводится подготовка к состязаниям, обсуждения и тренировки. Как правило, в состязаниях участвуют команды по 2 человека. В день состязаний каждой команде предоставляется конструктор и необходимые дополнительные детали, из которых за определенный промежуток времени необходимо собрать робота, запрограммировать его на компьютере и отладить на специальном поле. Для некоторых видов состязаний роботы собираются заранее. Готовые роботы сдаются судьям на осмотр, затем по очереди запускаются на полях, и по очкам, набранным в нескольких попытках, определяются победители.

4.2. Методы организации учебного процесса

Словесные методы (беседа, анализ) являются необходимой составляющей учебного процесса. В начале занятия происходит постановка задачи, которая производится, как правило самими детьми, в сократической беседе. В процессе – анализ полученных результатов и принятие решений о более эффективных методах и усовершенствованиях конструкции, алгоритма, а, может, и самой постановки задачи. Однако наиболее эффективными для ребенка, несомненно, являются наглядные и практические методы, в которых педагог не просто демонстрирует процесс или явление, но и помогает учащемуся самостоятельно воспроизвести его. Использование такого гибкого инструмента, как конструктор с программируемым контроллером, позволяет быстро и эффективно решить эту задачу.

4.3. Ожидаемые результаты и способы определения их результативности

Образовательные

Результатом занятий робототехникой будет способность учащихся к самостоятельному решению ряда задач с использованием образовательных

робототехнических конструкторов, а также создание творческих проектов. Конкретный результат каждого занятия – это робот или механизм, выполняющий поставленную задачу. Проверка проводится как визуально – путем совместного тестирования роботов, так и путем изучения программ и внутреннего устройства конструкций, созданных учащимися. Результаты каждого занятия вносятся преподавателем в рейтинговую таблицу. Основным способом итоговой проверки – регулярные зачеты с известным набором пройденных тем. Сдача зачета является обязательной, и последующая передача ведется «до победного конца».

Развивающие

Изменения в развитии мелкой моторики, внимательности, аккуратности и особенностей мышления конструктора-изобретателя проявляется на самостоятельных задачах по механике. Строительство редуктора с заданным передаточным отношением и более сложных конструкций из множества мелких деталей является регулярной проверкой полученных навыков.

Наиболее ярко результат проявляется в успешных выступлениях на внешних состязаниях роботов и при создании, защите самостоятельного творческого проекта.

Воспитательные

Воспитательный результат занятий робототехникой можно считать достигнутым, если учащиеся проявляют стремление к самостоятельной работе, усовершенствованию известных моделей и алгоритмов, созданию творческих проектов. Участие в научных конференциях для школьников, открытых состязаниях роботов и просто свободное творчество во многом демонстрируют и закрепляют его.

Кроме того, простым, но важным результатом будет регулярное содержание своего рабочего места и конструктора в порядке, что само по себе непросто.

4.4. Формы подведения итогов реализации ДОП

- В течение обучения предполагаются регулярные зачеты, на которых решение поставленной заранее известной задачи принимается в свободной форме (не обязательно предложенной преподавателем). При этом тематические состязания роботов также являются методом проверки, и успешное участие в них освобождает от соответствующего зачета.
- По окончании обучения учащиеся защищают творческий проект, требующий проявить знания и навыки по ключевым темам.
- По окончании каждого года проводится переводной зачет, а в начале следующего он дублируется для вновь поступающих.
- Кроме того, полученные знания и навыки проверяются на открытых конкурсах состязаниях, куда направляются наиболее успешные ученики.
- И, наконец, ведется организация собственных открытых состязаний роботов с привлечением участников из других муниципальных округов.

5. Список литературы

5.1. Для педагога

1. Робототехника для детей и родителей⁵. С.А.Филиппов. СПб: Наука, 2010.
2. Санкт-Петербургские олимпиады по кибернетике М.С.Ананьевский, Г.И.Болтунов, Ю.Е.Зайцев, А.С.Матвеев, А.Л.Фрадков, В.В.Шиегин. Под ред. А.Л.Фрадкова, М.С.Ананьевского. СПб.: Наука, 2006.
3. Журнал «Компьютерные инструменты в школе», подборка статей за 2010 г. «Основы робототехники на базе конструктора Lego Mindstorms NXT».
4. The LEGO MINDSTORMS NXT Idea Book. Design, Invent, and Build by Martijn Boogaarts, Rob Torok, Jonathan Daudelin, et al. San Francisco: No Starch Press, 2007.
5. LEGO Technic Tora no Maki, ISOGAWA Yoshihito, Version 1.00 Isogawa Studio, Inc., 2007, <http://www.isogawastudio.co.jp/legostudio/toranomaki/en/>.
6. CONSTRUCTOPEDIA NXT Kit 9797, Beta Version 2.1, 2008, Center for Engineering Educational Outreach, Tufts University, http://www.legoengineering.com/library/doc_download/150-nxt-constructopedia-beta-21.html.
7. Lego Mindstorms NXT. The Mayan adventure. James Floyd Kelly. Apress, 2006.
8. Engineering with LEGO Bricks and ROBO LAB. Third edition. Eric Wang. College House Enterprises, LLC, 2007.
9. The Unofficial LEGO MINDSTORMS NXT Inventor's Guide. David J. Perdue. San Francisco: No Starch Press, 2007.
10. <http://www.legoeducation.info/nxt/resources/building-guides/>
11. <http://www.legoengineering.com/>

5.2. Для детей и родителей

12. Робототехника для детей и родителей⁶. С.А.Филиппов. СПб: Наука, 2010.
13. Санкт-Петербургские олимпиады по кибернетике М.С.Ананьевский, Г.И.Болтунов, Ю.Е.Зайцев, А.С.Матвеев, А.Л.Фрадков, В.В.Шиегин. Под ред. А.Л.Фрадкова, М.С.Ананьевского. СПб.: Наука, 2006.
14. Журнал «Компьютерные инструменты в школе», подборка статей за 2010 г. «Основы робототехники на базе конструктора Lego Mindstorms NXT».
15. Я, робот. Айзек Азимов. Серия: Библиотека приключений. М: Эксмо, 2002.

⁵ С 2013 г. рекомендуется к использованию: Робототехника для детей и родителей, 3-е издание. С.А.Филиппов. СПб: Наука, 2013.

⁶ То же.