

Министерство образования и науки Республики Башкортостан

Муниципальное казенное учреждения Управления образования муниципального район
Благовещенский район Республики Башкортостан

Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение основная
общеобразовательная школа села Тугай муниципального района Благовещенский район
Республики Башкортостан

Принята

На заседании педагогического совета

Протокол № 4

От «10» января 2024 г.

Утверждаю

директор МОБУ ООШ с.Тугай

И.Г. Валиев

Приказ № 5

от «10» января 2024 г.



Дополнительная образовательная общеразвивающая программа технической направленности «Робототехника»

Возраст обучающихся 11-15 лет

Срок реализации 3 года

Составитель программы
Морозова Мария Сергеевна

с.Тугай 2024

Содержание программы

Информационная карта	3
1. Комплекс основных характеристик программы	4
1.1. Пояснительная записка	4
1.2. Цель и задачи программы	7
1.3. Содержание программы	8
1.4. Планируемые результаты	19
2. Комплекс организационно-педагогических условий	22
2.1. Календарный учебный график	22
2.2. Условия реализации программы	22
2.3. Формы аттестации	23
2.4. Оценочные материалы	24
2.5. Методические материалы	26
2.6. Список литературы	32
2.7. Контрольно-измерительные материалы	33

Информационная карта

Образовательная организация	Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение основная общеобразовательная школа села Саннинское муниципального района Благовещенский район Республики Башкортостан
Полное название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Робототехника»
Направленность программы	Техническая
Форма обучения	Очная
Уровень освоения программы	Базовый
Срок реализации и общий объем программы в часах	3 года 102 часа
Возраст обучающихся	11-15 лет
Аннотация	Данная программа направлена на развитие у детей интереса к изобретательству, конструированию, экспериментированию.
Составитель	Морозова Мария Сергеевна

1. Комплекс основных характеристик программы

1.1. Пояснительная записка

Программа разработана в соответствии с современными нормативными документами в сфере образования:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Закон Республики Башкортостан от 01.07.2013 N 696-з "Об образовании в Республике Башкортостан";
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам // Приказ Министерства образования и науки РФ от 09.11.2018 № 196;
- СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»// Постановление Главного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28;
- Концепция развития дополнительного образования детей // Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 № 1726-р.

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

Уровень освоения программы – базовый.

Актуальность программы. 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.

Игры в роботы, конструирование и изобретательство присущи подавляющему большинству современных детей. Появилась уникальная возможность формирования творческой личности, живущей в современном мире, поскольку образовательные конструкторы ориентированы на изучение основных физических принципов и базовых технических решений, лежащих в основе всех современных конструкций и устройств.

Отличительные особенности программы. Изучение образовательного конструктора, в отличие от других программ, дает широкие возможности для использования информационных и материальных технологий. Дети получают возможность работы на компьютере. Важно отметить, что компьютер используется как средство управления моделью, его использование направлено на составление управляющих алгоритмов для собранных моделей. Учащиеся

получают представление об особенностях составления программ управления, автоматизации механизмов, моделировании работы систем. Изучая простые механизмы, ребята учатся работать руками (развитие мелкой моторики), развивают элементарное конструкторское мышление, фантазию, изучают принципы работы многих механизмов. Платформа EV3 была разработана в содружестве с более чем 800 преподавателями со всего мира и, таким образом, является наиболее продвинутой средой для обучения информатике, физике, технологиям, конструированию и математике в процессе работы с датчиками, моторами, программным обеспечением и самим микрокомпьютером EV3.

С помощью EV3 ученики смогут собрать и запрограммировать полностью функционирующего робота всего за 45 минут, то есть в течение одного занятия. Платформа EV3 включает в себя набор настраиваемых учебных заданий. Они поставляются в цифровом виде и легко инсталлируются в программную среду. Встроенная в программное обеспечение электронная тетрадь позволит ученикам с легкостью фиксировать свои успехи на протяжении всех занятий, а преподавателям следить за работой своих подопечных и проводить оценку проделанной работы. Низкий порог вхождения в программную среду, позволяет запрограммировать робота уже на первом занятии по робототехнике, даже самому неподготовленному ученику, а интуитивно понятный интерфейс облегчает эту задачу. Конструктор включает в себя все необходимое для создания металлических роботов, которые могут управляться микрокомпьютером EV3. Робототехнический конструктор нового поколения, который позволяет перевести процесс создания робота на новый качественный уровень с практически неограниченными возможностями. Конструктор предоставляет идеальную платформу для создания гибкого и творческого проекта робота. На ее основе можно построить робота с дистанционным управлением или, используя микрокомпьютер EV3 и датчики, создать автономного робота.

Технологические наборы ориентированы на изучение основных физических принципов и базовых технических решений, лежащих в основе всех современных конструкций и устройств.

Содержание и структура программы «Робототехника» направлена на формирование устойчивых представлений о робототехнических устройствах как едином изделии определенного функционального назначения и с определенными техническими характеристиками.

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. Например, передаточные отношения связаны с обыкновенными дробями, которые изучаются во второй половине 5 класса. Понятие скорости появляется на физике в 7 классе, но играет существенную роль в построении дифференциального регулятора.

Адресат программы. Программа «Робототехника» рассчитана на 3 года обучения и ориентирована на учащихся от 11 до 15 лет. Возраст детей по годам обучения:

- 11-12 лет – младшая группа (1-ый год обучения)
- 13-14 лет – средняя группа (2-ой год обучения)
- 14-15 лет – старшая группа (3-ий год обучения)

Объем и срок реализации программы. Объём программы - 102 часа.
Срок реализации программы - 3 года.

Форма обучения - очная.

Особенности организации образовательного процесса. На каждом занятии педагог в течение 10-15 мин объясняет новую тему, демонстрирует готовый образец конструкции, поясняет порядок выполнения задания. Если для решения требуется программирование, учащиеся составляют программы на компьютерах (возможно по предложенной преподавателем схеме). Далее учащиеся работают в группах по 2 человека, получают 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. Удачные модели снимаются на фото и видео. На заключительной стадии полностью разбираются модели роботов и укомплектовываются конструкторы, которые принимает педагог. Фото- и видеоматериал по окончании занятия размещается на компьютерах для последующего использования учениками.

В ходе проведения занятий используются такие формы, как рассказ, показ, демонстрация.

Режим занятий:

Общее количество часов в год	34 часа	<i>Основание</i> СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно – эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»
Частота занятий в неделю	1	
Количество часов в неделю	1 часа	

1.2 Цель и задачи программы

Цель программы. Развитие у учащихся интереса к техническому творчеству и обучение их робототехнике, а также создание условий для

Задачи программы

Обучающие:

1. Освоение основ программирования, умение составлять алгоритмы, развитие навыков работы с компьютером.
2. Умение использовать системы регистрации сигналов датчиков, понимание обратной связи.
3. Реализация междисциплинарных связей с физикой, информатикой и математикой.
4. Через создание собственных проектов прослеживать пользу применения роботов в реальной жизни.
5. Расширение области знаний о профессиях.

Развивающие:

1. Развитие логического мышления.
2. Развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности и изобретательности.
3. Развитие творческого мышления и эрудиции.
4. Развитие у школьников инженерного мышления, навыков конструирования, программирования и эффективного использования кибернетических систем.

Воспитательные:

1. Умение общаться со сверстниками и взрослыми, оценивать себя и результат общей деятельности.
2. Воспитание трудолюбия и упорства при самостоятельном решении задач.
3. Повышение мотивации учащихся к изобретательству и созданию собственных роботизированных систем.
4. Формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного результата.
5. Формирование навыков проектного мышления, работы в команде.

1.3. Содержание программы

Учебный план 1 год обучения

п/п	Название раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	

1.	Вводные занятия.	1	1	0	Работа над созданием эскиза своего робота.
2.	Основы конструирования	4	1	3	тест
3.	Моторные механизмы.	10	2	12	Тестирование
4.	Трёхмерное моделирование.	4	1	3	Программирование на графическом редакторе Microsoft Paint
5.	Введение в робототехнику.	6	1	5	Опрос
6.	Основы управления роботом.	6	1	5	Индивидуальное программирование на графическом редактор Microsoft Paint
7.	Удалённое управление.	1	0.5	0.5	опрос
8.	Игры роботов	1	0.5	0.5	Сотязания
9.	Состязания роботов.	2	-	2	Состязания
10.	Творческие проекты.	2	-	2	Защита проекта
11.	Подведение итогов. Зачёты.	2	-	2	Зачет
	ИТОГО	34	8	26	

Содержание учебного плана

1 год обучения

Вводные занятия

Теория: Введение: информатика, кибернетика, робототехника. Инструктаж по ТБ.

Основы конструирования

Теория: Названия и принципы крепления деталей. Простейшие механизмы. Принципы крепления деталей. Рычаг. Виды механической передачи. Зубчатая передача: прямая, коническая, червячная. Передаточное отношение. Ременная передача, блок. Колесо, ось. Центр тяжести. Измерения. Решение практических задач.

Практика: Строительство высокой башни. Конструирование хватательного механизма. Повышающая передача. Конструирование волчка. Понижающая передача. Конструирование силовой «крутки». Конструирование редуктора. Осевой редуктор с заданным передаточным отношением.

Зачет.

Моторные механизмы.

Теория: Стационарные моторные механизмы. Механизмы с использованием электромотора и батарейного блока. Роботы-автомобили, тягачи, простейшие шагающие роботы

Практика: Конструирование одномоторного гонщика. Конструирование одномоторной тележки для преодоления горки. Конструирование робота-тягача. Конструирование шагающего робота. Конструирование маятника Капицы.

Зачет.

Трехмерное моделирование.

Теория: Создание трехмерных моделей конструкций Введение в виртуальное конструирование. Зубчатая передача.

Практика: Разработка простейших моделей.

5. Введение в робототехнику.

Теория: Встроенные программы. Датчики. Среда программирования. Стандартные конструкции роботов. Колесные, гусеничные и шагающие роботы. Решение простейших задач. Цикл, Ветвление, параллельные задачи.

Практика: Конструирование одномоторной тележки. Использование встроенных программ для управления роботами. Конструирование двухмоторной тележки. Работа с датчиками звука, света, касания, расстояния. Конструирование колесных, гусеничных и шагающих роботов. Решение простейших задач. Конструирование и программирование роботов для Кегельринга. Конструирование и программирование роботов для следования по линии. Конструирование и программирование роботов для путешествия по комнате.

6. Основы управления роботом.

Теория: Эффективные конструкторские и программные решения классических задач. Эффективные методы программирования: регуляторы, события, параллельные задачи, подпрограммы, контейнеры и пр.

Практика. Программирование роботов с релейным регулятором.

Программирование роботов с пропорциональным регулятором. Программирование роботов для защиты от застреваний. Прохождение роботов по траектории с перекрестками. Прохождение роботов по пересеченной местности. Обход лабиринта. Анализ показаний разнородных датчиков. Синхронное управление двигателями. Конструирование и программирование робота-барабанщика.

7. Удаленное управление

Теория: Управление роботом через bluetooth.

Практика. Передача числовой информации. Кодирование при передаче. Управление моторами через bluetooth. Устойчивая передача данных.

8. Игры роботов

Теория: командные игры с использованием инфракрасного мяча и других вспомогательных устройств. Использование удаленного управления. Простейший искусственный интеллект. Проведение состязаний, популяризация новых видов робо-спорта.

Практика. Конструирование и программирование роботов

9. Состязания роботов

Теория: Подготовка команд для участия в состязаниях роботов

Практика. Состязание роботов «Сумо». Состязание роботов «Перетягивание каната».

10. Творческие проекты

Теория: Разработка творческих проектов на свободную тематику. Одиночные и групповые проекты.

Практика. Разработка светофора для регулирования роботов по правилам дорожного движения. Разработка роботов-помощников человека. Разработка роботов-артистов. Разработка роботов на свободные темы.

11. Контрольные и итоговые занятия.

Задачи 1 года

1. Освоение основ программирования, умение составлять алгоритмы, привитие навыков работы с компьютером.
2. Умение использовать системы регистрации сигналов датчиков, понимание обратной связи.
3. Через создание собственных проектов прослеживать пользу применения роботов в реальной жизни.
4. Расширение области знаний о профессиях, связанных с робототехникой.
5. Умение принимать нестандартный выход из ситуации в процессе поиска решения поставленной задачи.
6. Навык работы с литературой, с журналами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию).

Ожидаемые результаты 1-ого года
По окончании обучения по программе 1-ого года обучения обучающиеся
будут знать:

- принципы и технологию сборки роботов;
- названия деталей набора ;
- принципы работы датчиков;
- линейные программы, простые программы с ветвлением и циклами в среде программирования NXT – G;
- правила организации рабочего места и необходимые правила техники безопасности в процессе всех этапов конструирования.

будут уметь:

- самостоятельно строить роботов по технологическим картам;
- определять основные части изготавливаемых моделей и правильно произносить их названия;
- создавать простые программы для управления роботами;
- демонстрировать технические возможности роботов;
- работать с литературой, с журналами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию).

Учебный план 2 год обучения

№ п/п	Название раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Повторение курса робототехники.	2	1	1	Беседа
2.	Основы управления роботом	4	1	3	Анкетирование
3.	Пневматика.	5	1	4	Программирование роботов MindstormsEV3
4.	Трёхмерное моделирование.	5	1	4	беседа
5.	Конструкторские и программные решения классических задач.	8	1	7	Зачет
6.	Элементы мехатроники.	2	1	1	Опрос
7.	Удалённое управление.	2	-	2	Зачет
8.	Решение инженерных задач.	2	1	1	Тестирование
9.	Игры роботов	1	-	1	Соревнования
10.	Состязания роботов.	1	-	1	Командные

					состязания
11.	Творческие проекты.	1	-	1	Защита проектов
12.	Зачёты.	1		1	Итоговое тестирование
	Итого	34	7	27	

Содержание учебного плана 2 год обучения

1. Повторение Инструктаж по ТБ.

Теория. Повторение. Основные понятия. Передаточное отношение, регулятор, управляющее воздействие и др.

2. Основы управления роботом.

Теория. Повторение. Базовые регуляторы (Задачи с использованием релейного многопозиционного регулятора, пропорционального регулятора).

Практика. Следование роботов за объектом. Следование роботов по линии. Следование роботов вдоль стенки. Управление положением серводвигателей.

3. Пневматика.

Теория. Построение механизмов, управляемых сжатым воздухом. Использование помп, цилиндров, баллонов, переключателей и т.п.

Практика. Конструирование пресса. Конструирование грузоподъемника. Конструирование евроокна. Конструирование регулируемого кресла. Конструирование манипулятора. Конструирование штамповщика. Конструирование электронасоса. Конструирование автоматического регулятора давления.

4. Трёхмерное моделирование.

Теория. Создание трехмерных моделей конструкций).

Практика. Проекция и трехмерное изображение. Создание руководства по сборке. Создание Ключевые точки. Создание отчета.

5. Конструкторские и программные решения классических задач.

Теория. 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.

Практика. Конструирование и программирование робота для движения по траектории с перекрестками. Конструирование и программирование робота, выбирающегося из лабиринта. Конструирование и программирование робота для транспортировки шариков. Конструирование и программирование 6-го маневренного шагающего робота. Анализ показаний разнородных датчиков.

Движение робота по пересеченной местности.

6. Элементы мехатроники.

Теория. Принцип работы серводвигателя. Принцип работы сервоконтроллера.
Практика. Конструирование и программирование робота-манипулятора.

7. Удалённое управление.

Теория. Управление роботом через bluetooth. Передача числовой информации.
Практика. Управление моторами через bluetooth. Устойчивая передача данных.

8. Решение инженерных задач.

Теория. Сбор и анализ данных. Обмен данными с компьютером. Простейшие научные эксперименты и исследования.

Практика. Подъем робота по лестнице. Постановка робота-автомобиля в гараж. Погоня: лев и антилопа.

9. Игры роботов.

Теория. Игры роботов. Теннис, футбол, командные игры с использованием инфракрасного мяча и других вспомогательных устройств. Программирование удаленного управления. Проведение состязаний, популяризация новых видов робо-спорта.

Практика. Футбол с инфракрасным мячом. Пенальти. Теннис. Кегельринг с цветными кеглями.

10. Состязания роботов.

Теория. Состязания роботов. Подготовка команд для участия в состязаниях роботов различных уровней, вплоть до всемирных. Регулярные поездки. Использование различных контроллеров.

Практика. Сумо / Перетягивание каната. Кегельринг. Следование по линии. Лабиринт.

Триатлон. Транспортировщики. Лестница. Канат. Слалом. Международные состязания роботов (по правилам организаторов).

12. Творческие проекты.

Теория. Разработка творческих проектов на свободную тематику. Одиночные и

групповые проекты. Регулярные выставки и поездки.

Практика. Конструирование и программирование человекоподобных роботов. Конструирование и программирование роботов-помощников человека. Конструирование и программирование роботизированных комплексов. Конструирование и программирование охранных систем. Конструирование и программирование роботов для защиты окружающей среды. Конструирование и программирование роботов на тему: искусство. Конструирование и программирование роботов на тему: туризм. Конструирование и программирование роботов на тему: правила дорожного движения.

12. Контрольные и итоговые занятия.

Задачи 2 года

1. Усвоение нескольких языков программирования, умение составлять алгоритмы, привитие навыков работы с компьютером.
2. Умение использовать системы регистрации сигналов датчиков, понимание обратной связи.
3. Расширение и углубление знаний по основным принципам механики.
4. Развитие творческого подхода к решению задачи.
5. Через создание собственных проектов проследить пользу применения роботов в реальной жизни.
6. Расширение области знаний о профессиях.
7. Углубление знаний по основным принципам механики.
8. Развитие умения излагать мысли в четкой последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путём логических рассуждений.
9. Умение организовать свою деятельность, сотрудничать с другими воспитанниками.

Ожидаемые результаты 2-ого года

Обучающиеся в результате освоения программы второго года обучения

Будут знать:

- основные приёмы конструирования;
- основы моделирования;
- 2-3 языка программирования роботов;
- основы проектирования;
- виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе;
- конструктивные особенности различных роботов;
- порядок создания алгоритма программы, действия робототехнических средств;
- как использовать созданные программы;
- самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования роботов (планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания, приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов, и других объектов и т.д.);
- создавать реально действующие модели роботов при помощи специальных элементов по разработанной схеме, по собственному замыслу;
- создавать программы на компьютере для различных роботов;
- корректировать программы при необходимости.

Будут уметь:

- анализировать, обобщать, систематизировать;
- работать в режиме творчества;
- принимать нестандартный выход из ситуации в процессе поиска решения поставленной задачи;
- демонстрировать технические возможности роботов;
- работать с литературой, с журналами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);

- самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования роботов (планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания, приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов и т.д.);
- создавать действующие модели роботов на основе конструктора LEGO MINDSTORMS®
- анализировать, обобщать, систематизировать;
- проявлять лидерские качества и чувство ответственности как необходимые качества для успешной работы в команде;
- проявлять адекватную самооценку и оценку окружающих;
- проявлять культуру общения в коллективе.

Учебный план 3 год обучения

№ п/п	Название раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Повторение курса робототехники.	2	1	1	Беседа
2.	Применение регуляторов.	2	1	1	Испытание и сравнение
3.	Элементы ТАУ.	9	1	8	Контроль не предусмотрен
4.	Роботы-андроиды.	6	1	5	Беседа
5.	Трёхмерное моделирование.	2	1	1	Конструирование и программирование мини-манипулятора
6.	Решение инженерных задач.	3	1	2	Зачет
7.	Знакомство с языком Си для роботов.	2	1	1	Программирование
8.	Сетевое взаимодействие роботов.	3	1	2	Контроль не предусмотрен
9.	Основы технического зрения.	2	1	1	Контроль не предусмотрен
10.	Игры Роботов.	1		1	Состязания
11.	Состязания роботов.	1		1	Состязания роботов
12.	Зачёты.	1		2	Опрос
	ИТОГО	34	8	26	Беседа

Содержание учебного плана 3 год обучения

1. Повторение. Инструктаж по ТБ.

Теория. Основные понятия. Передаточное отношение, регулятор, управляющее воздействие и др.

2. Применение регуляторов.

Теория. Задачи стабилизации, поиска объекта, движение по заданному пути.

Практика. Следование за объектом. Следование по линии. Следование вдоль стенки.

Управление положением серводвигателей. Перемещение манипулятора.

3. Элементы теории автоматического управления.

Теория Релейный многопозиционный регулятор. Пропорциональный регулятор. Дифференциальный регулятор. Кубический регулятор. Плавающие коэффициенты. Периодическая синхронизация. Фильтры. ПИД-регулятор.

Практика. Стабилизация скоростного робота на линии. Движение робота вдоль стенки. Движение робота по линии с двумя датчиками. Преодоление роботом резких поворотов. Гонки роботов по линии. Периодическая синхронизация двигателей. Конструировании и программирование шестиногого шагающего робота.

4. Роботы-андроиды.

Теория. Построение и программирование роботов на основе сервоприводов, сервоконтроллеров и модулей датчиков. Редактор движений.

Практика.

Конструировании и программирование шлагбаума.

- Конструировании и программирование мини-манипулятора .
- Конструировании и программирование сервопривода постоянного вращения
- Конструировании и программирование колесного робота для обхода лабиринта.
- Конструировании и программирование мини-андроида.

- Конструировании и программирование трехпальцевого манипулятора.
- Конструировании и программирование робота-паука.
- Конструировании и программирование робота-андроида.
- Трёхмерное моделирование.

5. Создание трехмерных моделей конструкций из Lego.

Теория. Проекция и трёхмерное изображение. Создание руководства по сборке робота.

Практика. Проекция и трехмерное изображение. Создание руководства по сборке.

Создание ключевых точек. Создание отчета.

6. Решение инженерных задач.

Теория. Сбор и анализ данных. Обмен данными с компьютером. Простейшие научные эксперименты и исследования. Стабилизация маятника на тележке.

Практика. Исследование динамики робота-сигвея. Постановка робота-автомобиля в гараж. Оптимальная парковка робота-автомобиля. Ориентация робота на местности. Построение карты. Погоня: лев и антилопа.

7. Знакомство с языком Си для роботов.

Теория. Изучение различных сред с языком программирования Си для микроконтроллеров. Структура программы. Команды управления движением.

Практика. Работа с датчиками. Ветвления и циклы. Переменные. Подпрограммы. Массивы данных.

8. Сетевое взаимодействие роботов.

Теория. Устойчивая передача данных, распределенные системы коллективного взаимодействия.

Практика. Устойчивая передача данных по каналу Bluetooth. Распределенные системы. Коллективное поведение.

9. Основы технического зрения.

Теория. Использование бортовой и беспроводной веб-камеры.

Практика. Поиск объектов. Слежение за объектом. Следование по линии. Передача изображения. Управление роботами с компьютерами.

10. Игры роботов.

Теория. Футбол: командные игры с использованием инфракрасного мяча других вспомогательных устройств. Программирование коллективного поведения и удаленного управления. Простейший искусственный интеллект. Проведение состязаний, популяризация новых видов робоспорта.

Практика. Автономный футбол с инфракрасным мячом. Теннис роботов видеозрением. Футбол роботов с видеозрением.

11. Состязания роботов.

Практика. Конструирование и программирование роботов для сума перетягивания каната. Конструирование и программирование роботов для следования по линии. Конструирование и программирование роботов для прохождения лабиринта. Конструирование и программирование роботов для триатлона. Конструирование и программирование роботов для подъема канату. Конструирование и программирование роботов для слалом. Конструирование и программирование роботов для следования по дорожке. Полоса препятствий для андроидов.

12. Контрольные и итоговые занятия.

Практика. Конструирование и программирование человекоподобных роботов.

Задачи 3 года

1. Усвоение нескольких языков программирования, умение составлять алгоритмы, привитие навыков работы с компьютером.
2. Умение использовать системы регистрации сигналов датчиков, понимание обратной связи.
3. Через создание собственных проектов проследить пользу применения роботов в реальной жизни.
4. Расширение области знаний о профессиях.
5. Активное включение детей в процесс самообразования и саморазвития.
6. Ранняя ориентация на инновационные технологии и методы организации практической деятельности в сферах мехатроники и робототехники.
7. Формирование исследовательских умений, практических навыков конструирования.
8. Привитие вкуса к исследовательской деятельности.
9. Выявление наиболее одаренных учащихся в области конструирования.

Ожидаемые результаты 3-ого года обучения

По итогам освоения программы обучающиеся должны знать:

- основные приемы конструирования из всех типов легонаборов – Физика роботов, NXT 2.0, EV3;
- основы моделирования;
- 2-3 языка программирования роботов (NXT-G, Robolab, Robot-C);
- последовательность изготовления сложных конструкций;
- основы проектирования;
- целостное представление о мире техники.

По итогам освоения программы обучающиеся должны уметь:

- анализировать, обобщать, систематизировать;
- работать в режиме творчества;
- принимать нестандартный выход из ситуации в процессе поиска решения поставленной задачи;
- демонстрировать технические возможности роботов;
- работать с литературой, с журналами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования роботов (планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания, приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов и т.д.);
- создавать действующие модели роботов на основе
- анализировать, обобщать, систематизировать;
- создавать действующие модели роботов на основе конструктора Tetrix;
- создавать программы на компьютере на основе компьютерной программы RobotC;

- исследовать проблему, анализировать имеющиеся ресурсы, выдвигать идеи, планировать решения по их реализации;
- конструировать по условиям, заданным педагогом, по образцу, по схеме;
- отличать новое от уже известного;
- делать выводы в результате совместной работы всей группы учащихся;
- сравнивать и группировать предметы и их образы;
- излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;
- определять и формулировать цель деятельности на занятии с помощью педагога;
- работать над проектом в команде, распределять обязанности (конструирование и программирование).

1.4. Планируемые результаты

Личностные результаты:

- проявление познавательных интересов и творческой активности в данной области предметной технологической деятельности;
- выражение желания учиться и трудиться на производстве для удовлетворения текущих и перспективных потребностей;
- развитие трудолюбия и ответственности за качество своей деятельности;
- овладение установками, нормами и правилами научной организации умственного и физического труда;
- самооценка своих умственных и физических способностей для труда в различных сферах с позиций будущей социализации;
- планирование образовательной и профессиональной карьеры;
- осознание необходимости общественно полезного труда как условия безопасной и эффективной социализации;
- бережное отношение к природным и хозяйственным ресурсам;
- проявление технико-технологического и экономического мышления при организации своей деятельности.
- осознание роли техники и технологий для прогрессивного развития общества;
- формирование целостного представления о техносфере, сущности технологической культуры и культуры труда;

Метапредметные результаты:

- восприятие у учащихся технических дисциплин как прикладных, а не умозрительных;
- опыт программирования автономного устройства, действующего в реальной окружающей среде;

- преодоление у учащихся инстинкта потребителя и формирование стремления к самостоятельному созиданию;
- решение инженерных задач сможет привести к развитию у учащихся уверенности в своих силах и к расширению горизонтов познания;
- развитие нестандартного мышления, мотивация к поиску новых подходов к решению современных задач.

Предметные результаты:

- в познавательной сфере:

- классификация видов и назначения методов получения и преобразования материалов, энергии, информации, природных объектов, а также соответствующих технологий промышленного производства;
- ориентация в имеющихся и возможных средствах и технологиях создания объектов труда;
- практическое освоение обучающимися основ проектно-исследовательской деятельности;
- проведение наблюдений и экспериментов под руководством педагога;
- объяснение явлений, процессов и связей, выявляемых в ходе исследований;
- уяснение социальных и экологических последствий развития технологий промышленного и сельскохозяйственного производства, энергетики и транспорта;
- распознавание видов, назначения материалов, инструментов и оборудования, применяемого в технологических процессах;
- развитие умений применять технологии представления, преобразования и использования информации, оценивать возможности и области применения средств и инструментов ИКТ в современном производстве или сфере обслуживания, рациональное использование учебной и дополнительной технической и технологической информации для проектирования и создания объектов труда;
- овладение средствами и формами графического отображения объектов или процессов, правилами выполнения графической документации, овладение методами чтения технической, технологической и инструктивной информации;
- овладение алгоритмами и методами решения организационных и технико-технологических задач;
- овладение элементами научной организации труда, формами деятельности, соответствующими культуре труда и технологической культуре производства.
- планирование технологического процесса и процесса труда;
- подбор материалов с учётом характера объекта труда и технологии;
- проектирование последовательности операций и составление операционной карты работ;

- выполнение технологических операций с соблюдением установленных норм, стандартов, ограничений; соблюдение трудовой и технологической дисциплины; соблюдение норм и правил безопасного труда, пожарной безопасности, правил санитарии и гигиены;
- выбор средств и видов представления технической и технологической информации в соответствии с коммуникативной задачей, сферой и ситуацией общения;
- контроль промежуточных и конечных результатов труда по установленным критериям и показателям с использованием контрольных и измерительных инструментов;
- выявление допущенных ошибок в процессе труда и обоснование способов их исправления;
- развитие моторики и координации движений рук при работе с ручными инструментами и выполнении операций с помощью машин и механизмов;
- достижение необходимой точности движений при выполнении различных технологических операций;
- соблюдение необходимой величины усилий, прикладываемых к инструментам, с учётом технологических требований;
- сочетание образного и логического мышления в проектной деятельности.

2. Комплекс организационно-педагогических условий

2.1. Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий
1 год	01.09. 2022	31.05.2023	34	34	1 часа/неделю
2 год	01.09. 2023	31.05.2024	34	34	1 часа/неделю
3 год	01.09. 2024	31.05.2025	34	34	1 часа/неделю

2.2. Условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы «Робототехника» необходимо оборудование помещения, а именно:

- Учебный кабинет
- Ноутбуки

- образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков
- Цифровая лаборатория ученическая

Информационное обеспечение

- операционные системы: семейства Windows;
- установленное приложение "Lego Wedo 2.0";
- графический редактор Microsoft Paint;
- программы Lego Education WeDo 1.0, 2.0, Lego Mindstorms NXT 2.1, ;
- программы-архиваторы;
- клавиатурный тренажер;
- интегрированное офисное приложение, включающее текстовый редактор, текстовый процессор Microsoft Word, растровый графический редактор, программу разработки презентаций Microsoft Power Point (полный пакет офисных приложений Microsoft Office).

Кадровое обеспечение

Программа реализуется педагогом дополнительного образования, имеющего основное образование по специальности технического профиля. Педагог, руководитель, реализующий программу должен владеть следующими профессиональными и личностными качествами:

- иметь специальное образование;
- владеть навыками, приемами, методиками и технологиями организации занятий;
- знать физиологию и психологию детского возраста, специфику восприятия;
- уметь видеть и раскрывать творческие способности обучающихся;
- иметь опыт работы с ИКТ.

2.3. Формы аттестации

Для отслеживания результативности образовательной деятельности функционирует система контроля освоения учащимися программы:

Вид контроля	Формы	Срок контроля
Входной	Наблюдение, анкетирование.	сентябрь
Текущий	Проверочные задания по пройденным темам.	в течение учебного года
Промежуточный	Открытое занятие, собеседование, зачёт, защита творческой работы, сдача нормативов, контрольные упражнения, выставочный просмотр.	декабрь

	вопросник по программе, соревнование	
Итоговый	Итоговое открытое занятие, выставка, презентация, соревнование, зачёт, конкурс, фестиваль, творческий проект	май

В течение курса предполагаются регулярные зачеты, на которых решение поставленной заранее известной задачи принимается в свободной форме (не обязательно предложенной педагогом). При этом тематические состязания роботов также являются методом проверки, и успешное участие в них освобождает от соответствующего зачета.

По окончании каждого года проводится переводной зачет, а в начале следующего он дублируется для вновь поступающих.

2.4. Оценочные материалы

Задания промежуточного и итогового контроля

Полуго- дие	Вид контроля	Оценка (таблица 1)
1-е	Промежуточный контроль. Теория. Название деталей легонабора. Практика. Конструирование редуктора, робот-гонщика, робота-вездехода	Все задания выполнены – 5 баллов 4 из 5 – 4 балла 3 из 5 – 3 балла 2 из 5 – 2 балла 1 из 5 – 1 балл
Итого за 1-ое полугодие		5 баллов
2-е	Итоговый контроль. Теория. Принципы работы датчиков: касания, звука, освещённости, расстояния. Практика. Конструирование двухколёсной тележки, установка датчиков, разработка программы для прохождения полей: - следование по линии; - СУМО; - кегельринг; - преодоление препятствий.	Все задания выполнены – 5 баллов 4 из 5 – 4 балла 3 из 5 – 3 балла 2 из 5 – 2 балла 1 из 5 – 1 балл
Итого за 2-ое полугодие		5 баллов
Итого баллов за 1-ый год		10 баллов
3-е	Промежуточный контроль. Теория. Основы управления роботом, релейный и пропорциональный регуляторы. Практика. Конструирование роботов,	Все задания выполнены – 5 баллов 4 из 5 – 4 балла 3 из 5 – 3 балла

	разработка программ для прохождения полей: - лабиринт по правилу правой руки; - интеллектуальное СУМО; - преодоление перекрёстков; - преодоление сложных препятствий.	2 из 5 – 2 балла 1 из 5 – 1 балл
Итого за 3-е полугодие		5 баллов
4-е	Итоговый контроль. Теория. Основы управления роботом, пропорционально-дифференциальный регулятор; калибровка датчиков. Практика. Конструирование роботов, разработка программ для прохождения полей: - лабиринт с запоминанием пройденного маршрута; - интеллектуальное СУМО; - кегельринг-макро; - следование по линии с двумя датчиками.	Все задания выполнены – 5 баллов 4 из 5 – 4 балла 3 из 5 – 3 балла 2 из 5 – 2 балла 1 из 5 – 1 балл
Итого за 4-ое полугодие		5 баллов
Итого баллов за 2-ой год		10 баллов
5-е	Промежуточный контроль. Теория. Основы управления роботом, пропорционально-интегральный регулятор; калибровка датчиков. Практика. 1. Конструирование роботов, разработка программ для прохождения полей: - лабиринт с запоминанием пройденного маршрута; - интеллектуальное СУМО; - полигон мини-РТК; - следование по линии с двумя датчиками освещённости. 2. Разработка творческих проектов, представление их на соревнования районного и городского уровня.	Все задания выполнены – 5 баллов 4 из 5 – 4 балла 3 из 5 – 3 балла 2 из 5 – 2 балла 1 из 5 – 1 балл
Итого за 5-ое полугодие		5 баллов
6-е	Итоговый контроль. Теория. Основы управления роботом, пропорционально-интегральный регулятор; калибровка датчиков. Практика. 1. Конструирование роботов, разработка программ для прохождения полей: - лабиринт с запоминанием пройденного маршрута; - интеллектуальное СУМО; - полигон ЦНИИ РТК; - следование по линии с тремя датчиками освещённости. 2. Разработка творческих проектов, представление их на соревнования районного и	Все задания выполнены – 5 баллов 4 из 5 – 4 балла 3 из 5 – 3 балла 2 из 5 – 2 балла 1 из 5 – 1 балл

городского уровня.	Итого за 6-ое полугодие	5 баллов
	Итого баллов за 3-ий год	10 баллов
	Итого за программу	30 баллов

Критерии оценки результатов технологической подготовки

	Знать/понимать	Умение использовать	Владение опытом	Наличие личностных качеств
1 балл	Наличие общих представлений	Репродуктивный несамостоятельный	Очень незначительный опыт	Проявились отдельные элементы
2 балла	Наличие ключевых понятий	Репродуктивный самостоятельный	Незначительный опыт	Проявились частично
3 балла	Наличие прочных знаний	Продуктивный	Эпизодическая деятельность	Проявились в основном
4 балла		Творческий	Периодическая деятельность	Проявились полностью
5 баллов			Богатый опыт	

2.5. Методические материалы

Первый год обучения

№	Раздел программы	Форма занятий	Используемые материалы	Методы и приемы	Форма проведения итогов
1	Введение: информатика, кибернетика, робототехника. Инструктаж по ТБ.	Лекция	Компьютерная база, конструкторы для демонстрации	Объяснительно-иллюстрационный	Опрос
2	Основы конструирования	Лекция, беседа, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание, зачет

			ученическая		
3	Моторные механизмы	Лекция, беседа, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание, состязания роботов
4	Трехмерное моделирование	Лекция, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Зачет
5	Введение в робототехнику	Лекция, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание, состязания роботов
6	Основы управления роботом	лекция, инд.задание	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание, состязания роботов, зачет
7	Удаленное управление	Лекция, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание, состязания роботов, зачет
8	Игры роботов	Лекция, тренировка, турнир	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание, турнир

			Цифровая лаборатория ученическая		
9	Состязания роботов	Лекция, тренировка , турнир	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплект датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Исследовательс кий	Практичес кое задание, состязани я роботов
10	Творческие проекты	Инд.задани е	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплект датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Исследовательс кий	Защита проекта
11	Контрольные и итоговые занятия	Тестовые задания			

Второй год обучения

№	Раздел программы	Форма занятий	Используемые материалы	Методы и приемы	Форма проведен ия итогов
1	Повторение. Инструктаж по ТБ	Лекция, практикум	Компьютерная база, конструкторы для демонстрации	Объяснительно- иллюстрационн ый	Опрос
2	Базовые регуляторы.	Беседа, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплект датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно- иллюстрационн ый, исследовательск ий	Практичес кое задание, состязани я роботов, зачет
3	Пневматика.	Лекция, беседа, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплект датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно- иллюстрационн ый, исследовательск ий	Практичес кое задание, состязани я роботов
4	Трехмерное	Лекция,	образовательный	Объяснительно-	Защита

	моделирование.	практикум	конструктор для практики блочного программирования с комплект датчиков Цифровая лаборатория ученическая	иллюстрационн ый, исследовательск ий	проекта
5	Конструкторски е и программные решения классических задач.	Лекция, беседа, практикум, инд. задание	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплект датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно- иллюстрационн ый, исследовательск ий	Практичес кое задание, состязани я роботов, зачет
6	Элементы мехатроники.	Лекция, беседа, практикум, инд. задание	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплект датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно- иллюстрационн ый, исследовательск ий	Практичес кое задание, состязани я роботов, зачет
7	Удалённое управление	Лекция, беседа, практикум, инд. задание	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплект датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно- иллюстрационн ый, исследовательск ий	Практичес кое задание, состязани я роботов, зачет
8	Решение инже- нерных задач	лекция, инд.задани е	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплект датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Исследовательс кий	Практичес кое задание, защита проекта
9	Игры роботов	Лекция, тренировка , турнир	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплект датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно- иллюстрационн ый, исследовательск ий	Практичес кое задание, турнир

10	Состязания роботов	Лекция, тренировка, турнир	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Исследовательский	Практическое задание, состязания роботов
11	Творческие проекты	Инд. задание	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Исследовательский	Защита проекта
12	Контрольные и итоговые занятия.				

Третий год обучения

№	Раздел программы	Форма занятий	Используемые материалы	Методы и приемы	Форма проведения итогов
1	Повторение. Инструктаж по ТБ	Лекция	Компьютерная база	Объяснительно-иллюстрационный	Опрос
2	Применение регуляторов	Лекция, беседа, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание
3	Элементы теории автоматического управления	Лекция, беседа, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание, зачет
4	Роботы-андроиды	Лекция, беседа, практикум	образовательный конструктор для практики блочного	Объяснительно-иллюстрационный	Практическое задание,

			программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	исследовательский	состязания роботов, показательные выступления
5	Трехмерное моделирование	Лекция, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Защита проекта
6	Решение инженерных задач	Лекция, инд. задание	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Исследовательский	Практическое задание, защита проекта
7	Знакомство с языком Си для роботов	Лекция, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание, зачет
8	Сетевое взаимодействие роботов	Лекция, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание, зачет
9	Основы технического зрения	Лекция, практикум	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Объяснительно-иллюстрационный, исследовательский	Практическое задание,
10	Игры роботов	Лекция, тренировка	образовательный	Объяснительно-иллюстрационный	Практическое

		, турнир	конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	ый, исследовательский	задание, турнир
11	Состязания роботов	Лекция, тренировка, турнир	образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Цифровая лаборатория ученическая	Исследовательский	Практическое задание, состязания роботов
12	Контрольные и итоговые занятия.			Исследовательский	Защита проекта

2.6. Список литературы

Список нормативно-правовых документов

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Закон Республики Башкортостан от 01.07.2013 N696-з "Об образовании в Республике Башкортостан";
3. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам // Приказ Министерства образования и науки РФ от 09.11.2018 № 196;
4. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»// Постановление Главного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28;
5. Конвенция ООН «О правах ребенка». – М., 2010.

Список научно-методической литературы

6. Педагогика. /Под ред. П.И. Пидкасистого. М.: Пед. наследие России, 2012. - 608 с.
7. Сластенин В.А. И др. Общая педагогики. в 2 частях. – М: Академия, 2012. – 571 с.
8. Подласый И.П. Педагогика. - М.: Просвещение, 2013. - 465 с.
9. Харламов И.Ф. Педагогика. - М.: Юрист-Гардарики, 2012. - 519 с.
10. Педагогика: педагогические теории, системы, технологии /Под ред. С.А. Смирнова. М.: Академия, 2011. - 512 с.
11. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий. - М.: Народное образование, 2010. - 856 с.
12. Робототехника для детей и родителей. С.А.Филиппов. СПб: Наука, 2013.
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, 2016.
14. Журнал «Компьютерные инструменты в школе», подборка статей за 2018 г. «Основы робототехники на базе конструктора Lego Mindstorms NXT».
15. The LEGO MINDSTORMS NXT Idea Book. Design, Invent, and Build by Martijn Boogaarts, Rob Torok, Jonathan Daudelin, et al. San Francisco: No Starch Press, 2017.
16. LEGO Technic Tora no Maki, ISOGAWA Yoshihito, Version 1.00 Isogawa Studio, Inc., 2007, <http://www.isogawastudio.co.jp/legostudio/toranomaki/en/>.
17. CONSTRUCTOPEDIA NXT Kit 9797, Beta Version 2.1, 2018, Center for Engineering Educational Outreach, Tufts University, http://www.legoengineering.com/library/doc_download/150-nxt-constructopedia-beta-21.html.
18. Lego Mindstorms NXT. The Mayan adventure. James Floyd Kelly. Apress, 2016.
19. The Unofficial LEGO MINDSTORMS NXT Inventor's Guide. David J. Perdue. San Francisco: No Starch Press, 2017.