

**Структура программы**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Пояснительная записка программы | 3 |
| 2. Цели и задачи программы | 7 |
| 3. Учебный план программы | 8 |
| 4. Содержание учебного плана программы | 8 |
| 5. Календарный учебный график программы | 10 |
| 6. Планирование результата освоение образовательной программы | 16 |
| 7. Формы, методы, приемы и педагогическая технология | 17 |
| 8. Методическое обеспечение программы | 22 |
| 9. Материальное техническое оснащение программы | 23 |
| 10. Список используемой литературы | 29 |

Пояснительная записка

Рабочая программа и составленное тематическое планирование рассчитано на 2 часа в неделю, всего 68 часов. Для реализации программы в кабинете имеются наборы конструктора LEGO MINDSTORMS EV3, базовые детали, компьютеры, принтер, видео оборудование, используется необходимое методическое обеспечение.

Данная программа предполагает обучение решению задач конструкторского характера, а также обучение программированию, моделированию при использовании конструктора LEGO EV3 и программного обеспечения LEGO MINDSTORMS EV3 EDU.

Программа применяется во внеурочное время для учащихся 12-17 лет

Использование конструктора LEGO EV3 позволяет создать уникальную образовательную среду, которая способствует развитию инженерного, конструкторского мышления. В процессе работы с LEGO EV3 ученики приобретают опыт решения как типовых, так и нешаблонных задач по конструированию, программированию, сбору данных. Кроме того, работа в команде способствует формированию умения взаимодействовать с соучениками, формулировать, анализировать, критически оценивать, отстаивать свои идеи. При дальнейшем освоении LEGO EV3 становиться возможным выполнение серьезных проектов, развитие самостоятельного технического творчества.

**Нормативно-правовая основа.**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Робототехника» разработана согласно требованиям следующих нормативных документов:

* Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2020) – URL: http://www. consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_140174 (дата обращения: 28.09.2022)
* Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» (утверждена Постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 (ред. от 22.02.2021) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» – URL: http: //www.consultant.ru document cons\_doc\_LAW\_286474 (дата обращения: 10.08.2022)
* Паспорт национального проекта «Образование» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16) – URL: //https://login.consultant.ru link?req=doc&base=LAW&n=319 308&demo=1 (дата обращения: 10.03.2021)
* Порядок организации и осуществления образовательной деятельности, но дополнительным общеобразовательным программам, (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 09.12.2018 №196).
* Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. №996-р)
* Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (Письмо Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 №09-3242).
* Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 29.05.2015 № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года») – URL: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_180402/ – (дата обращения: 10.08.2022)
* Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018 г. №298н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых») – URL: //https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy- informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr - professionalnykh-standartov/index.php? ELEMENT\_ID=48583 (дата обращения: 10.03.2022)
* Методические рекомендации по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций (Утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-4) – URL: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_374695/ (дата обращения: 10.08.2022)

**Направленность** программы – техническая.

Актуальность программы определяется тем, что нарастающий приток техники, невиданная прежде скорость ее обновления, ставят перед школой новые задачи. Технология – не сумма конкретных сведений, а подход к решению разнообразных задач, в том числе и производственных. Знания, умения и навыки, связанные с решением поставленных практических задач, приобретают все большую важность для современного человека. Очень важным представляется тренировка работы в коллективе и развитие самостоятельного технического творчества. Простота в построении модели в сочетании с большими конструктивными возможностями конструктора, позволяют детям в конце урока увидеть сделанную своими руками модель, которая выполняет поставленную ими же самими задачу. С помощью конструктора LEGO MINDSTORMS® Education EV3 дети строят модели или механические устройства, выполняют физические эксперименты, осваивают основы моделирования, конструирования и программирования. Программа разработана как самостоятельная дисциплина, являющаяся образовательным компонентом общего среднего образования. Выражая общие идеи, она пронизывает содержание многих других предметов и, следовательно, становится дисциплиной обобщающего плана. Основное назначение программы «Робототехника» состоит в выполнении социального заказа современного общества, направленного на подготовку подрастающего поколения к полноценной работе в условиях глобальной информатизации всех сторон общественной жизни. Робототехника является одним из важнейших направлений научно – технического прогресса, в котором проблемы механики и новых технологий соприкасаются с проблемами искусственного интеллекта. За последние годы успехи в робототехнике и автоматизированных системах изменили личную и деловую сферы нашей жизни. Роботы широко используются в транспорте, в исследованиях Земли и космоса, в хирургии, в военной промышленности, при проведении лабораторных исследований, в сфере безопасности, в массовом производстве промышленных товаров и товаров народного потребления. Многие устройства, принимающие решения на основе полученных от сенсоров данных, тоже можно считать роботами – таковы, например, лифты, без которых уже немыслима наша жизнь. Содержание и структура программы «Робототехника» направлены на формирование устойчивых представлений о робототехнических устройствах как едином изделии определенного функционального назначения и с определенными техническими характеристиками. В педагогической целесообразности этой темы не приходиться сомневаться, т.к. дети научатся объединять реальный мир с виртуальным. В процессе конструирования и программирования кроме этого дети получат дополнительное образование в области физики, механики, электроники и информатики.

**Новизна общеразвивающей образовательной программы.**

Новизна данной программы и отличие ее от других программ по робототехнике заключается в том, она составлена для обучения с использованием образовательных конструкторов LEGO MINDSTORMS Education EV3 позволяет не только конструировать и программировать модели, но и научиться анализировать и сравнивать различные модели LEGO MINDSTORMS EV3, искать методы исправления недостатков использование преимуществ, приводящих в итоге к созданию конкурентно способной модели**.**

**Педагогическая целесообразность программы** состоит в том, она реализуется во взаимосвязи с предметами школьных образовательных программ. Теоретические и практические знания по LEGO-конструированию и робототехнике значительно углубят знания учащихся по ряду разделов физики, черчения, литературы, технологии, математики и информатики. Данная программа помогает раскрыть творческий потенциал обучающегося, определить его резервные возможности, осознать свою личность в окружающем мире, способствует формированию стремления стать мастером, исследователем, новатором. Программа является целостной и непрерывной в течение всего процесса обучения, и позволяет учащимся раскрыть в себе творческие возможности и самореализоваться в современном мире. В процессе обучения, учащиеся знакомятся с основами робототехники, радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров для роботов «от простого к сложному». Избегая сложных математических формул, на практике, через эксперимент, обучающиеся изучают физические процессы происходящих в роботах, включая двигатели, датчики, источники питания и микроконтроллеры EV3.

Программа рассчитана на 1 год обучения. Общее количество часов в год: 68 часов Количество занятий в неделю: 1 раз по 2 часа.

Возраст обучающихся– 12-17 лет. Вид группы – профильный.

Состав группы – постоянный. Наполняемость групп – до 10 человек

Форма обучения – очная. Форма занятий – групповая.

Продолжительность занятия – 45 минут.

Перерыв между занятиями – 10 минут.

**Формы и режим занятий.**

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает практическая часть.

При проведении занятий традиционно используются три формы работы:

* демонстрационная, когда обучающиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за демонстрационным экраном или экранами компьютеров на ученических рабочих местах;
* фронтальная, когда обучающиеся синхронно работают под управлением педагога;
* самостоятельная, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.

**Отличительные особенности** данной образовательной программы от уже существующих в этой области заключаются в том, что реализация программы осуществляется с использованием методических пособий, специально разработанных фирмой LEGO для преподавания технического конструирования на основе своих конструкторов. Настоящий курс предлагает использование образовательных конструкторов Lego Mindstorms EV3, как инструмента для обучения школьников конструированию, моделированию и компьютерному управлению на уроках робототехники. Простота в построении модели в сочетании с большими конструктивными возможностями конструктора позволяют детям в конце занятия увидеть сделанную своими руками модель, которая выполняет поставленную ими же самими задачу. При построении модели затрагивается множество проблем из разных областей знания - от теории механики до психологии.

Курс предполагает использование компьютеров совместно с конструкторами. 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. Методические особенности реализации программы предполагают сочетание возможности развития индивидуальных творческих способностей и формирование умений взаимодействовать в коллективе, работать в группе.

**2. Цели и задачи программы**

**Цель программы.**

Развитие индивидуальных способностей ребенка и повышение интереса к учебным предметам посредством конструктора LEGO MINDSTORMS Education EV3.

**Основные** задачи **программы:**

* Стимулировать мотивацию учащихся к получению знаний, помогать формировать творческую личность ребенка.
* Способствовать развитию интереса к технике, конструированию, программированию, высоким технологиям.
* Способствовать развитию конструкторских, инженерных и вычислительных навыков.
* Развивать мелкую моторику.
* Способствовать формированию умения достаточно самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования моделей.

**3. Учебный план**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Название раздела, темы** | **Количество часов** |
| **Всего** | **Теория** | **Практика** |
| 1 | Введение в робототехнику | 4 | 2 | 2 |
| 2 | Конструирование | 20 | 8 | 12 |
| 3 | Программирование | 20 | 8 | 12 |
| 4 | Проектная деятельность | 16 | 6 | 10 |
| 5 | Подготовка к соревнованиям | 8 | 2 | 6 |
|  | **Итого** | **68** | **28** | **40** |

**4. Содержание учебного плана**

Кейс 1. Введение

1. Роботы. Виды роботов. Значение роботов в жизни человека. Основные направления применения роботов. Искусственный интеллект. Правила работы с конструктором LEGO. Техника безопасности
2. Управление роботами. Методы общения с роботом. Команды управления роботами. Среда программирования модуля, основные блоки.

Кейс 2. Конструирование

1. Состав конструктора LEGOMINDSTORMS EV3. Основные механические детали конструктора. Их название и назначение.
2. Модуль EV3. Обзор, экран, кнопки управления модулем, индикатор состояния, порты. Установка батарей, способы экономии энергии. Включение модуля EV3. Запись программы и запуск ее на выполнение.
3. Сервомоторы EV3, сравнение моторов. Мощность и точность мотора. Механика механизмов и машин. Виды соединений и передач и их свойства.
4. Сборка роботов. Сборка модели робота по инструкции. Программирование движения вперед по прямой траектории. Расчет числа оборотов колеса для прохождения заданного расстояния.
5. Датчики. Датчик касания. Устройство датчика. Практикум. Решение задач на движение с использованием датчика касания.
6. Датчик цвета, режимы работы датчика. Решение задач на движение с использованием датчика цвета.
7. Ультразвуковой датчик. Решение задач на движение с использованием датчика расстояния.
8. Гироскопический датчик. Инфракрасный датчик, режим приближения, режим маяка.
9. Подключение датчиков и моторов. Интерфейс модуля EV3. Приложения модуля. Представление порта. Управление мотором.

Кейс 3. Программирование

1. Среда программирования модуля. Создание программы. Удаление блоков. Выполнение программы. Сохранение и открытие программы.
2. Счетчик касаний. Ветвление по датчикам. Методы принятия решений роботом. Модели поведения при разнообразных ситуациях.
3. Программное обеспечение EV3. Среда LABVIEW. Основное окно. Свойства и структура проекта. Решение задач на движение вдоль сторон квадрата. Использование циклов при решении задач на движение.

Кейс 4. Проектная деятельность

1. Планирование творческих проектов учащихся.
2. Разбор различных готовых проектов.
3. Защита проектов

Кейс 5. Подготовка к соревнованиям

1. Подготовка роботов к соревнованиям

**5. Календарный учебный график**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тема** | **Содержание** | **Целевая установка урока** | **Кол-во часов** | **Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии** | **Использование оборудования** | **Дата проведения** |
| **План** | **Факт** |
| 1-2 | Роботы и искусственный интеллект. Правила ТБ | Роботы. Виды роботов. Значение роботов в жизни человека. Основные направления применения роботов. Искусственный интеллект | Формирование основных понятий, общих представлений о значение роботов в жизни человека. | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы | Презентация, дидактический материал (карточки с заданиями, раздаточный материал) | 02.09 – 09.09 |  |
| 3-4 | Управление роботами | Методы общения с роботом. Команды управления роботами. Среда программирования модуля, основные блоки | Формирование основных понятий (алгоритм, исполнитель алгоритма, системы команд исполнителя, представлений об основных способах управления роботами. | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы | Презентация, робот. | 12.09 – 16.09 |  |
| 5-6 | Конструктор LEGOMINDSTORMS EV3 | Состав конструктора LEGOMINDSTORMS EV3. Основные механические детали конструктора. Их название и назначение. | Знание составных частей конструктора LEGO MINDSTORMS EV3 и их функций. | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы | Конструктор Legomindstorms EV3 | 19.09 – 23.09 |  |
| 7-8 | Программный модуль EV3 | Модуль EV3. Обзор, экран, кнопки управления модулем, индикатор состояния, порты. Установка батарей, способы экономии энергии. Включение модуля EV3. Запись программы и запуск ее на выполнение | Знание назначение кнопок модуля EV3. Умение составить простейшую программу по шаблону, сохранять и запускать программу на выполнение | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы | Конструктор Legomindstorms EV3 | 26.09 – 30.09 |  |
| 9-10 | Сервомоторы EV3 | Сервомоторы EV3, сравнение моторов. Мощность и точность мотора. Механика механизмов и машин. Виды соединений и передач и их свойства. | Знание параметров мотора и их влияние на работу модели. Иметь представление о видах соединений и передач. | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога. Отвечают на контрольные вопросы | Конструктор Legomindstorms EV3 | 03.10 – 07.10 |  |
| 11-12 | Сборка модели робота по инструкции | Сборка роботов. Сборка модели робота по инструкции. | Способность учащихся воспроизвести этапы сборки и ответить на вопросы.  | 2 | Отрабатывают навыки работы | Конструктор Legomindstorms EV3 | 10.10 – 14.10 |  |
| 13-14 | Программирование движения вперед по прямой траектории | Программирование движения вперед по прямой траектории. Расчет числа оборотов колеса для прохождения заданного расстояния. | Умение выполнить расчет числа оборотов колеса для прохождения заданного расстояния.  | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают заработой педагога.Изучают ПО | Конструктор Legomindstorms EV3 | 17.10 – 21.10 |  |
| 15-16 | Датчик касания | Датчики. Датчик касания. Устройство датчика. Практикум. Решение задач на движение с использованием датчика касания. | Умение решать задачи на движение с использованием датчика касания. | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают заработой педагога.Отрабатывают навыки работы | Конструктор Legomindstorms EV3 | 24.10 – 27.10 |  |
| 17-18 | Датчик цвета | Датчик цвета, режимы работы датчика. Решение задач на движение с использованием датчика цвета. | Знание влияние предметов разного цвета на показания датчика освещенности | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают заработой педагога.Отрабатывают навыки работы | Конструктор Legomindstorms EV3 | 07.11 – 11.11 |  |
| 19-20 | Ультразвуковой датчик | Ультразвуковой датчик. Решение задач на движение с использованием датчика расстояния. | Знание особенностей работы датчика. Умение решать задачи на движение с использованием датчика расстояния. | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают заработой педагога.Отрабатывают навыки работы | Конструктор Legomindstorms EV3 | 14.11 – 18.11 |  |
| 21-22 | Гироскопический датчик | Гироскопический датчик. Инфракрасный датчик, режим приближения, режим маяка. | Умение решать задачи на движение с использованием гироскопического датчика. | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают заработой педагога.Отрабатывают навыки работы | Конструктор Legomindstorms EV3 | 21.11 – 25.11 |  |
| 23-24 | Подключение датчиков и моторов. Интерфейс модуля EV3 | Подключение датчиков и моторов. Интерфейс модуля EV3. Приложения модуля. Представление порта. Управление мотором. | Умение называть датчики, их функции и способы подключения к модулю;правильно работать с конструктором | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают заработой педагога.Отрабатывают навыки работы | Конструктор Legomindstorms EV3 | 28.11 – 02.12 |  |
| 25-26 | Среда программирования модуля EV3 | Среда программирования модуля. Создание программы. Удаление блоков. | Способность учащихся воспроизвести этапы программирования и ответить на вопросы. | 2 | Слушают объяснения педагога. Наблюдают за работой педагога.Отвечают на контрольныевопросы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 05.12 – 09.12 |  |
| 27-28 | Разработка и выполнение программ | Выполнение программы. Сохранение и открытие программы | Способность учащихся воспроизвести этапы программирования и ответить на вопросы. | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 12.12 – 16.12 |  |
| 29-30 | Счетчик касаний. Ветвление по датчикам | Счетчик касаний. Ветвление по датчикам. | Умение использовать ветвления при решении задач на движение | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 19.12 – 23.12 |  |
| 31-32 | Методы принятия решений роботом | Методы принятия решений роботом.  | Умение использовать ветвления при решении задач на движение | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 09.01 – 13.01 |  |
| 33-34 | Модели поведения при разнообразных ситуациях | Модели поведения при разнообразных ситуациях. | Умение использовать ветвления при решении задач на движение | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 16.01 – 20.01 |  |
| 35-36 | Среда LABVIEW | Программное обеспечение EV3. Среда LABVIEW. Основное окно. | Способность учащихся воспроизвести этапы программирования и ответить на вопросы учителя. | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 23.01 – 27.01 |  |
| 37-38 | Проект в среде LABVIEW | Свойства и структура проекта. | Способность учащихся воспроизвести этапы программирования и ответить на вопросы учителя. | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 30.01 – 03.02 |  |
| 39-40 | Движение по линии | Решение задач на движение по линии. | Умение решать задачи на движение на черной линии | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 06.02 – 10.02 |  |
| 41-42 | Движение вдоль сторон квадрата | Решение задач на движение вдоль сторон квадрата. | Способность учащихся воспроизвести этапы программирования и выполнять расчет угла поворота. | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 13.02 – 17.02 |  |
| 43-44 | Циклы для решения задач | Использование циклов при решении задач на движение. | Умение использовать циклы при решении задач на движение | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 20.02 – 24.02 |  |
| 45-46 | Проект «Мой уникальный робот» | Планирование творческих проектов учащихся. | Разработать проект | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер, конструктор Legomindstorms EV3 | 27.02 – 03.03 |  |
| 47-48 | Конструирование собственной модели робота | Разработка собственных моделей | Умение выполнять расчеты при конструировании робота | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер, конструктор Legomindstorms EV3 | 06.03 – 10.03 |  |
| 49-50 | Конструирование собственной модели робота | Разработка собственных моделей | Умение выполнять расчеты при конструировании робота | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер, конструктор Legomindstorms EV3 | 13.03 – 17.03 |  |
| 51-52 | Программирование собственной модели робота | Программирование собственных моделей | Умение программировать робота | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер, конструктор Legomindstorms EV3 | 20.03 – 23.03 |  |
| 53-54 | Испытание собственной модели робота | Испытание собственной модели робота | Умение найти и исправить ошибку при программироваии робота | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер, конструктор Legomindstorms EV3 | 03.04 – 07.04 |  |
| 55-56 | Разработка технической документации | Разработка технической документации | Разработать проект | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,робот | 10.04 – 14.04 |  |
| 57-58 | Разработка презентации и доклада | Разработка презентации, подготовка доклада | Разработать проект | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер,проектор,презентация, робот | 17.04 – 21.04 |  |
| 59-60 | Защита проекта «Мой уникальный робот» | Защищают проекты. Презентация результатов проектной деятельности | Защитить проект | 2 | Организация выставки | Компьютер,проектор,презентация, робот | 24.04 – 28.04 |  |
| 61-62 | Подготовка роботов к соревнованиям.  | Подготовка роботов к соревнованиям. Правила соревнований | Умение составлять план действий для решения сложной задачи | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер, конструктор Legomindstorms EV3 | 01.05 – 05.05 |  |
| 63-64 | Конструирование собственной модели робота для соревнований | Разработка собственных моделей | Умение составлять план действий для решения сложной задачи конструирования робота | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер, конструктор Legomindstorms EV3 | 08.05 – 12.05 |  |
| 65-66 | Программирование собственной модели робота для соревнований | Программирование собственных моделей | Умение составлять план действий для решения сложной задачи программирования робота | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер, конструктор Legomindstorms EV3 | 15.05 – 19.05 |  |
| 67-68 | Соревнование роботов на тестовом поле. Зачет времени и количества ошибок | Испытание собственной модели робота | Создание и отладка программы для движения робота | 2 | Отрабатывают навыки работы | Компьютер, конструктор Legomindstorms EV3 | 22.05 – 26.05 |  |
| Итого | 68 |  |

**6. Планируемые результаты освоения программы**

**Ожидаемые результаты освоения программы.**

Сформулированные цели и задачи способствуют достижению следующих результатов:

***Личностные образовательные результаты:***

* формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками в процессе творческой деятельности,
* формирование способности учащихся к саморазвитию и самообучению,
* формирование осознанного выбора и построения дальнейшей образовательной траектории на основе профессиональных предпочтений,
* развитие эстетического сознания через изучение правил и приемов дизайна моделей.

***Метапредметные результаты:***

* развитие ИКТ-компетентности, т.е. приобретение опыта использования средств и методов информатики: моделирование, формализация и структурирование информации, компьютерный эксперимент
* планирование деятельности, составление плана и анализ промежуточных результатов,
* умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией,
* владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений при работе в команде и индивидуально,
* умение находить необходимые для работы информационные ресурсы, оценивать полезность, достоверность, объективность найденной информации,
* приобретение опыта выполнения индивидуальных и коллективных проектов, таких как моделирование с помощью Лего-робота объекта реального мира, его программирование и исследование,
* формирование представления о развитии робототехники, основных видах профессиональной деятельности в этой сфере.

***Предметные результаты:***

* освоение основных понятий информатики: информационный процесс, информационная модель, информационная технология, кибернетика, робот, алгоритм, информационная цивилизация и др.
* получение представления о таких методах современного научного познания как системный анализ, информационное моделирование, компьютерный эксперимент,
* повышение своего образовательного уровня и уровня готовности к продолжению обучения по выбранной образовательной траектории.

**7. Формы, методы, приемы и педагогическая технология**

**Формы подведения итогов** является контрольный тест по систематизации знаний, а также проект учащихся и педагога.

**Формы и средства контроля**

1. Проверка проектов в среде LEGO MINDSTORMS EV3 EDU;
2. Защита проектов;
3. Участие в соревнованиях.

**Формы аттестации.**

В ходе реализации программы ведется систематический учет знаний и умений учащихся. Для оценки результативности применяется входящий (опрос), текущий и итоговый контроль в форме тестирования.

Вначале года проводится входящий контроль в форме опроса и анкетирования, с целью выявления у ребят склонностей, интересов, ожиданий от программы, имеющихся у них знаний, умений и опыта деятельности по данному направлению деятельности.

Текущий контроль в виде промежуточной аттестации проводится после изучения основных тем для оценки степени и качества усвоения учащимися материала данной программы.

В конце изучения всей программы проводится итоговый контроль в виде итоговой аттестации с целью определения качества полученных знаний и умений.

Оценочные материалы:

Промежуточная аттестация:

* практическая часть: в виде мини-соревнований по заданной категории (в рамках каждой группы обучающихся).

Минимальное количество – 6 баллов

Критерии оценки:

* конструкция робота;
* написание программы;
* командная работа;
* выполнение задания по данной категории.

Каждый критерий оценивается в 3 балла.

1-5 балла (минимальный уровень) – частая помощь педагога, непрочная конструкция робота, неслаженная работа команды, не выполнено задание.

6-9 баллов (средний уровень) – редкая помощь педагога, конструкция робота с незначительными недочетами, задание выполнено с ошибками.

10-12 баллов (максимальный уровень) – крепкая конструкция робота, слаженная работа команды, задание выполнено правильно.

**Итоговая аттестация:**

* практическая часть: в виде защиты проекта по заданной теме (в рамках каждой группы обучающихся).

Минимальное количество – 6 баллов.

Критерии оценки:

* конструкция робота и перспективы его массового применения;
* написание программы с использованием различных блоков;
* демонстрация робота, креативность в выполнении творческих заданий, презентация.

Каждый критерий оценивается в 4 балла.

1-5 балла (минимальный уровень) – частая помощь педагога, непрочная конструкция робота, неслаженная работа команды, не подготовлена презентация.

6-9 баллов (средний уровень) – редкая помощь педагога, конструкция робота с незначительными недочетами.

10-12 баллов (максимальный уровень) – крепкая конструкция робота, слаженная работа команды, демонстрация и презентация выполнена всеми участниками команды.

**Формы контроля**

* Проверочные работы;
* Практические занятия;
* Творческие проекты;
* Соревнования;
* Опросы;
* Обсуждения.

При организации практических занятий и творческих проектов формируются малые группы, состоящие из 2-3 учащихся. Для каждой группы выделяется отдельное рабочее место, состоящее из компьютера и конструктора.

Преобладающей формой текущего контроля выступает проверка работоспособности робота: выяснение технической задачи, определение путей решения технической задачи

Контроль осуществляется в форме творческих проектов, самостоятельной разработки работ.

**Формы организации учебных занятий**

* урок-консультация;
* практикум;
* урок-проект;
* урок проверки и коррекции знаний и умений.
* выставка;
* соревнование;

Разработка каждого проекта реализуется в форме выполнения конструирования и программирования модели робота для решения предложенной задач. Процесс выполнения итоговой работы завершается процедурой презентации действующего робота.

Презентация сопровождается демонстрацией действующей модели робота и представляет собой устное сообщение (на 5-7 мин.), включающее в себя следующую информацию: тема и обоснование актуальности проекта; цель и задачи проектирования; этапы и краткая характеристика проектной деятельности на каждом из этапов. Оценивание выпускной работы осуществляется по результатам презентации робота на основе определенных критериев.

Педагогические технологии:

* групповые технологии;
* проектная технология;
* информационно-коммуникативные технологии;
* личностно-ориентированный подход.

Используемые методы:

* Словесные: беседа, объяснение, рассказ.
* Исследовательские: данные методы предполагают постановку и решение проблемных ситуаций, в этих случаях новые знания и умения открываются учащимся непосредственно в ходе решения практических задач.
* Наглядные: (демонстрационные пособия, макеты) показывается большое количество иллюстрированной литературы, видеоматериалов за прошлые года обучения, фото образцов «успешных» роботов, используются технические средства обучения.
* Практические: практическая работа по сборке роботов и написанию программ управления.
* Инновационные: использование компьютерных программ, расчета и проектирования роботов, совершенствование процесса работы (использования новых материалов и технологий), отработка навыков программирования с использованием различных языков и сред программирования.
* Проектная деятельность по разработке рационализаторских предложений, изобретений. Организация поэтапной работы от идеи до готовой модели или систематизированного результата.

Первоначальное использование конструкторов LEGO требует наличия готовых шаблонов: при отсутствии у многих учащихся практического опыта необходим первый этап обучения, на котором происходит знакомство с различными видами соединения деталей, вырабатывается умение читать чертежи и взаимодействовать в команде.

В дальнейшем, учащиеся отклоняются от инструкции, включая собственную фантазию, которая позволяет создавать совершенно невероятные модели. Недостаток знаний для производства собственной модели компенсируется возрастающей активностью любознательности учащегося, что выводит обучение на новый продуктивный уровень.

Основные этапы разработки проекта:

* Обозначение темы проекта
* Цель и задачи представляемого проекта.
* Разработка механизма на основе используемого конструктора.
* Составление программы для работы механизма.
* Тестирование модели, устранение дефектов и неисправностей.

При разработке и отладке проектов учащиеся делятся опытом друг с другом, что очень эффективно влияет на развитие познавательных, творческих навыков, а также самостоятельность.

На каждом из вышеперечисленных этапов обучения учащиеся как бы «накладывают» новые знания на те, которыми они уже обладают, расширяя, таким образом, свои познания.

Педагогические технологии

* Технологические наборы LEGO ориентированы на изучение основных механических принципов и элементарных технических решений, лежащих в основе всех современных конструкций и устройств. LEGO является и самостоятельным средством развивающего обучения, и наиболее предпочтительным наглядным пособием. LEGO способствует росту интеллектуальных возможностей, и эту инновационную технологию можно рассматривать как педагогический ресурс.
* В образовательном процессе учащиеся в группах обучения применяются разнообразные игровые и конструктивные технологии, обладающими высокими образовательными возможностями.

Педагогические технологии, применяемые для достижения цели:

* личностно-ориентированное развивающее обучение – сочетает обучение и учение. В технологии личностно- ориентированного обучения центр всей образовательной системы – индивидуальность детской личности, следовательно, методическую основу этой технологии составляют дифференциация и индивидуализация обучения.
* проектная деятельность – основная технология освоения программы обучающимися. Через проектную деятельность обучающиеся проектируют (совместно с педагогом или самостоятельно) и реализуют индивидуальную образовательную траекторию в рамках данной программы;
* информационные технологии (различные способы, механизмы и устройства обработки и передачи информации) позволяют визуально представить замысел будущего проекта, конструируемой модели.

**8. Методическое обеспечение программы**

Отбор методов обучения обусловлен необходимостью формирования информационной и коммуникативной компетентностей учащихся. Решение данной задачи обеспечено наличием в программе курса следующих элементов данных компетенций:

* социально-практическая значимость компетенции (область применения роботов и для чего необходимо уметь создавать роботов, т.е. мотивация интереса у обучающихся к инженерно-конструкторской специализации;
* личностная значимость компетенции (зачем учащемуся необходимо быть компетентным в области сборки и программирования роботов), перечень реальных объектов действительности, относящихся к данным компетенциям (роботы в жизни, технике, образовании, производстве), знания, умения и навыки, относящиеся к данным объектам, способы деятельности по отношению к данным объектам, минимально-необходимый опыт деятельности ученика в сфере данной компетенции.

Основные виды учебной деятельности:

* знакомство с Интернет-ресурсами, связанными с робототехникой;
* проектная деятельность;
* индивидуальная работа, работа в парах, группах;
* соревнования.

Дидактические материалы:

* наглядно-иллюстрационный материал, конструкторы;
* простые схемы в разных масштабах;
* технологические карты;
* раздаточный материал;
* дидактические контрольно-измерительные материалы;
* инструкции;
* программное обеспечение;
* программное обеспечение LEGO.

|  |  |
| --- | --- |
| Технологии и подходы  | Кейс-технология, системно-деятельностный подход |
| Средства обеспечения | Программа, учебно-лабораторное оборудование, инструменты и материалы для работы, готовые и измененные образцы схем, подборка заданий, способствующих развитию инженерно-технического и логического мышления, а так же навыков командной и проектной работы, презентация к занятию, видео-материалы обучающего характера. |
| Форма подведения итогов | Выполнение группового и индивидуального проектов по разработке системы питания машины с использованием альтернативных технологий |

**9. Материальное техническое оснащение программы**

Занятия проводятся в кабинете, соответствующем требованиям техники безопасности, пожарной безопасности, санитарным нормам.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Образовательное решение** | **Краткие примерные технические характеристики** | **Кол-во****штук** |
| **Технологический профиль. РОБО** |
| **1.** | Образовательный конструктор с комплектом датчиков | Образовательный конструктор должен представлять собой набор для разработки программируемых моделей автономных роботов. В состав набора должно входить: комплект конструктивных элементов из пластика, программируемый контроллер с ЖК экраном - не менее 1шт, сервопривод - не менее 4шт, датчики - не менее 7шт, колесо типа "omni" - не менее 2шт, комплект для сборки гусеничных траков, комплект для сборки цепных передач. В состав комплекта должен входить робототехнический контроллер, программируемый в среде Arduino IDE. Робототехнический контроллер должен представлять модульное устройство на базе программируемого контроллера и периферийного контроллера. Входящие в состав конструктора компоненты должны быть совместимы с конструктивными элементами, а также обеспечивать возможность конструктивной, аппаратной и программной совместимости с комплектующими из состава набора. | 8 |
| **2.** | Образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике | Образовательный набор должен быть предназначен для изучения механики, мехатроники и робототехники. Образовательный набор предназначен для разработки программируемых моделей мехатронных систем и мобильных роботов, оснащенных различными манипуляционными и захватными устройствами. В состав набора должно входить: Комплект конструктивных элементов из металла; Комплект для сборки захватного устройства; Сервопривод - не менее 4шт; Сервопривод должен иметь встроенный датчик положения - энкодер. В состав комплекта должен входить робототехнический контроллер, программируемый в среде Arduino IDE. Образовательный набор предназначен изучения принципов функционирования и практического применения элементной базы мехатронных и робототехнических систем, а также основных технических решений при проектированиях роботов. В состав комплекта должны входить библиотеки трехмерных моделей конструктивных элементов для проектирования и прототипирования элементов конструкций и механизмов. | 3 |
| **3.** | Образовательный набор по электронике, электромеханике и микропроцессорной технике | Комплект для изучения основ электроники и робототехники на уроке технологии. Набор должен быть предназначен для проведения учебных занятий по электронике и схемотехнике с целью изучения наиболее распространенной элементной базы, применяемой для инженерно-технического творчества учащихся и разработки учебных моделей роботов. В состав комплекта должен входить программируемый контроллер, программируемый в среде Arduino IDE или аналогичных свободно распространяемых средах разработки. Комплект должен обеспечивать возможность изучения основ разработки программных и аппаратных комплексов инженерных систем, решений в сфере "Интернет вещей", а также решений в области робототехники, искусственного интеллекта и машинного обучения.  | 6 |
| **4.** | Образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов | Образовательный комплект должен быть предназначен для изучения робототехнических технологий, основ информационных технологий и технологий промышленной автоматизации, а также технологий прототипирования и аддитивного производства. В состав комплекта должно входить: 1) Интеллектуальный сервомодуль с интегрированной системой управления, позволяющей объединять сервомодули друг с другом по последовательному интерфейсу - не менее 6шт; 2) Робототехнический контроллер модульного типа, представляющий собой одноплатный микрокомпьютер с операционной системой Linux, объединенный с периферийным контроллером с помощью платы расширения. 3) Вычислительный модуль со встроенным микроконтроллером, обладающим цифровыми и аналоговыми портами ввода/вывода, а также модулем беспроводной связи типа Bluetooth или WiFi для создания аппаратнопрограммных решений и "умных/смарт"устройств для разработки решений "Интернет вещей"- не менее 1шт; Вычислительный модуль должен обеспечивать одновременную возможность подключения силовой нагрузки и коммуникации посредством сети Ethernet за счет встроенных средств или подключаемых периферийных плат. 4) Модуль технического зрения, представляющий собой устройство на базе вычислительного микроконтроллера и интегрированной камеры, обеспечивающее распознавание простейших изображений на модуле за счет собственных вычислительных возможностей - не менее 1шт; 5) Комплект конструктивных элементов из металла для сборки модели манипуляторов с плоско-параллельной и угловой кинематикой - не менее 1шт; 6) Комплект элементов для сборки вакуумного захвата - не менее 1шт. Образовательный робототехнический комплект должен содержать инструкции по проектированию роботов, инструкции и методики осуществления инженерных расчетов при проектировании (расчеты нагрузки и моментов, расчет мощности приводов, расчет параметров кинематики и т.п.), инструкции по разработке систем управления и программного обеспечения для управления роботами, инструкции и методики по разработке систем управления с элементами искусственного интеллекта и машинного обучения. | 6 |
| **5.** | Комплект для изучения операционных систем реального времени и систем управления автономных мобильных роботов | Комплект для разработки и изучения моделей программируемых автономных мобильных роботов. Учебный комплект должен позволять разрабатывать блочно-модульную конструкцию мобильного робота. В состав мобильного робота должно входить: Привод ведущих колес - не менее 2шт. Лазерный сканирующий дальномер - не менее 1шт. Лазерный сканирующий дальномер должен обеспечивать диапазон измерения дальности до объектов не менее 2.5 метров и сектор сканирования не менее 360 угловых градусов. Датчик линии – не менее 3 шт. Датчик должен обеспечивать детектирование линии на контрастном фоне и передавать данные в программируемый контроллер о ее наличии путем передачи аналогового сигнала, цифрового сигнала и путем передачи цифрового пакета данных. Датчика цвета – не менее 1 шт. Массив ИК-датчиков - не менее 1шт. Массив ИК-датчиков должен быть предназначен для отслеживания линии для движения мобильного робота. Массив должен содержать не менее 6шт ИК-датчиков, расположенных на одной линии. Система технического зрения - не менее 1шт. Система технического зрения должен обладать совместимостью с различными программируемыми контроллерами с помошью интерфейсов - TTL, UART, I2C, SPI, Ethernet. В состав комплекта должно входить программное обеспечение для программирования в текстовом редакторе на подобии Arduino IDE, программировании с помощью скриптов на языке Python, разработки систем управления на основе ROS. Так же в состав комплект должна входить виртуальная модель мобильного робота в виртуальном окружении для моделирования алгоритмов систем управления с помощью графической среды. | 1 |
| **6.** | Четырёхосевой учебный робот- манипулятор с модульными сменными насадками | Учебный робот-манипулятор должен быть предназначен для освоения обучающимися основ робототехники, для подготовки обучающихся к внедрению и последующему использованию роботов в промышленном производстве. Тип робота-манипулятора – четырёхосевой: требуется соответствие. Должна быть возможность оснащения сменными насадками (например, держатель карандаша или фломастера, пневматическая присоска, захватное устройство, устройство для лазерной гравировки или устройство для 3D-печати).  | 1 |
| **7.** | Комплект полей и соревновательных элементов | Комплект полей и соревновательных элементов для проведения соревнований автономных мобильных роботов | 1 |
| **8** | Датчик акселерометр | Образовательный набор предназначен для изучения основ применения технологий "Интернет вещей" и связи в робототехнических системах. Комплект предназначен для разработки модели программируемого мобильного робота, обладающего встроенной системой управления, обеспечивающего возможность распределенного управления группой роботов. В состав набора должно входить: привод постоянного тока с датчиком положения - не менее 2шт, комплект интеллектуальных датчиков, камера - не менее 1шт, программируемый контроллер. Интеллектуальные датчики должны представлять собой устройство на основе вычислительного микроконтроллера и встроенного измерительного элемента. Интеллектуальные датчики должны обладать встроенным цифровым и аналоговым интерфейсом для передачи данных, а также встроенным последовательным интерфейсом для объединения друг с другом в сенсорные системы. | 3 |
| **9.** | Автономный робот манипулятор с колесами всенаправленного движения | Учебная модель автономного мобильного робота с манипулятором. Мобильный робот должен представлять собой четырехколесную платформу всенаправленного движения. Двигатели бесщеточные 4 шт, камера с углом обзора 120 градусов с 12 мп. В состав комплекта должно входить: Механический захват инфракрасный лазер 2-х осевой подвес аккумулятор колеса всенаправленного движения программируемый контроллер с возможностью программирования в среде блочно-графического типа и в свободно распространяемых средах разработки с помощью текстового языка программирования датчик звука датчик следования линии FPV режим возможность управления с мобильного устройства через приложение программирования на языках Python, Scratch а также система технического зрения для автоматического обнаружения и распознавания заданных объектов в рабочей зоне.  | 4 |
| **10.** | Набор для быстрого прототипирования электронных устройств на основе микроконтроллерной платформы | Микроконтроллерная платформа Arduino: наличие, комплект радиодеталей и проводов: наличие, макетная плата: наличие | 8 |
| **11.** | Набор для быстрого прототипирования электронных устройств на основе микроконтроллерной платформы со встроенным интерпретатором | Микроконтроллерная платформа со встроенным интерпретатором JavaScript: наличие, комплект радиодеталей: наличие, плата расширения: наличие |  |
| **12.** | Набор для быстрого прототипирования электронных устройств на основе одноплатного компьютера | Одноплатный компьютер: наличие, карта памяти с предустановленной операционной системой: наличие, блок питания: наличие, комплект кабелей для подключения: наличие | 8 |
| **13.** | Базовый робототехнический набо | Образовательный конструктор должен представлять собой набор для разработки программируемых моделей автономных роботов. В состав набора должно входить: комплект конструктивных элементов из пластика, программируемый контроллер - не менее 1шт, сервопривод - не менее 3шт, датчики - не менее 3шт. . Программируемый контроллер должен содержать: порты для подключения внешних устройств - не менее 8шт, встроенный экран, коммуникационные интерфейсы - WiFi или Bluetooth. Входящие в состав конструктора компоненты должны быть совместимы с конструктивными элементами, а также обеспечивать возможность конструктивной, аппаратной и программной совместимости с комплектующими из состава набора. | 8 |
| **14.** | Ресурсный робототехнический набор | Ресурсный робототехнический набор должен содержать пластиковые конструтивные элементы, элементы механических передач, колеса и диски, совместимые с элементами базового робототехнического набора | 8 |
| **15.** | Датчик цвета базового робототехнического набора | Датчик цвета должен быть электрически и конструктивно совместим с элементами и устройствами базового робототехнического набора. Датчик цвета должен различать до 7 различных оттенков цветов. Совместимость с элементами базового робототехнического набора | 8 |
| **16.** | Ультразвуковой датчик базового робототехнического набора | Ультразвуковой датчик должен быть электрически и конструктивно совместим с элементами и устройствами базового робототехнического набора. Ультразвуковой датчик должен обеспечивать режим поиска активных ультразвуковых излучателей. Совместимость с элементами базового робототехнического набора | 8 |
| **17.** | Зарядное устройство | Зарядное устройство для зарядки аккумуляторной батареи базового набора | 5 |
| **18.** | Программныйаппаратный комплекс по робототехнике | Компьютеризированная система для тренировки и проведения экспериментов для образования и повышения квалификации в области электротехники и электроники и цифровых технологий модуль контрольно-измерительный интерфейс Набор сопротивлений различных номиналов на печатной плате Набор проводов и перемычек Универсальный модуль для подключения экспериментальных карт к контрольноизмерительному интерфейсу Курс обучения: Экспериментальная карта с логическими элементами Экспериментальная карта с JK-триггером Программное обеспечение курса Содержание курса: Базовые логические схемы Таблицы переходов, обозначение на схеме, логические функции и циклограммы логических элементов Булева алгебра Экспериментальное подтверждение функций и законов Буля Логические элементы в технологии NAND и NOR Минимизация логических схем с помощью карт Карно Принцип работы триггера Исследование JK-триггера (статический и динамический входной сигнал / потактовый режим) Исследование ИС счетчика Поиск ошибок | 1 |

**10. Список используемой литературы**

1. Кружок робототехники, URL: <http://lego.rkc-74.ru>.
2. В.А. Козлова, Робототехника в образовании. URL: <http://lego.rkc-74.ru/index.php/2009-04-03-08-35-17>, Пермь, 2011 г.
3. Л. Ю. Овсянцкая Курс программирования робота Lego Mindstorms EV3 в среде EV3-Челябинск: ИП Мякотин И.В., 2014. – 204 с.
4. ЛЕГО-лаборатория (Control Lab): Справочное пособие, – М., ИНТ, 1998. – 150 с.
5. ЛЕГО-лаборатория (Control Lab). Эксперименты с моделью вентилятора: Учебно-методическое пособие, – М., ИНТ, 1998. – 46 с.
6. Рыкова Е. А. LEGO-Лаборатория (LEGOControlLab). Учебно-методическое пособие. – СПб, 2021. – 59 с.
7. LEGO Dacta: The educational division of Lego Group. 2018. – 39 с.
8. LEGO Technic 1. Activity Centre. Teacher’s Guide. – LEGO Group, 2020. – 143 с.
9. LEGO Technic 1. Activity Centre. Useful Information. – LEGO Group, 2020. – 23 с.
10. LEGO DACTA. Early Control Activities. Teacher’s Guide. – LEGO Group, 2021. – 43 с.
11. LEGO DACTA. Motorised Systems. Teacher’s Guide. – LEGO Group, 2021. – 55 с.
12. LEGO DACTA. Pneumatics Guide. – LEGO Group, 2017. – 35 с.
13. LEGO TECHNIC PNEUMATIC. Teacher’s Guide. – LEGO Group, 2022. – 23 с.
14. Наука. Энциклопедия. – М., «РОСМЭН», 2021. – 125 с.
15. Энциклопедический словарь юного техника. – М., «Педагогика», 2021. – 463 с.
16. Копосов Д. Г. Первый шаг в робототехнику. Практикум для 5-6 классов\ Д. Г. Копосов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 – 292 с.
17. Блог-сообщество любителей роботов Лего с примерами программ. URL: <http://nnxt.blogspot.ru/2010/11/blog-post_21.html>.
18. Лабораторные практикумы по программированию. URL: <http://www.edu.holit.ua/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=72&Itemid=159&lang=ru>.
19. Образовательная программа «Введение в конструирование роботов» и графический язык программирования роботов. URL: <http://learning.9151394.ru/course/view.php?id=280#program_blocks>.
20. Примеры конструкторов и программ к ним. URL: Режим доступа: <http://www.nxtprograms.com/index2.html>.
21. Программы для робота. URL: <http://service.lego.com/en-us/helptopics/?questionid=2655>.
22. <http://www.prorobot.ru/lego.php>
23. <http://nau-ra.ru/catalog/robot>
24. <http://www.239.ru/robot>
25. <http://www.russianrobotics.ru/actions/actions_92.html>
26. [http://habrahabr.ru/company/innopolis\_university/blog/210906/STEM-робототехника](http://habrahabr.ru/company/innopolis_university/blog/210906/STEM-%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)
27. <http://www.slideshare.net/odezia/2014-39493928>
28. <http://www.slideshare.net/odezia/ss-40220681>
29. <http://www.slideshare.net/odezia/180914-39396539>