

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Гимназия № 3» Фрунзенского района г. Саратова

Рассмотрено на заседании МО учителей естественно- научных дисциплин Протокол № 1 от 30.08.2021 _____/М.П.Вишневская/	Согласовано Заместитель директора по УВР _____/И.Г. Алексеев/ «31» августа 2021 г.	Утверждено Директор МАОУ «Гимназия №3» Фрунзенского района г. Саратова _____/Т.Г.Райкова/ Приказ от «31» августа 2021 г. № 48
--	--	--

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа

**«Робототехника:
конструирование и программирование»**

Программа для детей школьного возраста 10-17 лет
Срок реализации программы; 3 года

Составитель:
Дроздев Артем Станиславович,
педагог дополнительного образования

Саратов, 2021

1. Комплекс основных характеристик дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

1.1 Пояснительная записка

Программа составлена на основе программы «Робототехника: конструирование и программирование» учителя информатики Санкт-Петербургского Физико-математического лицея № 239 С.А. Филиппова, автора книг и учебных пособий по робототехнике.

Краткая характеристика предмета

Робототехника является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы механики и новых технологий соприкасаются с проблемами искусственного интеллекта.

Изучение основ робототехники очень перспективно и важно именно сейчас. 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. Переход экономики России на новый технологический уклад предполагает широкое использование наукоёмких технологий и оборудования с высоким уровнем автоматизации и роботизации. Робототехника – это сегодняшние и будущие инвестиции и, как следствие, новые рабочие места.

Направленность образовательной программы

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

Новизна, актуальность и педагогическая целесообразность

Последние годы одновременно с информатизацией общества лавинообразно расширяется применение микропроцессоров в качестве ключевых компонентов автономных устройств, взаимодействующих с окружающим миром без участия человека. Стремительно растущие коммуникационные возможности таких устройств, равно как и расширение информационных систем, позволяют говорить об изменении среды обитания человека. Авторитетными группами международных экспертов область взаимосвязанных роботизированных систем признана приоритетной, несущей потенциал революционного технологического прорыва¹ и требующей адекватной реакции как в сфере науки, так и в сфере образования.

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

¹ См., например,

R. Murray, Ed. (2002) Control in an information rich world: report of the panel on future directions in control, dynamics, and systems [Online], <http://www.cds.caltech.edu/~murray/cdspanel/report/cdspanel-15aug02.pdf>, а также сайт Европейского института встроенных систем <http://www.eeci-institute.eu/>

робототехники. Заполнить пробел между детскими увлечениями и серьезной вузовской подготовкой позволяет изучение робототехники в школе на основе специальных образовательных конструкторов.

Введение дополнительной образовательной программы «Робототехника» в школе неизбежно изменит картину восприятия учащимися технических дисциплин, переводя их из разряда умозрительных в разряд прикладных. Применение детьми на практике теоретических знаний, полученных на математике или физике, ведет к более глубокому пониманию основ, закрепляет полученные навыки, формируя образование в его наилучшем смысле. И с другой стороны, игры в роботы, в которых заблаговременно узнаются основные принципы расчетов простейших механических систем и алгоритмы их автоматического функционирования под управлением программируемых контроллеров, послужат хорошей почвой для последующего освоения сложного теоретического материала на уроках. Программирование на компьютере (например, виртуальных исполнителей) при всей его полезности для развития умственных способностей во многом уступает программированию автономного устройства, действующего в реальной окружающей среде. Подобно тому, как компьютерные игры уступают в полезности играм настоящим.

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

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

Данная образовательная программа имеет ряд отличий от уже существующих аналогов.

- Содержание программы уникально и сформировано под научным руководством профессорско-преподавательского состава ведущих вузов и в сотрудничестве с ними.

Элементы кибернетики и теории автоматического управления адаптированы для уровня восприятия детей, что позволяет начать подготовку инженерных кадров уже с 5 класса школы. Реализация программы рассчитана на 3 года. Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 учебных часа (144 часа) в первый и второй год обучения и 3 раза в неделю в 3 год обучения (216 часов).

- Существующие аналоги предполагают поверхностное освоение элементов робототехники с преимущественно демонстрационным подходом к интеграции с другими предметами. Особенностью данной программы является нацеленность на конечный результат, т.е. ребенок создает не просто внешнюю модель робота, дорисовывая в своем воображении его возможности. Ребенок создает действующее устройство, которое решает поставленную задачу.
- Программа плотно связана с массовыми мероприятиями в научно-технической сфере для детей (турнирами, состязаниями, конференциями), что позволяет, не выходя за рамки учебного процесса, принимать активное участие в конкурсах различного уровня: от школьного до международного.

1.2. Цель и задачи образовательной программы

- ***Цель:*** Создание условий для мотивации, подготовки и профессиональной ориентации

школьников для возможного продолжения учебы в вузах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанным с робототехникой.

Задачи образовательной программы

Образовательные

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

Развивающие

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

Воспитательные

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

Возраст детей, участвующих в реализации данной программы: 10-13 лет – основная группа, 14-17 лет – старшая группа

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.

Если кружок начинает функционирование в старшей группе, на многие темы потребуются гораздо меньше времени, но коснуться, так или иначе, нужно всего. Работая со старшеклассниками, проявившими интерес к робототехнике незадолго до окончания школы, приходится особенно бережно и тщательно относиться к их времени: создавать индивидуальные планы и при необходимости сокращать трехгодичный курс до одного года.

1.3. Планируемые результаты

Программа рассчитана на трехгодичный цикл обучения.

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

Во второй год учащиеся изучают пневматику, возобновляемые источники энергии, сложные механизмы и всевозможные датчики для микроконтроллеров. Программирование в

графической инженерной среде изучается углубленно. Происходит знакомство с программированием виртуальных роботов на языке программирования, схожем с Си.

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

Личностные, метапредметные и предметные результаты изучения курса

Личностные результаты:

- критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;
- развитие любознательности, сообразительности при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- развитие внимательности, настойчивости, целеустремленности, умения преодолевать трудности – качеств весьма важных в практической деятельности любого человека;
- развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;
- воспитание чувства справедливости, ответственности;
- начало профессионального самоопределения, ознакомление с миром профессий, связанных с робототехникой.

Метапредметные результаты

Регулятивные универсальные учебные действия:

- принимать и сохранять учебную задачу;
- планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- формировать умения ставить цель – создание творческой работы, планировать достижение этой цели;
- осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- адекватно воспринимать оценку учителя;
- различать способ и результат действия;
- вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе ее оценки и учета характера сделанных ошибок;
- в сотрудничестве с учителем ставить новые учебные задачи;
- проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- осваивать способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- осуществлять поиск информации в индивидуальных информационных архивах учащегося, информационной среде образовательного учреждения, в федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- ориентироваться на разнообразие способов решения задач;
- осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;
- моделировать, преобразовывать объект из чувственной формы в модель, где выделены существенные характеристики объекта (пространственно-графическая или знаково-символическая);

- синтезировать, составлять целое из частей, в том числе самостоятельное достраивание с восполнением недостающих компонентов;
- выбирать основания и критерии для сравнения, сериации, классификации объектов;

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- выслушивать собеседника и вести диалог;
- признавать возможность существования различных точек зрения и права каждого иметь свою;
- планировать учебное сотрудничество с учителем и сверстниками — определять цели, функций участников, способов взаимодействия;
- осуществлять постановку вопросов — инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;
- разрешать конфликты – выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация;
- управлять поведением партнера — контроль, коррекция, оценка его действий;
- уметь с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- владеть монологической и диалогической формами речи.

Предметные результаты

По окончании обучения учащиеся должны

знать:

- правила безопасной работы;
- основные компоненты робототехнических конструкторов;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя графический язык программирования;
- виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе;
- конструктивные особенности различных роботов;
- как передавать программы NXT;
- как использовать созданные программы;
- приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов, и других объектов и т.д.;
- основные алгоритмические конструкции, этапы решения задач с использованием ЭВМ.

уметь:

- использовать основные алгоритмические конструкции для решения задач;
- конструировать различные модели; использовать созданные программы;
- применять полученные знания в практической деятельности;

владеть:

- навыками работы с роботами;
- навыками работы в средах программирования.

В результате освоения программы учащиеся научатся строить роботов и управлять ими.

Ожидаемым результатом всей деятельности является повышение интереса и мотивации учащихся к учению, развитие умения моделировать и исследовать процессы, повышение интереса к естественным наукам, информатике и математике среди учащихся 5 - 6 классов.

1.4. Содержание программы

"Робототехника: конструирование и программирование"

Содержание программы первого года обучения

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

№	Название темы, раздела	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
1	Инструктаж по ТБ	1	0	1	Опрос
2	Введение: информатика, кибернетика, робототехника	1	0	1	Опрос
3	Основы конструирования	4	12	16	Опрос
4	Моторные механизмы	4	12	16	Практическое задание, зачет
5	Трехмерное моделирование	1	3	4	Практическое задание, состязания роботов
6	Введение в робототехнику	6	24	30	Зачет
7	Основы управления роботом	4	16	20	Практическое задание, состязания роботов
8	Удаленное управление	2	6	8	Практическое задание, состязания роботов, зачет
9	Игры роботов	2	6	8	Практическое задание, состязания роботов, зачет
10	Состязания роботов	4	20	24	Практическое задание, турнир
11	Творческие проекты	2	8	10	Практическое задание, состязания роботов
12	Зачеты	2	4	6	Защита проекта
		33	111	144	

Первый год обучения

1. Инструктаж по ТБ.
2. Введение: информатика, кибернетика, робототехника.
3. Основы конструирования (Простейшие механизмы. Принципы крепления деталей. Рычаг. Зубчатая передача: прямая, коническая, червячная. Передаточное отношение. Ременная передача, блок. Колесо, ось. Центр тяжести. Измерения. Решение практических задач).
 - 3.1. Названия и принципы крепления деталей.
 - 3.2. Строительство высокой башни.
 - 3.3. Хватательный механизм.
 - 3.4. Виды механической передачи. Зубчатая и ременная передача. Передаточное отношение.
 - 3.5. Повышающая передача. Волчок.
 - 3.6. Понижающая передача. Силовая «крутилка».
 - 3.7. Редуктор. Осевой редуктор с заданным передаточным отношением
 - 3.8. Зачет.
4. Моторные механизмы (механизмы с использованием электромотора и батарейного блока.

Роботы-автомобили, тягачи, простейшие шагающие роботы)

- 4.1. Стационарные моторные механизмы.
- 4.2. Одномоторный гонщик.
- 4.3. Преодоление горки.
- 4.4. Робот-тягач.
- 4.5. Сумотори.
- 4.6. Шагающие роботы.
- 4.7. Маятник Капицы.
- 4.8. Зачет.
5. Трехмерное моделирование (Создание трехмерных моделей конструкций из Lego)
 - 5.1. Введение в виртуальное конструирование. Зубчатая передача.
 - 5.2. Простейшие модели.
6. Введение в робототехнику (Знакомство с контроллером NXT. Встроенные программы. Датчики. Среда программирования. Стандартные конструкции роботов. Колесные, гусеничные и шагающие роботы. Решение простейших задач. Цикл, Ветвление, параллельные задачи.)
 - 6.1. Знакомство с контроллером NXT.
 - 6.2. Одномоторная тележка.
 - 6.3. Встроенные программы.
 - 6.4. Двухмоторная тележка.
 - 6.5. Датчики.
 - 6.6. Среда программирования Robolab.
 - 6.7. Колесные, гусеничные и шагающие роботы.
 - 6.8. Решение простейших задач.
 - 6.9. Цикл, Ветвление, параллельные задачи.
 - 6.10. Кегельринг.
 - 6.11. Следование по линии.
 - 6.12. Путешествие по комнате.
 - 6.13. Поиск выхода из лабиринта.
7. Основы управления роботом (Эффективные конструкторские и программные решения классических задач. Эффективные методы программирования: регуляторы, события, параллельные задачи, подпрограммы, контейнеры и пр.)
 - 7.1. Релейный регулятор.
 - 7.2. Пропорциональный регулятор.
 - 7.3. Защита от застреваний.
 - 7.4. Траектория с перекрестками.
 - 7.5. Пересеченная местность.
 - 7.6. Обход лабиринта по правилу правой руки.
 - 7.7. Анализ показаний разнородных датчиков.
 - 7.8. Синхронное управление двигателями.
 - 7.9. Робот-барабанщик.
8. Удаленное управление (Управление роботом через bluetooth.)
 - 8.1. Передача числовой информации.
 - 8.2. Кодирование при передаче.
 - 8.3. Управление моторами через bluetooth.
 - 8.4. Устойчивая передача данных.
9. Игры роботов (Боулинг, футбол, баскетбол, командные игры с использованием инфракрасного мяча и других вспомогательных устройств. Использование удаленного управления. Проведение состязаний, популяризация новых видов робо-спорта.)
 - 9.1. «Царь горы».
 - 9.2. Управляемый футбол роботов.
 - 9.3. Теннис роботов.

- 9.4. Футбол с инфракрасным мячом (основы).
10. Состязания роботов (Подготовка команд для участия в состязаниях роботов различных уровней, вплоть до всемирных. Регулярные поездки. Использование микроконтроллеров NXT и RCX.)
- 10.1. Сумо.
- 10.2. Перетягивание каната.
- 10.3. Кегельринг.
- 10.4. Следование по линии.
- 10.5. Слалом.
- 10.6. Лабиринт.
- 10.7. Интеллектуальное сумо.
11. Творческие проекты² (Разработка творческих проектов на свободную тематику. Одиночные и групповые проекты. Регулярные выставки и поездки.)
- 11.1. Правила дорожного движения.
- 11.2. Роботы-помощники человека.
- 11.3. Роботы-артисты.
- 11.4. Свободные темы.

Содержание программы второго года обучения

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

№	Название темы, раздела	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
1	Инструктаж по ТБ	1	0	1	Опрос
2	Повторение. Основные понятия	1	2	3	Опрос
3	Базовые регуляторы	4	8	12	Практическое занятие
4	Пневматика	2	8	10	Практическое задание, зачет
5	Трехмерное моделирование	1	3	4	Практическое задание, состязания роботов
6	Программирование и робототехника	8	24	32	Работа над проектом
7	Элементы мехатроники	2	4	6	Практическое задание, состязания роботов, зачет
8	Решение инженерных задач	4	10	14	Практическое задание, состязания роботов, зачет
9	Альтернативные среды программирования	2	6	8	Практическое задание, защита проекта
10	Игры роботов	2	6	8	Практическое задание
11	Состязания роботов	4	20	24	Практическое задание, турнир
12	Среда программирования виртуальных роботов Seebot	2	8	10	Практическое задание, состязания роботов
13	Творческие проекты	2	4	6	Защита проекта
14	Зачеты	2	4	6	
	Итого	37	107	144	

² Может быть вынесено в отдельный курс «Творческая лаборатория».

Второй год обучения

1. Инструктаж по ТБ.
2. Повторение. Основные понятия (передаточное отношение, регулятор, управляющее воздействие и др.).
3. Базовые регуляторы (Задачи с использованием релейного многопозиционного регулятора, пропорционального регулятора).
 - 3.1. Следование за объектом. Одномоторная тележка. Контроль скорости. П-регулятор.
 - 3.2. Двухмоторная тележка. Следование по линии за объектом. Безаварийное движение.
 - 3.3. Обезд объекта. Слалом.
 - 3.4. Движение по дуге с заданным радиусом. Спираль.
 - 3.5. Вывод данных на экран. Работа с переменными.
 - 3.6. Следование вдоль стены. ПД-регулятор.
 - 3.7. Поворот за угол. Сглаживание. Фильтр первого рода.
 - 3.8. Управление положением серводвигателей.
4. Пневматика³ (Построение механизмов, управляемых сжатым воздухом. Использование помп, цилиндров, баллонов, переключателей и т.п.)
 - 4.1. Пресс
 - 4.2. Грузоподъемники
 - 4.3. Евроокна
 - 4.4. Регулируемое кресло
 - 4.5. Манипулятор
 - 4.6. Штамповщик
 - 4.7. Электронасос
 - 4.8. Автоматический регулятор давления
5. Трехмерное моделирование (Создание трехмерных моделей конструкций из Lego)
 - 5.1. Проекция и трехмерное изображение.
 - 5.2. Создание руководства по сборке.
 - 5.3. Ключевые точки.
 - 5.4. Создание отчета.
6. Программирование и робототехника (Эффективные конструкторские и программные решения классических задач. Эффективные методы программирования и управления: регуляторы, события, параллельные задачи, подпрограммы, контейнеры и пр. Сложные конструкции: дифференциал, коробка передач, транспортировщики, манипуляторы, маневренные шагающие роботы и др.)
 - 6.1. Траектория с перекрестками.
 - 6.2. Поиск выхода из лабиринта.
 - 6.3. Транспортировка объектов.
 - 6.4. Эстафета. Взаимодействие роботов.
 - 6.5. Шестиногий маневренный шагающий робот.
 - 6.6. Ралли по коридору. Рулевое управление и дифференциал.
 - 6.7. Скоростная траектория. Передаточное отношение и ПД-регулятор.
 - 6.8. Плавающий коэффициент. Кубический регулятор.
7. Элементы мехатроники (управление серводвигателями, построение робота-манипулятора)
 - 7.1. Принцип работы серводвигателя.
 - 7.2. Сервоконтроллер.
 - 7.3. Робот-манипулятор. Дискретный регулятор.
8. Решение инженерных задач (Сбор и анализ данных. Обмен данными с компьютером. Простейшие научные эксперименты и исследования.)
 - 8.1. Подъем по лестнице.

³ При наличии конструкторов 9641. Возможно перемещение в отдельный курс «Физика роботов».

- 8.2. Постановка робота-автомобиля в гараж.
- 8.3. Погоня: лев и антилопа.
- 9. Альтернативные среды программирования (Изучение различных сред и языков программирования роботов на базе NXT.)
 - 9.1. Структура программы.
 - 9.2. Команды управления движением.
 - 9.3. Работа с датчиками.
 - 9.4. Ветвления и циклы.
 - 9.5. Переменные.
 - 9.6. Подпрограммы.
 - 9.7. Массивы данных.
- 10. Игры роботов (Теннис, футбол, командные игры с использованием инфракрасного мяча и других вспомогательных устройств. Программирование удаленного управления. Проведение состязаний, популяризация новых видов робо-спорта.)
 - 10.1. Управляемый футбол.
 - 10.2. Теннис.
 - 10.3. Футбол с инфракрасным мячом. Пенальти.
- 11. Состязания роботов (Подготовка команд для участия в состязаниях роботов различных уровней, вплоть до всемирных. Регулярные поездки. Использование различных контроллеров).
 - 11.1. Интеллектуальное Сумо.
 - 11.2. Кегельринг-макро.
 - 11.3. Следование по линии.
 - 11.4. Лабиринт.
 - 11.5. Слалом.
 - 11.6. Дорога-2.
 - 11.7. Эстафета.
 - 11.8. Лестница.
 - 11.9. Канат.
 - 11.10. Инверсная линия.
 - 11.11. Гонки шагающих роботов.
 - 11.12. Международные состязания роботов (по правилам организаторов).
- 12. Среда программирования виртуальных роботов Ceebot.
 - 12.1. Знакомство с языком Cbot. Управление роботом.
 - 12.2. Транспортировка объектов.
 - 12.3. Радар. Поиск объектов.
 - 12.4. Циклы. Ветвления.
 - 12.5. Цикл с условием. Ожидание события.
 - 12.6. Ориентация в лабиринте. Правило правой руки.
 - 12.7. Ралли по коридору.
 - 12.8. ПД-регулятор с контролем скорости.
 - 12.9. Летательные аппараты.
 - 12.10. Тактика воздушного боя.
- 13. Творческие проекты⁴ (Разработка творческих проектов на свободную тематику. Одиночные и групповые проекты. Регулярные выставки, доклады и поездки.)
 - 13.1. Человекоподобные роботы.
 - 13.2. Роботы-помощники человека.
 - 13.3. Роботизированные комплексы.
 - 13.4. Охранные системы.
 - 13.5. Защита окружающей среды.

⁴ Может быть перенесено в отдельный курс «Творческая лаборатория».

- 13.6. Роботы и искусство.
- 13.7. Роботы и туризм.
- 13.8. Правила дорожного движения.
- 13.9. Роботы и космос.
- 13.10. Социальные роботы.
- 13.11. Свободные темы.

Содержание программы третьего года обучения

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

№	Название темы, раздела	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
1	Инструктаж по ТБ	1	0	1	Опрос
2	Повторение. Основные понятия	1	2	3	Опрос
3	Знакомство с языком RobotC	4	12	16	Практическое задание
4	Применение регуляторов	6	12	18	Практическое задание
5	Элементы теории автоматического управления	8	16	24	Практическое задание, зачет
6	Роботы-андроиды	4	14	18	Практическое задание, состязания роботов, показательные выступления
7	Трехмерное моделирование	1	3	4	Защита проекта
8	Решение инженерных задач	8	16	24	Практическое задание, защита проекта
9	Знакомство с языком Си для роботов	8	20	28	Практическое задание, зачет
10	Сетевое взаимодействие роботов	6	12	18	Практическое задание, зачет
11	Основы технического зрения	5	7	12	Практическое задание,
12	Игры роботов	4	8	12	Практическое задание, турнир
13	Состязания роботов	4	20	24	Практическое задание, состязания роботов
14	Творческие проекты	2	6	8	Защита проекта
15	Зачеты	2	4	6	Защита проекта
		64	152	216	

Третий год обучения

1. Инструктаж по ТБ.
2. Повторение. Основные понятия (передаточное отношение, регулятор, управляющее воздействие и др.).
3. Знакомство с языком RobotC.
 - 3.1. Вывод на экран.
 - 3.2. Управление моторами. Встроенные энкодеры.
 - 3.3. Графика на экране контроллера.
 - 3.4. Работа с датчиками. Вывод графиков показаний на экран.
 - 3.5. Подпрограммы: функции с параметрами.

- 3.6. Косвенная рекурсия. Алгоритм «Ханойские башни».
- 3.7. Массивы. Запоминание положений энкодера.
- 3.8. Параллельные задачи. Воспроизведение положений энкодера.
- 3.9. Операции с файлами.
- 3.10. Запоминание пройденного пути в файл. Воспроизведение.
- 3.11. Множественный выбор. Конечный автомат.
- 4. Применение регуляторов (задачи стабилизации, поиска объекта, движение по заданному пути).
 - 4.1. Следование за объектом.
 - 4.2. Следование по линии.
 - 4.3. Следование вдоль стенки.
 - 4.4. Управление положением серводвигателей.
 - 4.5. Перемещение манипулятора.
- 5. Элементы ТАУ (релейный многопозиционный регулятор, пропорциональный регулятор, дифференциальный регулятор, кубический регулятор, плавающие коэффициенты, периодическая синхронизация, фильтры)
 - 5.1. Релейный многопозиционный регулятор.
 - 5.2. Пропорциональный регулятор.
 - 5.3. Пропорционально-дифференциальный регулятор.
 - 5.4. Стабилизация скоростного робота на линии.
 - 5.5. Фильтры первого рода.
 - 5.6. Движение робота вдоль стенки.
 - 5.7. Движение по линии с двумя датчиками.
 - 5.8. Кубический регулятор.
 - 5.9. Преодоление резких поворотов.
 - 5.10. Плавающие коэффициенты.
 - 5.11. Гонки по линии.
 - 5.12. Периодическая синхронизация двигателей.
 - 5.13. Шестиногий шагающий робот.
 - 5.14. ПИД-регулятор.
- 6. Роботы-андроиды⁵ (построение и программирование роботов на основе сервоприводов, сервоконтроллеров и модулей датчиков)
 - 6.1. Шлагбаум.
 - 6.2. Мини-манипулятор.
 - 6.3. Серво постоянного вращения.
 - 6.4. Колесный робот в лабиринте.
 - 6.5. Мини-андроид.
 - 6.6. Робот-собачка.
 - 6.7. Робот-гусеница.
 - 6.8. Трехпальцевый манипулятор.
 - 6.9. Роботы-пауки.
 - 6.10. Роботы-андроиды.
 - 6.11. Редактор движений.
 - 6.12. Удаленное управление по bluetooth.
 - 6.13. Взаимодействие роботов.
- 7. Трехмерное моделирование (Создание трехмерных моделей конструкций из Lego)
 - 7.1. Проекция и трехмерное изображение.
 - 7.2. Создание руководства по сборке.
 - 7.3. Ключевые точки.
 - 7.4. Создание отчета.

⁵ При наличии конструкторов Bioloid. Может быть выделено в отдельный курс «Андроидные роботы».

8. Решение инженерных задач (Сбор и анализ данных. Обмен данными с компьютером. Простейшие научные эксперименты и исследования.)
 - 8.1. Стабилизация перевернутого маятника на тележке.
 - 8.2. Исследование динамики робота-сигвея.
 - 8.3. Постановка робота-автомобиля в гараж.
 - 8.4. Оптимальная парковка робота-автомобиля.
 - 8.5. Ориентация робота на местности.
 - 8.6. Построение карты.
 - 8.7. Погоня: лев и антилопа.
9. Знакомство с языком Си⁶ (Изучение различных сред с языком программирования Си для микроконтроллеров.)
 - 9.1. Структура программы.
 - 9.2. Команды управления движением.
 - 9.3. Работа с датчиками.
 - 9.4. Ветвления и циклы.
 - 9.5. Переменные.
 - 9.6. Подпрограммы.
 - 9.7. Массивы данных.
10. Сетевое взаимодействие роботов (Устойчивая передача данных, распределенные системы, коллективное взаимодействие.)
 - 10.1. Устойчивая передача данных по каналу Bluetooth.
 - 10.2. Распределенные системы.
 - 10.3. Коллективное поведение.
11. Основы технического зрения⁷ (использование бортовой и беспроводной веб-камеры)
 - 11.1. Поиск объектов.
 - 11.2. Слежение за объектом.
 - 11.3. Следование по линии.
 - 11.4. Передача изображения.
 - 11.5. Управление с компьютера.
12. Игры роботов (Футбол: командные игры с использованием инфракрасного мяча и других вспомогательных устройств. Программирование коллективного поведения и удаленного управления. Простейший искусственный интеллект. Проведение состязаний, популяризация новых видов робо-спорта.)
 - 12.1. Автономный футбол с инфракрасным мячом.
 - 12.2. Теннис роботов.
 - 12.3. Футбол роботов.
13. Состязания роботов (Подготовка команд для участия в состязаниях роботов различных уровней, вплоть до всемирных. Регулярные поездки. Использование различных контроллеров)
 - 13.1. Интеллектуальное Сумо.
 - 13.2. Кегельринг-макро.
 - 13.3. Следование по линии.
 - 13.4. Лабиринт.
 - 13.5. Слалом.
 - 13.6. Дорога-2.
 - 13.7. Эстафета.
 - 13.8. Лестница.
 - 13.9. Канат.

⁶ При наличии микроконтроллеров. Возможно перемещение в отдельный курс «Радиоэлектронные системы управления».

⁷ При наличии необходимого оборудования и подготовки преподавателя. Может быть перенесено в отдельный курс по техническому зрению.

- 13.10. Инверсная линия.
 - 13.11. Гонки шагающих роботов.
 - 13.12. Линия-профи.
 - 13.13. Гонки балансирующих роботов-сигвеев.
 - 13.14. Международные состязания роботов (по правилам организаторов).
 - 13.15. Танцы роботов-андроидов.
 - 13.16. Полоса препятствий для андроидов.
14. Творческие проекты (Разработка творческих проектов на свободную тематику. Одиночные и групповые проекты. Регулярные выставки, доклады и поездки.)
- 14.1. Человекоподобные роботы.
 - 14.2. Роботы-помощники человека.
 - 14.3. Роботизированные комплексы.
 - 14.4. Охранные системы.
 - 14.5. Защита окружающей среды.
 - 14.6. Роботы и искусство.
 - 14.7. Роботы и туризм.
 - 14.8. Правила дорожного движения.
 - 14.9. Роботы и космос.
 - 14.10. Социальные роботы.
 - 14.11. Свободные темы.

1.5. Формы аттестации

- В течение курса предполагаются регулярные зачеты, на которых решение поставленной заранее известной задачи принимается в свободной форме (не обязательно предложенной преподавателем). При этом тематические состязания роботов также являются методом проверки, и успешное участие в них освобождает от соответствующего зачета.
- По окончании курса учащиеся защищают творческий проект, требующий проявить знания и навыки по ключевым темам. Лучшие творческие проекты учеников, выполненные в течение учебного курса представляются на защите творческих проектов гимназии.
- По окончании каждого года проводится переводной зачет, а в начале следующего он дублируется для вновь поступающих.
- Кроме того, полученные компетенции проверяются на открытых конференциях и международных состязаниях, куда направляются наиболее успешные ученики.
- Возможна организация собственных открытых состязаний роботов (например, командный футбол роботов и т.п.) с привлечением участников из других учебных заведений.

2. Комплекс организационно-педагогических условий

2.1. Методическое обеспечение

Основная форма занятий

Преподаватель ставит новую техническую задачу, решение которой ищется совместно. При необходимости выполняется эскиз конструкции. Если для решения требуется программирование, учащиеся самостоятельно составляют программы на компьютерах (возможно по предложенной преподавателем схеме). Далее учащиеся работают в группах по 2 человека, ассистент преподавателя (один из учеников) раздает помогает с организацией получения необходимого оборудования. Проверив наличие основных деталей, учащиеся приступают к созданию роботов. При необходимости преподаватель раздает учебные карточки со всеми этапами сборки (или выводит изображение этапов на большой

экран с помощью проектора). Программа загружается учащимися из компьютера в контроллер готовой модели робота, и проводятся испытания на специально подготовленных полях. При необходимости производится модификация программы и конструкции. На этом этапе возможно разделение ролей на конструктора и программиста. По выполнении задания учащиеся делают выводы о наиболее эффективных механизмах и программных ходах, приводящих к решению проблемы. Удавшиеся модели снимаются на фото и видео. На заключительной стадии полностью разбираются модели роботов и укомплектовываются конструкторы, которые принимает ассистент. Фото- и видеоматериал по окончании урока размещается на специальном школьном сетевом ресурсе для последующего использования учениками.

Дополнительная форма занятий

Для закрепления изученного материала, мотивации дальнейшего обучения и выявления наиболее способных учеников регулярно проводятся состязания роботов. Состязания проводятся по следующему регламенту.

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

Методы организации учебного процесса

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

2.2. Условия реализации программы

Занятия могут проводиться либо в учебных кабинетах гимназии (лекции) с использованием технического комплекса -мобильного класса, либо в кабинете информатики.

Для успешной реализации программы необходимы:

1. Конструктор ПервоРобот LEGO® WeDo™ (LEGO Education WeDo)
2. Программное обеспечение «LEGO Education WeDo Software »
3. Инструкции по сборке (в электронном виде CD)
4. Книга для учителя (в электронном виде CD)
5. Персональные компьютеры
6. Интерактивная доска, проектор
7. Конструктор LEGO® «Построй свою историю»
8. Программное обеспечение LEGO «Построй свою историю».
9. Методическое обеспечение для учителя (в электронном виде CD)

10. Цифровой фотоаппарат, веб-камера, планшет.
11. Конструкторы(наборы) на базе arduino (ред.)
12. Программное обеспечение arduino ide
13. Конструкторы Lego Mindstorms EV3
14. Программное обеспечение Lego Mindstorms EV3.

Количество персональной техники варьируется в зависимости от численности состава учебной группы.

2.3. Календарный учебный график

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 учебных часа (144 часа) в первый и второй год обучения и 3 раза в неделю в 3 год обучения (216 часов).

Первый год обучения

№	Месяц	Число	Время	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения и техническое оснащение	Форма контроля
1				Лекция		Инструктаж по ТБ	Компьютерный класс, конструкторы	Опрос
2				Лекция		Введение: информатика, кибернетика, робототехника	Компьютерный класс, конструкторы для демонстрации	Опрос
3				Лекция, беседа, практикум		Основы конструирования	Конструктор 9632 "Технология и физика", методическое пособие, рабочие листы, поля	Практическое задание, зачет
4				Лекция, беседа, практикум		Моторные механизмы	Конструкторы 9632 "Технология и физика", 9628 "Моторные механизмы", методическое пособие, рабочие листы, поля	Практическое задание, состязания роботов
5				Лекция, практикум		Трехмерное моделирование	Компьютерный класс,, ПО: Ldraw, MLCad, Lego Digital Designer, Microsoft Power Point	Зачет
6				Лекция, практикум		Введение в робототехнику	Компьютерный класс,, Конструктор 9797 "Lego Mindstorms NXT" ПО "Lego Mindstorms NXT Edu", дополнительные датчики, поля методическое пособие	Практическое задание, состязания роботов
7				лекция, инд. задание		Основы управления роботом	Конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT" 9648 "Ресурсный набор" 9794 "Автоматизированные устройства" Дополнительные устройства и датчики, поля ПО: Robolab 2.9	Практическое задание, состязания роботов, зачет
8				Лекция, практикум		Удаленное управление	Компьютерная база, Конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT" 9648 "Ресурсный набор" Дополнительные устройства и датчики, поля, ПО: Robolab 2.9	Практическое задание, состязания роботов, зачет

9				Лекция, тренировка, турнир		Игры роботов	Компьютерный класс,, Конструкторы 9797 ”Lego Mindstorms NXT” 9648 “Ресурсный набор” Дополнительные устройства и датчики, поля	Практическое задание, турнир
10				Лекция, тренировка, турнир		Состязания роботов	Компьютерный класс,, Конструкторы 9797 ”Lego Mindstorms NXT” 9648 “Ресурсный набор” 9786, 9794 “Автоматизированные устройства“, дополнительные устройства и датчики, поля ПО “Robolab 2.9” и др.	Практическое задание, состязания роботов
11				Инд. задание		Творческие проекты	Компьютерная база, весь спектр имеющегося оборудования и ПО для робототехники	Защита проекта

Второй год обучения

№	Месяц	Число	Время	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения и техническое оснащение	Форма контроля
1				Лекция		Инструктаж по ТБ	Учебный кабинет	Опрос
2				Лекция, практикум		Повторение. Основные понятия.	Компьютерный кабинет, конструкторы для демонстрации	Опрос
3				Беседа, практикум		Базовые регуляторы	Компьютерный класс,, Конструкторы 9797 ”Lego Mindstorms NXT” 9648 “Ресурсный набор” 9794 “Автоматизированные устройства“ Дополнительные устройства и датчики, поля ПО: Robolab 2.9	Практическое задание, состязания роботов, зачет
4				Лекция, беседа, практикум		Пневматика	Конструкторы 9641 “Пневматика”, 9632 “Технология и физика”, 9628 “Моторные механизмы”, методическое пособие, рабочие листы, поля	Практическое задание, состязания роботов
5				Лекция, практикум		Трехмерное моделирование	Компьютерный класс, ПО: Ldraw, MLCad, Lego Digital Designer, Microsoft Power Point	Защита проекта
6				Лекция, беседа, практикум, инд.		Программирование и робототехника	Компьютерная база, Конструкторы 9797 ”Lego Mindstorms NXT”, 9648 “Ресурсный набор”,	Практическое задание, состязания

				задание		9786, 9794 “Автоматизированные устройства“, Дополнительные устройства и датчики, поля ПО “Robolab 2.9”, RobotC	я роботов, зачет
7					Элементы мехатроники	Компьютерный класс, Конструкторы 9797 ”Lego Mindstorms NXT”, контроллеры и датчики Mindsensors, серводвигатели, конструкторы Bioloid Beginner Kit, подручные материалы	Практическое задание, состязания роботов, зачет
8				лекция, инд. задание	Решение инженерных задач	Компьютерный класс, Конструкторы 9797 ”Lego Mindstorms NXT” 9648 “Ресурсный набор” 9641 “Пневматика” 9786, 9794 “Автоматизированные устройства“, конструктор металлический. Дополнительные устройства и датчики, поля ПО: Robolab 2.9	Практическое задание, защита проекта
9				Лекция, практикум	Альтернативные среды программирования	Компьютерный класс, Конструкторы 9797 ”Lego Mindstorms NXT” 9648 “Ресурсный набор” Дополнительные устройства и датчики, поля ПО: RobotC, BricxCC и др.	Практическое задание
10				Лекция, тренировка, турнир	Игры роботов	Компьютерный класс, Конструкторы 9797 ”Lego Mindstorms NXT” 9648 “Ресурсный набор” и др. Дополнительные устройства и датчики, поля	Практическое задание, турнир
12				Лекция, тренировка, турнир	Состязания роботов	Конструкторы 9797 ”Lego Mindstorms NXT” 9648 “Ресурсный набор” 9794 “Автоматизированные устройства“, дополнительные устройства и датчики, поля, ПО “Robolab 2.9”, RobotC и др.	Практическое задание, состязания роботов
13				Инд. задание	Творческие проекты	Компьютерная база ГИМНАЗИИ, весь спектр имеющегося оборудования и ПО для робототехники	Защита проекта

Третий год обучения

№	Месяц	Число	Время	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения и техническое оснащение	Форма контроля
1				Лекция		Инструктаж по ТБ	Компьютерный класс,	Опрос
2				Лекция		Повторение. Основные понятия	Компьютерный класс,, конструкторы для демонстрации	Опрос
3				Лекция, беседа, практикум		Знакомство с языком RobotC	Компьютерная база, Конструктор 9797 "Lego Mindstorms NXT" ПО "RobotC 3.0", дополнительные датчики, поля, методическое пособие	Практическое задание, состязания роботов
4				Лекция, беседа, практикум		Применение регуляторов	Компьютерный класс,, Конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT" 9648 "Ресурсный набор" 9641 "Пневматика", Дополнительные устройства и датчики, поля ПО "Robolab 2.9", RobotC	Практическое задание
5				Лекция, беседа, практикум		Элементы теории автоматического управления	Компьютерный класс, Конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT" 9648 "Ресурсный набор" 9641 "Пневматика", Дополнительные устройства и датчики, поля ПО "Robolab 2.9", RobotC, NXT OSEK	Практическое задание, зачет
6				Лекция, беседа, практикум		Роботы-андроиды	Компьютерный класс, Конструкторы Bioloïd, конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT", контроллеры и датчики Mindsensors, серводвигатели, подручные материалы	Практическое задание, состязания роботов, показательные выступления
7				Лекция, практикум		Трехмерное моделирование	Компьютерный класс,, ПО: Ldraw, MLCad, Lego Digital Designer, Microsoft Power Point	Защита проекта
8				Лекция, инд. задание		Решение инженерных задач	Компьютерная база ГИМНАЗИИ, Конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT" 9648 "Ресурсный набор" 9641 "Пневматика" 9794 "Автоматизированные устройства" Дополнительные устройства и датчики, поля ПО: Robolab 2.9, RobotC	Практическое задание, защита проекта

9				Лекция, практикум	Знакомство с языком Си для роботов	Компьютерный класс, Конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT" 9648 "Ресурсный набор" и др. Дополнительные устройства и датчики, поля ПО: RobotC, CeeBot, BricxCC	Практическое задание, зачет
10				Лекция, практикум	Сетевое взаимодействие роботов	Компьютерная база, Конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT" 9648 "Ресурсный набор" и др. Дополнительные устройства и датчики Hitechnic, поля ПО: RobotC, CeeBot, BricxCC	Практическое задание, зачет
11				Лекция, практикум	Основы технического зрения	Компьютерный класс, Конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT" 9648 "Ресурсный набор" и др. видеочамера Mindsensors, поля ПО: RobotC, Robolab 2.9	Практическое задание,
12				Лекция, тренировка, турнир	Игры роботов	Компьютерная база ГИМНАЗИИ, Конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT" 9648 "Ресурсный набор" Дополнительные устройства и датчики Mindsensors и Hitechnic, поля	Практическое задание, турнир
13				Лекция, тренировка, турнир	Состязания роботов	Компьютерная база ГИМНАЗИИ, Конструкторы 9797 "Lego Mindstorms NXT" 9684 "Ресурсный набор" 9786, 9794 "Автоматизированные устройства", дополнительные устройства и датчики, поля ПО "Robolab 2.9", RobotC и др.	Практическое задание, состязания роботов
14				Инд. задание	Творческие проекты	Компьютерная база ГИМНАЗИИ, весь спектр имеющегося оборудования и ПО для робототехники	Защита проекта

2.4. Оценочные материалы

Ожидаемые результаты и способы определения их результативности

Результатом занятий робототехникой будет способность учащихся к самостоятельному решению ряда задач с использованием образовательных робототехнических конструкторов, а также создание творческих проектов. Конкретный

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

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

Наиболее ярко результат проявляется в успешных выступлениях на внешних состязаниях роботов и при создании защите самостоятельного творческого проекта. Это также отражается в рейтинговой таблице.

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

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

2.5. Список литературы и электронных ресурсов

Для педагога

1. Робототехника для детей и родителей. С.А.Филиппов. СПб: Наука, 2013.
2. Санкт-Петербургские олимпиады по кибернетике М.С.Ананьевский, Г.И.Болтунов, Ю.Е.Зайцев, А.С.Матвеев, А.Л.Фрадков, В.В.Шиегин. Под ред. А.Л.Фрадкова, М.С.Ананьевского. СПб.: Наука, 2006.
3. Журнал «Компьютерные инструменты в школе». «Основы робототехники на базе конструктора Lego Mindstorms NXT».
4. The LEGO MINDSTORMS NXT Idea Book. Design, Invent, and Build by Martijn Boogaarts, Rob Torok, Jonathan Daudelin, et al. San Francisco: No Starch Press, 2007.
5. LEGO Technic Tora no Maki, ISOGAWA Yoshihito, Version 1.00 Isogawa Studio, Inc., 2007, <http://www.isogawastudio.co.jp/legostudio/toranomaki/en/>.
6. Копосов Д.Г., Первый шаг в робототехнику: практикум для 5-6 классов
7. Копосов Д.Г., Первый шаг в робототехнику: рабочая тетрадь для 5-6 классов / Д.Г.Копосов – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 – 87 с.
8. Engineering with LEGO Bricks and ROBOLAB. Third edition. Eric Wang. College House Enterprises, LLC, 2007.
9. The Unofficial LEGO MINDSTORMS NXT Inventor's Guide. David J. Perdue. San Francisco: No Starch Press, 2007.
10. <http://www.legoeducation.info/nxt/resources/building-guides/>
11. <http://www.legoengineering.com/>
12. <http://www.mindstorms.su>
13. • <http://www.gruppa-prolif.ru/content/view/23/44/>
• <http://robotics.ru/>
• <http://ar.rise-tech.com/Home/Introduction>
• http://www.prorobot.ru/lego/robototehnika_v_shkole_6-8_klass.php
• <http://www.prorobot.ru/lego.php>
• <http://robotor.ru>

Для детей и родителей

14. Робототехника для детей и родителей. С.А.Филиппов. СПб: Наука, 2013.
15. Копосов Д.Г., Первый шаг в робототехнику: практикум для 5-6 классов
16. Копосов Д.Г., Первый шаг в робототехнику: рабочая тетрадь для 5-6 классов / Д.Г.Копосов – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 – 87 с.
17. Санкт-Петербургские олимпиады по кибернетике М.С.Ананьевский, Г.И.Болтунов, Ю.Е.Зайцев, А.С.Матвеев, А.Л.Фрадков, В.В.Шиегин. Под ред. А.Л.Фрадкова, М.С.Ананьевского. СПб.: Наука, 2006.
18. Журнал «Компьютерные инструменты в школе», подборка статей за 2010 г. «Основы робототехники на базе конструктора Lego Mindstorms NXT».
19. Я, робот. Айзек Азимов. Серия: Библиотека приключений. М: Эксмо, 2002.