

## **Пояснительная записка**

Каждое новое поколение требует все большего развития ресурсов как интеллектуальных, так и технических. В начале тысячелетия с новым витком развития информационных и электронно-цифровых технологий в большинстве стран робототехника стала занимать существенное место в школьном и университетском образовании, подобно тому, как информатика появилась в конце прошлого века и потеснила обычные предметы. По всему миру проводятся конкурсы и состязания роботов для школьников и студентов: научно-технический фестиваль «Мобильные роботы» им. профессора Е.А. Девянина с 1999 г., игры роботов «Евробот» – с 1998 г., международные состязания роботов в России – с 2002 г., всемирные состязания роботов в странах Азии – с 2004 г., футбол роботов Robocup с 1993 г. и т.д. Лидирующие позиции в области школьной робототехники на сегодняшний день занимает фирма Lego (подразделение Lego Education) с образовательными конструкторами серии Mindstorms. В некоторых странах (США, Япония, Корея и др.) при изучении робототехники используются и более сложные кибернетические конструкторы.

Данная программа дополнительного образования предполагает освоение школьниками среднего звена основ работы с конструкторами Lego Mindstorms. Программа не требует от учащихся наличия знаний и умений, выходящих за рамки школьной программы.

Программа отвечает образовательным запросам учащихся, ориентирована на практическое освоение технологий и познание теории через практику. Такое обучение затрагивает рефлексивно-личностную и рефлексивно-коммуникативную сферы школьников, способствует активному освоению основных понятий и принципов информатики, включению в освоение современных технологических алгоритмов, социализации личности. Кроме того, активизация познавательного процесса позволяет учащимся более полно выражать свой творческий потенциал и реализовывать собственные идеи в изучаемой области знаний, создаёт предпосылки по применению освоенных приёмов работы в других учебных курсах, а также способствует возникновению дальнейшей мотивации, направленной на освоение IT-профессий.

### **Направленность**

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

### **Актуальность и новизна программы**

Развитие современной науки в целом, индустрии технологий, в частности, выдвигает перед подрастающим поколением настоящие требования по овладению знаниями в области цифровых и роботизированных систем, а также по свободному ориентированию в многообразии появляющихся технических разработок.

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 позволяют говорить об изменении среды обитания человека. Авторитетными группами международных экспертов область взаимосвязанных роботизированных систем признана приоритетной, несущей потенциал революционного технологического прорыва 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 Санкт-Петербурга 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 детском образовании в сфере робототехники. Заполнить пробел между детскими увлечениями и серьезной ВУЗовской подготовкой позволяет изучение робототехники если не в школе, то на базе учреждений дополнительного образования детей, используя специальные образовательные конструкторы.

Прохождение курса по работе с робототехникой дает возможность научиться создавать свои собственные модели и программировать их по своему усмотрению; учит работать с роботами — устройствами, которые могут моделировать какой-либо реальный объект и действовать по заложенной в него программе. Основной частью комплекта конструктора является микроконтроллер NXT 2.0, с помощью которого модель может получать данные из окружающей среды при помощи датчиков (света, касания и т.д.), реагировать на получаемые данные движением, подачей звукового сигнала и др.

Основу программы составляет практическая и продуктивная направленность занятий, способствующая обогащению эмоционального, интеллектуального и творческого опыта учащихся.

Реализация творческих замыслов учащихся осуществляется поэтапно:

- на первом этапе создаются простейшие механические модели;
- на втором этапе изучаются способы их программирования;
- на третьем этапе особое внимание уделяется программированию сложных роботомеханизмов.

Освоение методов (приёмов) и способов работы с конструкторами осуществляется в процессе практического конструирования роботов, близких к реалиям жизни школьника. Такой подход гарантирует дальнюю мотивацию и высокую результативность обучения.

### **Педагогическая целесообразность**

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

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

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

## **Цель программы**

- овладеть системой базовых знаний теоретических основ современных информационных технологий;
- понять общие принципы работы с конструкторами и механизмами;
- знать назначение и возможности программирования роботов;
- приобрести навыки работы с приложениями, предназначенными для создания программного обеспечения роботов;
- научиться эффективно использовать соответствующие аппаратное и программное обеспечения компьютера;
- реализовывать способности учащихся в ходе моделирования и конструирования;
- создать условия для мотивации, подготовки и профессиональной ориентации школьников для возможного продолжения учебы в ВУЗах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанным с робототехникой.

## **Задачи программы**

### ***Обучающие***

- использовать современные разработки по робототехнике в области образования, организуя на их основе активную внеурочную деятельность учащихся;
- сформировать знания о применении персональных компьютеров в области программирования роботов;
- познакомить и обучить учащихся работе с Lego Mindstorms Education NXT и Robolab;
- познакомить с основными понятиями и терминами робототехники;
- реализовать межпредметные связи с физикой, информатикой и математикой;
- освоить технологии конструирования и моделирования роботов на базе конструкторов;
- обучить основным понятиям и алгоритмам программирования и способам их применения;
- сформировать знания о возможностях использования роботов в различных сферах жизнедеятельности человека;
- находить с учащимися решение ряда кибернетических задач, результатом каждой из которых будет работающий механизм или робот с автономным управлением.

### ***Развивающие***

- развивать у школьников инженерный тип мышления, навыки конструирования, программирования и эффективного использования кибернетических систем;
- развивать мелкую моторику, внимательность, аккуратность и изобретательность;
- сформировать навык работы с элементами конструкторов;
- формировать и совершенствовать технические навыки работы с робототехническими системами;
- развивать мотивацию, в том числе через организацию конкурсов и состязаний роботов, личности подростка к познанию и творчеству, способность к самообучению;
- развивать художественно-эстетических вкус детей, креативное мышление и пространственное воображение;
- в рамках предоставленных инструментов и знаний развивать у подростков способности выражения эмоций, индивидуальности и мироощущения.
- развивать творческие способности учащихся: творческое воображение, фантазию, способность к самовыражению;

- формировать общеучебные умения: логическое и алгоритмическое мышление, навыки самообучения.

### **Воспитательные**

- формировать коммуникативную культуру подростков;
- формировать навыки проектного мышления и стремление к получению качественного законченного результата, а также мотивацию к изобретательству;
- воспитывать чувство товарищества и умение работать как индивидуально, так и в коллективе;
- способствовать приобщению детей к общечеловеческим культурным ценностям;
- создать условия для духовного развития личности каждого ребенка.

**Возраст учащихся:** от 10 до 16 лет.

Программа может быть скорректирована в зависимости от возраста учащихся. Некоторые темы взаимосвязаны со школьным курсом и могут с одной стороны служить пропедевтикой, с другой стороны опираться на него. 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.

**Количество учащихся в группе:** до 10 человек.

**Режим занятий:** 2 часа в неделю, сокращенная программа рассчитана на 1 года и предусматривает 64 часа обучения.

**Форма организации занятий:** индивидуальные в малых группах.

Основной тип занятий — практикум. Все задания курса выполняются с помощью конструкторов Lego, персонального компьютера и необходимых дополнительных средств. Каждая тема курса начинается с постановки задачи — характеристики объекта, который предстоит создать учащимся. В ходе выполнения задания справочная литература, иллюстрации, опыт педагога позволяют оперативно получать дополнительную информацию. Соответствие созданного продукта с ожидаемым результатом завершается переходом на новый, более сложный уровень работы.

**Формы и методы проведения занятий:** рассказ, беседа, обсуждение, демонстрация, объяснение, практическая работа на поле и на ПК, анализ действий и ошибок, самостоятельная работа.

Отбор методов обучения обусловлен необходимостью формирования информационной, технической и коммуникативной компетентности учащихся.

### **Ожидаемые результаты**

В рамках данной программы учащиеся овладевают следующими знаниями, умениями и способами деятельности:

- владеют системой базовых знаний теоретических основ современных информационных технологий;
- владеют общими принципами работы с конструкторами и механизмами;
- знают назначение и возможности программирования роботов;
- приобретают навыки работы с приложениями, предназначенными для создания программного обеспечения роботов;
- обучены эффективно использовать соответствующие аппаратное и программное обеспечения компьютера;
- реализуют способности в ходе моделирования и конструирования;

- владеют приёмами организации и самоорганизации работы;
- имеют положительный опыт коллективного сотрудничества;
- овладевают процедурой самооценки знаний и деятельности и корректируют дальнейшую деятельность по конструированию роботов.

### **Определение результативности**

Предметом диагностики и контроля усвоения программы являются созданные объекты, которые корректно выполняют заданную функцию, в дальнейшем видоизменяются, но результат по каждому заданию фиксируется в виде фото-видео, а также в виде таблиц результатов минисоревнований.

Качество образовательной продукции оценивается по следующим параметрам:

- по количеству творческих элементов, использованных при создании робота;
- по степени оригинальности внешнего вида объекта;
- по качеству исполнения роботом условий его программирования на практике.

Оценка внутреннего образовательного продукта связана с направленностью сознания школьника на собственную деятельность, на абстракцию и обобщение осуществляемых действий, иными словами: здесь должна иметь место рефлексивная саморегуляция.

### **Формы проверки результативности**

Проверка достигаемых учащимися результатов производится в следующих формах:

- текущая диагностика и оценка педагогом деятельности школьников;
- текущий рефлексивный самоанализ, контроль и самооценка учащимися выполняемых заданий;
- публичная демонстрация выполненных учащимися творческих работ;
- итоговая оценка деятельности и образовательной продукции ученика в соответствии с его индивидуальной образовательной программой освоения курса;
- итоговая качественная оценка индивидуальной деятельности школьников учителем и одноклассниками в виде отзыва или рекомендаций;
- участие в соревнованиях различного уровня.

#### ***Аппаратное обеспечение:***

1. Персональный компьютер.
2. Процессор не ниже Pentium-IV, оперативная память не меньше 256 Мб, жестком диск не менее 10 Гб.
3. Компьютерный класс из 10+1 компьютер + 1 сервер, объединенных в локальную сеть.
4. Мультимедийное оборудование: экран и проектор, интерактивная доска.
5. Конструкторы Lego Mindstorms NXT 9797.
6. Дополнительные детали и игровые поля.

#### ***Программное обеспечение:***

1. Операционная система: Windows XP.
2. Программа Lego Mindstorms Education NXT.
3. Программа для чтения pdf-файлов.

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов	
		Теория	Практика
1	<b>Введение.</b> Техника Безопасности и правила поведения в компьютерном классе. Правила работы с конструктором. Обзор курса и перспективы развития робототехники. Три закона робототехники.	1	1
2	<b>Раздел 1.</b> Основы конструирования	3	7
3	<b>Раздел 2.</b> Управление, микроконтроллер.	2	10
4	<b>Раздел 3.</b> Программирование роботов в программе Lego Mindstorms Education NXT.	11	19
5	<b>Раздел 4.</b> Управление с обратной связью. Моделирование.	6	12
<b>ВСЕГО: 72</b>		<b>18</b>	<b>5</b>

### Тематическое планирование занятий

№ п/п	Наименование разделов и тем	Кол-во часов	
		Теор.	Прак.
	<b>Введение.</b> Техника Безопасности и правила поведения в компьютерном классе. Правила работы с конструктором. Обзор курса и перспективы развития робототехники. Три закона робототехники.	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Раздел 1. Основы конструирования</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
1.1.	Конструктор Перворобот NXT 9797. Что необходимо знать перед началом работы с NXT. Состав конструктора.	1	
1.2.	Практическая работа «Сказочный зверь». Детали.		1
1.3.	Практическая работа «Хваталка»		1
1.4.	Практическая работа «Башня»		1
1.5.	Механическая передача. Передаточное отношение.	1	1
1.6.	Практическая работа «Волчок»		1
1.7.	Практическая работа «Редуктор»		1
	<b>Раздел 2. Управление, микроконтроллер.</b>	<b>1</b>	<b>8</b>
2.1.	Конструкция, органы управления и дисплей NXT. Первое включение.	1	
2.2.	Управление роботом. Встроенная оболочка контроллера NXT. Создаем и программируем первую модель.		1
2.3.	Датчики NXT.		2
2.4.	Сервомотор NXT.		1
2.5.	Практическая работа «Перетягивание каната»		2
2.6.	Практическая работа «Силовые роботы»		2
	<b>Раздел 3. Программирование роботов в программе Lego Mindstorms Education NXT.</b>	<b>10</b>	<b>19</b>

3.1.	Интерфейс программы Lego Mindstorms Education NXT. Основы программирования. Программные блоки.		1
3.2.	Воспроизведение звуков.	1	1
3.3.	Использование дисплея NXT.	1	1
3.4.	Движение вперед. Движение назад. Движение с ускорением.	1	1
3.5.	Плавный поворот, движение по кривой. Поворот на месте.	1	1
3.6.	Движение вдоль сторон квадрата.		1
3.7.	Конструируем собственные блоки – первая подпрограмма.		1
3.8.	Парковка в гараж.		1
3.9.	Повторение действий.		1
3.10.	Игра «Кегельринг»		2
3.11.	Активация робота звуком. Управление роботом с помощью микрофона.	1	1
3.12.	Определение роботом расстояния до препятствия. Ультразвуковой датчик управляет роботом.	1	1
3.13.	Обнаружение черной линии. Движение вдоль линии.	1	1
3.14.	Обнаружение препятствия с помощью датчика касания. Бампер с датчиком касания.	1	1
3.15.	Практическая работа «Робот-футболист».		2
3.16.	Воспроизведение звуков - 2.	1	1
3.17.	Дополнительные сведения по программированию. Самостоятельная работа.	1	1
<b>Раздел 4. Управление с обратной связью. Моделирование.</b>		<b>4</b>	<b>12</b>
4.1.	Основы программирования в среде Robolab. Управление с обратной связью.	1	1
4.2.	Элементы теории автоматического управления: релейный и пропорциональный регуляторы.	1	1
4.3.	Следование по линии. Следование по линии с двумя датчиками. Подсчет перекрестков. Инверсная линии.		2
4.4.	Поиск выхода из лабиринта. Движение вдоль стенки. ПД-регулятор.	1	1
4.5.	Шагающие роботы. Маятник Капицы.		2
4.6.	Управление двигателем с обратной связью. Робот-барабанщик. Удаленное управление.	1	1

4.7.	3D-моделирование.		2
4.8.	Футбол управляемых роботов.		2
		<b>ВСЕГО: 64</b>	<b>18</b>
			<b>46</b>



## Содержание программы

### **Введение.**

Техника Безопасности и правила поведения в компьютерном классе.

Правила работы с конструктором.

Обзор курса и перспективы развития робототехники.

Три закона робототехники.

## Раздел 1. Основы конструирования

### **1.1. Конструктор Перворобот NXT 9797. Что необходимо знать перед началом работы с NXT. Состав конструктора.**

Знакомство с набором 9797, распаковка и изучение деталей.

Получение представления о микропроцессорном блоке NXT, являющимся мозгом конструктора LEGO Mindstorms.

Подготовка конструктора и NXT к дальнейшей работе, зарядка аккумулятора.

### **1.2. Практическая работа «Сказочный зверь». Детали.**

Сборка персонажа из деталей конструктора под диктовку без упоминания названий деталей.

Проверка: что получилось по сравнению с тем, что есть у педагога. Вывод – сложно работать с конструктором, когда не знаешь названия его деталей.

Раскладка деталей по назначению. Точное название деталей.

### **1.3. Практическая работа «Хваталка».**

Задание: из деталей конструктора собрать как можно более длинную «хваталку», усовершенствовать механизм захвата.

Минисоревнование: перенести за минуту как можно больше деталей из одного ящика в другой.

### **1.4. Практическая работа «Башня».**

Задание: из деталей конструктора собрать как можно более высокую башню. Укрепить основание, облегчить шпиль. Добиться равновесия. Освоить способы крепления деталей.

Минисоревнование: чья башня выше. Башня считается построенной, если она устойчива без помощи человека.

### **1.5. Механическая передача. Передаточное отношение.**

Механическая передача - - это механизм, служащий для передачи и преобразования механической энергии.

Виды механической передачи: Осевая (прямая передача), Зубчатая, Ременная, Цепная.

Оценка, направления движения.

Передаточное отношение. Полезные и паразитные шестеренки.

### **1.6. Практическая работа «Волчок».**

Задание: Построить волчок, который будет долго держать равновесие, вращаясь. Построить механизм для запуска волчка. Найти оптимальное передаточное отношение.

### **1.7. Практическая работа «Редуктор».**

Редуктор – это механизм, преобразующий и передающий крутящий момент с одной или более механическими передачами.

Построение редуктора из конструктора Лего.

Редуктор с возможностью переключения передачи называется *коробкой передач*.

## **Раздел 2. Управление, микроконтроллер.**

**2.1.Конструкция, органы управления и дисплей NXT. Первое включение.**

**2.2.Управление роботом. Встроенная оболочка контроллера NXT. Создаем и программируем первую модель.**

**2.3.Датчики NXT.**

**2.4.Сервомотор NXT.**

**2.5.Практическая работа «Перетягивание каната».**

Задание: построить роботов для перетягивания каната. Смещение центра тяжести на ведущие колеса. Точка крепления каната. Попытка приподнять ведущие колеса противника.

**2.6.Практическая работа «Силовые роботы».**

Задание «Роботы сумотори»: построить робот на 1-2 моторах. Понизить передаточное отношение. Сделать полный привод на 4 колеса. Передаточное отношение на всех колесах должно быть одинаково. Распределить массу. Поставить защитный бампер. Стартовать по хлопку.

Состязания «Сумо»: Задача - вытолкнуть соперника из круга. По окончании 1 мин побеждает робот, который ближе к центру. Разбиение на подгруппы. В подгруппе каждый с каждым. Победители выходят в финал.

## **Раздел 3. Программирование роботов в программе Lego Mindstorms Education NXT.**

**3.1.Интерфейс программы Lego Mindstorms Education NXT.**

**Основы программирования. Программные блоки.**

**3.2.Воспроизведение звуков.**

**3.3.Использование дисплея NXT.**

**3.4.Движение вперед. Движение назад. Движение с ускорением.**

**3.5.Плавный поворот, движение по кривой. Поворот на месте.**

**3.6.Движение вдоль сторон квадрата.**

**3.7.Конструируем собственные блоки – первая подпрограмма.**

**3.8.Парковка в гараж.**

**3.9.Повторение действий.**

**3.10.Игра «Кегельринг»**

**3.11.Активация робота звуком. Управление роботом с помощью микрофона.**

**3.12.Определение роботом расстояния до препятствия.**

**Ультразвуковой датчик управляет роботом.**

**3.13.Обнаружение черной линии. Движение вдоль линии.**

**3.14.Обнаружение препятствия с помощью датчика касания. Бампер с датчиком касания.**

**3.15.Практическая работа «Робот-футболист».**

**3.16.Воспроизведение звуков - 2.**

**3.17.Дополнительные сведения по программированию. Самостоятельная работа.**

**Раздел 4. Управление с обратной связью. Моделирование.**

**4.1.Основы программирования в среде Robolab. Управление с обратной связью.**

**4.2.Элементы теории автоматического управления: релейный и пропорциональный регуляторы.**

**4.3.Следование по линии. Следование по линии с двумя датчиками. Подсчет перекрестков. Инверсная линии.**

**4.4.Поиск выхода из лабиринта. Движение вдоль стенки. ПД-регулятор.**

**4.5.Шагающие роботы. Маятник Капицы.**

Шагающие роботы.

Проблема несоответствия внешнего вида современных роботов нашим представлениям о них. Попытка понять принципы ходьбы. Простейший четвероногий робот: Равновесие, Центр тяжести, Синхронизация движения конечностей. Простота требует высокой точности.

**4.6.Управление двигателем с обратной связью. Робот-барabanщик. Удаленное управление.**

**4.7.3D-моделирование.**

**4.8.Футбол управляемых роботов.**

## 5. Список литературы

### Для педагога

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

### Для детей и родителей

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