

МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СРЕДНЯЯ  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА с.НОВАЯ ПОРУБЕЖКА ПУГАЧЕВСКОГО  
РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ»

Рекомендовано к утверждению  
на заседании методического совета  
МОУ «СОШ с.Новая Порубежка»  
« 30 » августа 20 21 г.  
Протокол № 1



Утверждаю  
Директор  
МОУ «СОШ с.Новая Порубежка»  
И.А. Палагутина  
« 31 » августа 20 21 г.  
Приказ № 28

**Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа  
«Робототехника»**

Целевая аудитория: обучающиеся 11 – 17 лет  
Срок реализации: 2 года

Педагог дополнительного образования:  
Палагутин Иван Александрович

## Пояснительная записка

Данная программа по робототехнике научно-технической направленности, так как в наше время робототехники и компьютеризации, ребенка необходимо учить решать задачи с помощью автоматов, которые он сам может спроектировать, защищать свое решение и воплотить его в реальной модели, т.е. непосредственно сконструировать и запрограммировать.

Техническое творчество — мощный инструмент синтеза знаний, закладывающий прочные основы системного мышления. Таким образом, инженерное творчество и лабораторные исследования — многогранная деятельность, которая должна стать составной частью повседневной жизни каждого обучающегося.

Педагогическая целесообразность этой программы заключается в том, что она является целостной и непрерывной в течении всего процесса обучения, и позволяет школьнику шаг за шагом раскрывать в себе творческие возможности и само реализоваться в с современном мире . В процессе конструирования и программирования дети получают дополнительное образование в области физики, механики, электроники и информатики.

Использование Лего-конструкторов во внеурочной деятельности повышает мотивацию учащихся к обучению, при этом требуются знания практически из всех учебных дисциплин от искусств и истории до математики и естественных наук. Межпредметные занятия опираются на естественный интерес к разработке и постройке различных механизмов. Одновременно занятия ЛЕГО как нельзя лучше подходят для изучения основ алгоритмизации и программирования

Работа с образовательными конструкторами LEGO позволяет школьникам в форме познавательной игры узнать многие важные идеи и развить необходимые в дальнейшей жизни навыки. При построении модели затрагивается множество

проблем из разных областей знания – от теории механики до психологии, – что является вполне естественным.

Очень важным представляется тренировка работы в коллективе и развитие самостоятельного технического творчества.

Изучая простые механизмы, ребята учатся работать руками (развитие мелких и точных движений), развивают элементарное конструкторское мышление, фантазию, изучают принципы работы многих механизмов.

**Актуальность** данной программы:

- необходимость вести работу в естественнонаучном направлении для создания базы, позволяющей повысить интерес к дисциплинам среднего звена (физике, биологии, технологии, информатике, геометрии);

- востребованность развития широкого кругозора школьника и формирования основ инженерного мышления;

-отсутствие предмета в школьных программах начального образования, обеспечивающего формирование у обучающихся конструкторских навыков и опыта программирования.

Преподавание курса предполагает использование компьютеров и специальных интерфейсных блоков 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.

Lego позволяет учащимся:

- совместно обучаться в рамках одной группы;
- распределять обязанности в своей группе;
- проявлять повышенное внимание культуре и этике общения;
- проявлять творческий подход к решению поставленной задачи;
- создавать модели реальных объектов и процессов;
- видеть реальный результат своей работы.

Возраст детей, участвующих в реализации данной дополнительной образовательной программы колеблется от 11 до 17 лет. В коллектив могут быть приняты все желающие, не имеющие противопоказаний по здоровью.

Сроки реализации программы: 2 года.

**Цель программы:** формирование интереса к техническим видам творчества, развитие конструктивного мышления средствами робототехники.

**Задачи программы:**

*Обучающие:*

- ознакомление с комплектом LEGO Mindstorms EV3;
- ознакомление с основами автономного программирования;

- ознакомление со средой программирования LEGO Mindstorms EV3;
- получение навыков работы с датчиками и двигателями комплекта;
- получение навыков программирования;
- развитие навыков решения базовых задач робототехники.

*Развивающие:*

- развитие конструкторских навыков;
- развитие логического мышления;
- развитие пространственного воображения.

*Воспитательные:*

- воспитание у детей интереса к техническим видам творчества;
- развитие коммуникативной компетенции: навыков сотрудничества в коллективе, малой группе (в паре), участия в беседе, обсуждении;
- развитие социально-трудовой компетенции: воспитание трудолюбия, самостоятельности, умения доводить начатое дело до конца;
- формирование и развитие информационной компетенции: навыков работы с различными источниками информации, умения самостоятельно искать, извлекать и отбирать необходимую для решения учебных задач информацию.

**Методы обучения.**

1. **Познавательный** (восприятие, осмысление и запоминание учащимися нового материала с привлечением наблюдения готовых примеров, моделирования, изучения иллюстраций, восприятия, анализа и обобщения демонстрируемых материалов);
2. **Метод проектов** (при усвоении и творческом применении навыков и умений в процессе разработки собственных моделей)
3. **Систематизирующий** (беседа по теме, составление систематизирующих таблиц, графиков, схем и т.д.)
4. **Контрольный метод** (при выявлении качества усвоения знаний, навыков и умений и их коррекция в процессе выполнения практических заданий)
5. **Групповая работа** (используется при совместной сборке моделей, а также при разработке проектов)

## **Формы организации учебных занятий.**

Среди форм организации учебных занятий в данном курсе выделяются:

- практикум;
- урок-консультация;
- урок-ролевая игра;
- урок-соревнование;
- выставка;
- урок проверки и коррекции знаний и умений.

## **Учебно-материальная база.**

№	Наименование	Единицы измерения	Количество единиц
1	Набор элементов для конструирования роботов	шт	2
2	дополнительный набор элементов для конструирования роботов	шт	2
3	набор для конструирования робототехники начального уровня	шт	6
4	дополнительный набор для конструирования робототехники начального уровня	шт	4

## **Помещение.**

Помещение для проведения занятий должно быть достаточно просторным, хорошо проветриваемым, с хорошим естественным и искусственным освещением. Свет должен падать на руки детей с левой стороны. Столы могут быть рассчитаны на два человека, но должны быть расставлены так, чтобы дети могли работать, не стесняя друг друга, а учитель мог подойти к каждому ученику, при этом, не мешая работать другому учащемуся.

## **Методический фонд.**

Для успешного проведения занятий необходимо иметь выставку изделий, таблицы с образцами, журналы и книги, инструкционные карты, шаблоны и т. д.

## **Материалы и инструменты.**

Конструкторы LEGO WEDO, LEGO EV3, компьютер, проектор, экран.

## **Структура проведения занятий**

- Общая организационная часть.
- Проверка домашнего задания.
- Знакомство с новыми материалами (просмотр изделий).
- Практическое выполнение.
- Уборка рабочих мест.

## **Цели и задачи программы на 1 год обучения**

**Цель:** овладение навыками начального технического конструирования, развитие мелкой моторики, координации «глаз-рука», изучение понятий конструкций и ее основных свойствах (жесткости, прочности и устойчивости), развитие навыков взаимодействия в группе.

### **Задачи:**

- Развитие словарного запаса и навыков общения при объяснении работы модели.
- Установление причинно-следственных связей.
- Анализ результатов и поиск новых решений.
- Коллективная выработка идей, упорство при реализации некоторых из них.
- Экспериментальное исследование, оценка (измерение) влияния отдельных факторов.
- Проведение систематических наблюдений и измерений.
- Использование таблиц для отображения и анализа данных.
- Построение трехмерных моделей по двухмерным чертежам.
- Логическое мышление и программирование заданного поведения модели.
- Написание и воспроизведение сценария с использованием модели для наглядности и драматургического эффекта.

## **Содержание учебного курса. 1 год обучения.**

1. Вводное занятие. Мир робототехники.
2. Основы построения конструкций, устройства, приводы.
3. Математическое описание роботов.
4. Конструкции и силы.
5. Рычаги.
6. Колеса и оси. Зубчатые передачи.
7. Первые шаги в робототехнику.

8. Программно-управляемые модели.
9. Обобщающее занятие.

**Календарно-тематический план. 1 год обучения.**

№	Содержание темы	Время проведения	Часы	Форма занятий
	<b>Тема №1. Вводное занятие. Мир робототехники.</b>		<b>4</b>	
1.	Вводное занятие. Знакомство. Правила техники безопасности.		1	Теория
2.	Что такое робот?Идея создания роботов.		1	Теория
3.	Возникновение и развитие робототехники.		1	Теория
4.	Виды современных роботов.		1	Практика.
	<b>Тема №7. Первые шаги в робототехнику.</b>		<b>16</b>	
5.	Знакомство с конструктором ЛЕГО-WEDO		1	Теория
6.	Путешествие по ЛЕГО-стране. Исследователи цвета.		1	Игра.
7.	Исследование «кирпичиков» конструктора		1	Практика.
8.	Исследование конструктора и видов их		1	Практика.

	соединения			
9.	Мотор и ось		1	Практика.
10.	РОВО-конструирование		1	Практика.
11.	Зубчатые колёса		1	Практика.
12.	Понижающая зубчатая передача. Повышающая зубчатая передача.		1	Практика.
13.	Управление датчиками и моторами при помощи программного обеспечения WeDo.		1	Практика.
14.	Перекры́стная и ременная передача.		1	Практика.
15.	Снижение и увеличение скорости		1	Практика.
16.	Коронное зубчатое колесо		1	Практика.
17.	Червячная зубчатая передача		1	Практика.
18.	Кулачок и рычаг		1	Практика.
19.	Блок « Цикл»		1	Практика.
20.	Блоки «Прибавить к Экрану» и « Вычесть из Экрана»,		1	Практика.
	<b>Тема №8. Программно-управляемые модели</b>		<b>14</b>	
21.	Проектирование программно-управляемой модели: Умная вертушка.		1	Теория Практика.
22.	Проектирование программно-управляемой модели: Непотопляемый парусник.		1	Практика.
23.	Проектирование программно-управляемой		1	Практика.



	модели: Ликующие болельщики.			
24.	Проектирование программно-управляемой модели: Нападающий.		1	Практика.
25.	Проектирование программно-управляемой модели: Спасение самолёта.		1	Практика.
26.	Проектирование программно-управляемой модели: Спасение от великана.		1	Практика.
27.	Проектирование программно-управляемой модели: Вратарь.		1	Практика.
28.	Проектирование программно-управляемой модели: Порхающая птица.		1	Практика.
29.	Проектирование программно-управляемой модели: Танцующие птицы.		1	Практика.
30.	Проектирование программно-управляемой модели: Голодный аллигатор.		1	Практика.
31.	Проектирование программно-управляемой модели: Обезьянка-барабанщица.		1	практика
32.	Проектирование и программно-управляемой модели: Рычащий лев.		1	практика
33.	Проверочная работа по теме «Программно-управляемые модели». Защита проектов.		2	практика
	Всего:		34	

## **К концу 1 года учащиеся должны:**

### **Знать:**

- правила безопасной работы, основные компоненты конструкторов ЛЕГО;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе;
- самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования роботов (планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания);
- создавать модели при помощи специальных элементов по разработанной схеме, по собственному замыслу.

### **Уметь:**

- работать с литературой, с журналами, с каталогами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования роботов (планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания);
- уметь логически мыслить.

Кроме того, одним из ожидаемых результатов занятий по данному курсу является участие школьников в различных в легио-конкурсах и олимпиадах по робототехнике.

## **Цели и задачи программы на 2 год обучения**

**Цель:** развитие научно-технического и творческого потенциала личности ребёнка путём организации его деятельности в процессе интеграции начального инженерно-технического конструирования и основ робототехники.

### **Задачи:**

- Определять цели своей деятельности.
- Углубить знания по основным принципам механики.
- Находить оптимальные способы реализации поставленных целей, доводить решение задачи до работающей модели.
- Развивать умение творчески подходить к решению задачи.
- Развивать умение излагать мысли в чёткой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путём логических рассуждений.
- Оценивать полученные результаты.
- Организовывать свою деятельность.
- Сотрудничать с другими воспитанниками.

Основной задачей курса является подготовка учеников к соревнованиям роботов.

### Содержание учебного курса (2 год обучения)

1. Вводное занятие.
2. Энергия.
3. Конструирование.
4. Программно-управляемые модели.
5. Знакомство с Lego EV3.
6. Механизмы со смещённым центром.
7. Конструирование. Механические манипуляторы.
8. Программно управляемые многофункциональные модели роботов.
9. Дифференциальные передачи.
10. Шагающие механизмы.
11. Обобщающее занятие.

### Календарно-тематический план

№	Содержание темы	Время проведения	Часы	Форма занятий
	<b>Тема №1. Вводное занятие</b>		<b>9</b>	
1	Организация работы кружка. Инструктаж по ТБ и ПБ. Робототехника. Конструкторы компании ЛЕГО.		1	Теория
8	Правила робототехники. Передаточный механизм.		1	Практика.
9	Конструктор Перворобот EV3. Конструкция, органы управления и дисплей. Первое включение.		1	Теория, практика.
10	Сервомотор: устройство, технические характеристики, правила эксплуатации.		1	Практика.
11	Понятие «передаточный механизм». Анализ схемы передачи движения в различных механизмах и устройствах.		1	Практика.

12	Построение передаточных механизмов на основе различных видов ремённых передач. Ремённый редуктор. Конструирование, монтирование понижающего, повышающего редуктора к сервомотору.		1	Практика.
13	Построение передаточных механизмов на основе различных видов зубчатых передач. Конструирование, монтирование понижающего, повышающего редуктора к сервомотору.		1	Теория, практика.
14	Червячный редуктор. Конструирование, монтирование редуктора к сервомотору.		1	Практика.
15	Самостоятельная творческая работа.		1	Практика.
	<b>Тема №4. Программно-управляемые модели.</b>		<b>30</b>	
16	Робот. Правила робототехники. Видео презентации программно-управляемых моделей.		1	Теория Практика.
17	Сборка робота «Пятиминутка».		1	Практика.
18	Конструирование. Сборка робота «Линейный ползун»		2	Практика.
19	Модернизация робота "Пятиминутка" (установка датчиков).		2	Теория, практика.
20	Соревнование программно-управляемых роботов: «Слалом». Факторы, способствующие победе.		2	Практика.
21	Сборка робота «Трёхколёсный бот».		2	Практика.
22	Конструирование. Сборка робота «Бот-внедорожник» .		2	Практика.
23	Модернизация робота «Трёхколёсный бот» (установка датчиков, понижающего редуктора).		2	Практика.
24	Сборка четырёхколёсного робота «Транспортное средство».		2	Практика.

25	Конструирование. Сборка робота «Ганк-Сумоист»		2	Практика.
26	Модернизация робота «Гусеничное транспортное средство» (установка датчиков NXT, понижающего редуктора, храповика).		2	Практика.
27	Соревнование программно-управляемых двухмоторных роботов: «Сумо». Факторы,		2	Практика.
	способствующие победе.			
28	Соревнование программно-управляемых роботов «Перетягивание каната». Факторы, способствующие победе.		2	Практика.
29	Соревнование программно-управляемых полноприводных моделей: «Спидвей». Факторы, способствующие победе.		2	Практика.
30	Самостоятельная творческая работа по теме «Управляемые машины». Анализ творческих работ.		2	Практика.
	<b>Тема №5. Знакомство с Lego Mindstorms EV3.</b>		<b>6</b>	
31	Знакомство с конструктором Lego Mindstorms EV3.		2	теория
32	Инструкция для робота с конструкторами Lego Mindstorms EV3.		2	Практика.
33	Видео о видах и возможностях роботов Lego Mindstorms EV3		2	Теория Практика.
	<b>Тема №6. Механизмы со смещённым центром.</b>		<b>18</b>	
34	Понятия: «Кулачок», «Эксцентрик».		2	теория
35	Механизмы построенные на основе эксцентриков с качающим движением шатуна.		2	Практика.

36	Кривошипно-шатунный механизм: устройство, особенности конструкции, применение.		2	Практика.
37	Механизмы с поступательно-движущимся шатуном.		2	Практика.
38	Кулисные механизмы: устройство, особенности конструкции, применение.		2	Практика.
39	Механизмы с пространственно-качающимся шатуном.		2	Практика.
40	Лего конструкции с использованием кривошипно-шатунных и кулисных механизмов.		2	Практика.
41	Механизмы построенные на основе эксцентриков с поступательным движением шатуна.		2	Практика.
42	Самостоятельная творческая работа учащихся.		2	Практика.
	<b>Тема №7. Конструирование.</b> <b>«Механические манипуляторы».</b>		<b>14</b>	
43	Манипулятор: назначение, промышленное использование, виды, типы.		2	теория
44	Конструкция манипулятора «Погрузчик»		2	Практика.
45	Конструкция манипулятора с телескопической стрелой «Подъёмный кран».		2	Практика.
46	Конструкция складного механического манипулятора (экскаватор) с 2-3 степенями свободы.		2	Практика.
47	Конструкции манипуляторов «Механическая рука» - захват		2	Практика.

48	Робот манипулятор: «Вор». Анализ особенностей конструкции. Сборка модели по инструкции.		2	Практика.
49	Разработка многофункционального робота манипулятора, со многими степенями свободы.		2	Практика.
	<b>Тема №8. Программно управляемые многофункциональные модели роботов.</b>		<b>32</b>	
50	Разработка механизма многофункциональной модели робота,		2	теория
	особенности конструкции. Центр тяжести.			
51	Разработка механизма робота. Геометрическая ось конструкции. Ось поворота.		2	Практика.
52	Разработка механизма робота. Конструкции опорного колеса.		2	Практика.
53	Трёхколёсный бот. Сборка, анализ модели «Исследователь».		2	Практика.
54	Разработка конструкции робота для участия в лего соревновании «Лабиринт», на основе модели трёхколёсного бота «Исследователь»		2	Практика.
55	Мультибот. Сборка, анализ конструкции		2	Практика.
56	Робот «Танк-Сумоист».		2	Практика.
57	Разработка конструкции робота для участия в лего соревновании «Кегельринг», на основе модели мультибота «Танк-Сумоист».		2	Практика.
58	Варианты применения различных видов передач в одной модели.		2	Теория Практика.
59	Конструирование моделей роботов с двумя автономными механизмами движения для участия в лего соревнование «Лестница».		2	Практика.

60	Стационарный манипулятор. Сборка, анализ конструкции по инструкции.		2	Теория Практика.
61	Разработка конструкции робота для участия в соревнование «Сортировщик».		2	Практика.
62	Видео презентация: «Промышленные роботы».		2	Практика.
63	Роботизация производства.		2	Практика.
64	Этапы творческих проектов по робототехнике.		2	Практика.
65	Демонстрация творческих работ учащихся.		2	Практика.
	<b>Тема №9. Дифференциальные передачи.</b>		<b>12</b>	
66	Принцип работы дифференциала.		2	теория
67	Устройство и назначение дифференциала.		2	Теория практика
68	Виды, использование дифференциалов в технике.		2	Теория Практика.
69	Сборка моделей с использованием дифференциальной передачи по схеме.		2	Практика.
70	Практическая работа «Механизмы с дифференциальной передачей».		2	Практика.
71	Практическая работа «Механизмы с дифференциальной передачей».		2	Практика.
	<b>Тема №10. Шагающие механизмы.</b>		<b>24</b>	
72	Область применения шагающих роботов.		2	теория
73	Требования к конструкции шагающего робота.		2	теория



74	Видео о возможностях шагающих роботов		2	Теория практика
75	Сборка четвероногого робота по схеме. Анализ привода.		2	Практика.
76	Модернизация модели четвероногого робота с добавлением датчика касания.		2	Практика.
77	Анализ модели шестиногого шагающего робота «Паук».		2	Теория Практика.
78	Самостоятельная творческая работа. Конструирование шестиногого шагающего робота для участия в соревновании		2	Практика.

	«Тараканьи бега».			
79	Самостоятельная творческая работа. Конструирование шестиногого шагающего робота для участия в соревновании «Тараканьи бега».		2	Практика.
80	Самостоятельная творческая работа. Конструирование шагающего робота «Вездеход» для преодоления полосы препятствия.		2	Практика.
81	Самостоятельная творческая работа. Конструирование шагающего робота «Вездеход» для преодоления полосы препятствия.		2	практика
82	Соревнования шагающих роботов: «Тараканьи бега».		2	практика
83	Соревнования шагающих роботов: «Полоса препятствий».		2	практика
84	<b>Тема № 11. Обобщающее занятие.</b>		<b>2</b>	практика
	Всего:		168	

**К концу 2 года учащиеся должны:**

**Знать:**

- правила безопасной работы;
- основные компоненты конструкторов ЛЕГО;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя графический язык программирования;
- виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе;  
основные приемы конструирования роботов;
- конструктивные особенности различных роботов;
- порядок создания алгоритма программы, действия робототехнических средств;
- как использовать созданные программы;
- самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования роботов

(планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания, приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов, и других объектов и т.д.);

-создавать реально действующие модели роботов при помощи специальных элементов по разработанной схеме, по собственному замыслу;

-создавать программы на компьютере для различных роботов;

-корректировать программы при необходимости;

### **Уметь:**

-принимать или намечать учебную задачу, ее конечную цель.

- проводить сборку робототехнических средств, с применением LEGO конструкторов; - создавать программы для робототехнических средств.

-планировать ход выполнения задания.

-рационально выполнять задание.

-руководить работой группы или коллектива.

-высказываться устно в виде сообщения или доклада.

-высказываться устно в виде рецензии ответа товарища.

-представлять одну и ту же информацию различными способами.

### Использованная литература::

1. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: практикум для 5-6 классов. – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 286с.: ил. ISBN 978-5-9963-2544-5
2. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: рабочая тетрадь для 5-6 классов. – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 87с. ISBN 978-5-9963-0545-2
3. Злаказов А.С. Уроки Лего-конструирования в школе: методическое пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 120с.: ил. ISBN 978-5-9963-0272-7
4. CD. ПервоРобот Lego WeDo. Книга для учителя.
5. Автоматизированные устройства. ПервоРобот. Книга для учителя. LEGO Group, перевод ИНТ, - 134 с., ил.

### Интернет – ресурсы:

1. [www.int-edu.ru](http://www.int-edu.ru)
2. [http://strf.ru/material.aspx?d\\_no=40548&CatalogId=221&print=1](http://strf.ru/material.aspx?d_no=40548&CatalogId=221&print=1)
3. <http://masters.donntu.edu.ua/2010/iem/bulavka/library/translate.htm>
4. <http://www.nauka.vsei.ru/index.php?pag=04201008>
5. <http://edugalaxy.intel.ru/index.php?automodule=blog&blogid=7&showentry=194> 8
6. <http://legomet.blogspot.com>
7. [http://www.memoid.ru/node/Istoriya\\_detskogo\\_konstruktora\\_Lego](http://www.memoid.ru/node/Istoriya_detskogo_konstruktora_Lego)
8. <http://legomindstorms.ru/2011/01/09/creation-history/#more-5>
9. <http://www.school.edu.ru/int>
10. <http://robosport.ru>
11. <http://myrobot.ru/stepbystep/>
12. [http://www.robotis.com/xr/bioloid\\_en](http://www.robotis.com/xr/bioloid_en)
13. [http://www.prorobot.ru/lego/dvijenie\\_po\\_spiraly.php](http://www.prorobot.ru/lego/dvijenie_po_spiraly.php)
14. <http://technic.lego.com/en-us/BuildingInstructions/9398%20Group.aspx>
15. [http://www.nxtprograms.com/robot\\_arm/steps.html](http://www.nxtprograms.com/robot_arm/steps.html)
16. <http://www.mos-cons.ru/mod/forum/discuss.php?d=472>
17. [http://www.isogawastudio.co.jp/legostudio/modelgallery\\_a.html](http://www.isogawastudio.co.jp/legostudio/modelgallery_a.html)
18. <http://sd2cx1.webring.org/l/rd?ring=robotics;id=2;url=http%3A%2F%2Fwww%2Eandyworld%2Einfo%2Flegolab%2F>
19. <http://www.int-edu.ru/object.php?m1=3&m2=284&id=1080>
20. [http://pacpac.ru/auxpage\\_activity\\_booklets/](http://pacpac.ru/auxpage_activity_booklets/)