

# **ПРИМЕРНАЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

## **«Занимательная робототехника»**

Направленность: техническая

Уровень реализации программы: базовый

Возраст: 7-11 лет

Срок реализации: 1 год (72 часа)

Автор составитель:

Москва 2019г.

## РЕЦЕНЗИЯ

### на примерную дополнительную общеразвивающую программу «Занимательная робототехника» для обучающихся 7-11 лет.

Представленная на рецензию примерная дополнительная общеразвивающая программа актуальна и ориентирована на формирование современных компетенций в области информационных технологий, конструкторских навыков и опыта программирования.

Основными целями примерной программы являются овладение навыками начального технического конструирования, развитие мелкой моторики, координации, изучение понятий конструкции и ее основных свойств (жесткости, прочности и устойчивости), развитие навыков взаимодействия в группе.

В рецензируемой примерной программе присутствуют: пояснительная записка, описание образовательной новизны программы, формы организации учебных занятий, планируемые результаты обучения, тематическое планирование, описание содержания тем и разделов курса, формы аттестации и оценочные материалы, организационно – педагогические условия реализации программы, перечень информационных ресурсов.

Описанные в примерной программе методические подходы, выбранное предметное содержание и материально-техническое оснащение соответствуют заявленным в программе целям и задачам, а также возрастным особенностям обучающихся.

Таким образом, рецензируемая примерная дополнительная общеразвивающая программа «Занимательная робототехника» соответствует требованиям, предъявляемым к документам данного типа.

Рецензент



Проректор  
по образовательной деятельности  
Еленева Юлия Яковлевна

## Оглавление

|      |                                                                      |    |
|------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1.   | Пояснительная записка.....                                           | 4  |
| 2.   | Новизна образовательной программы .....                              | 5  |
| 3.   | Общая характеристика курса «Занимательная робототехника».....        | 6  |
| 3.1. | Основные разделы программы .....                                     | 6  |
| 3.2. | Формы организации учебных занятий .....                              | 8  |
| 4.   | Ожидаемые результаты и способы определения их результативности ..... | 10 |
| 5.   | Учебно-тематический план.....                                        | 11 |
| 6.   | Содержание программы .....                                           | 12 |
| 7.   | Формы аттестации и оценочные материалы .....                         | 14 |
| 8.   | Организационно – педагогические условия реализации программы.....    | 16 |
| 9.   | Список литературы .....                                              | 17 |

## **1. Пояснительная записка**

**Направленность программы** – техническая.

**Уровень программы** – базовый.

**Возраст обучающихся:** от 7 лет до 11 лет.

**Срок реализации программы:** 1 год, 72 часа.

**Актуальность** программы определяется тем, что материал по курсу «Занимательная робототехника» строится так, что используются знания учащихся из множества учебных дисциплин. Межпредметные занятия опираются на естественный интерес к разработке и постройке различных механизмов. Разнообразие конструкторов LEGO позволяет заниматься с учащимися по разным направлениям (конструирование, программирование, моделирование физических процессов и явлений). Знакомство школьников с моделированием способствует развитию их аналитических способностей и личных качеств. Особое внимание уделяется развитию логического и пространственного мышления. Ученики учатся работать с предложенными инструкциями, формируются умения сотрудничать с партнером, работать в коллективе.

На занятиях предполагается использование образовательных конструкторов LEGO WeDo. Данный конструктор в линейке роботов LEGO, предназначен в первую очередь для детей 6-11 лет. Работа с конструкторами позволяет детям 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 – что является вполне естественным.

В основу курса «Занимательная робототехника» заложены принципы практической направленности.

Курс «Занимательная робототехника» рассчитан на 72 учебных часа и предназначен для учеников начального общего образования.

## 2. Новизна образовательной программы

Новизна заключается в том, что программа полностью построена с упором на практику, т. е. сборку моделей на каждом занятии. Конструирование как учебный предмет является комплексным и интегративным, он предполагает реальные взаимосвязи практически со всеми предметами начальной школы.

Тематический подход объединяет в одно целое задания из разных областей. Работая над моделью, ученики не только пользуются знаниями, полученными на уроках математики, окружающего мира, изобразительного искусства, но и углубляют их:

**Математика** – понятие пространства, изображение объемных фигур, выполнение расчетов и построение моделей, построение форм с учётом основ геометрии, работа с геометрическими фигурами.

**Окружающий мир** - изучение построек, природных сообществ, рассмотрение и анализ природных форм и конструкций, изучение природы как источника сырья.

**Родной язык** – развитие устной речи в процессе анализа заданий и обсуждения результатов практической деятельности (построение плана действий, построение логически связанных высказываний в рассуждениях, обоснованиях, формулировании выводов).

**Изобразительное искусство** - использование художественных средств, моделирование с учетом художественных правил.

**Педагогическая целесообразность** программы состоит в том, что её реализация позволяет повысить эффективность познавательного процесса обучающихся. Программа является целостной и непрерывной в течение всего процесса обучения, и позволяет школьнику шаг за шагом раскрывать в себе творческие возможности. Изучая простые механизмы, ребята учатся работать руками (развитие мелких и точных движений), развивают элементарное конструкторское мышление, фантазию, изучают принципы работы многих механизмов.

**Цель:** овладение навыками начального технического конструирования, развитие мелкой моторики, координации, изучение понятий конструкции и ее основных свойств (жесткости, прочности и устойчивости), развитие навыков взаимодействия в группе.

**Задачи:**

- Развитие коммуникативной компетентности младших школьников на основе организации совместной продуктивной деятельности (умения работать над проектом в команде, эффективно распределять обязанности, развитие навыков межличностного общения и коллективного творчества)
- Развитие индивидуальных способностей ребенка;
- Развитие умения творчески подходить к решению задачи;
- Развитие умения довести решение задачи до работающей модели;
- Развитие умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.
- Развитие умения работать по предложенным инструкциям;
- Повышение интереса к учебным предметам посредством конструктора.

**Отличительные особенности программы:** 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.

### **3. Общая характеристика курса «Занимательная робототехника»**

#### **3.1. Основные разделы программы**

##### ***Раздел 1. Введение в робототехнику***

Развитие науки робототехника в современном мире. Понятие «робот». Поколения роботов. Классификация роботов. Кибернетическая система. Обратная и прямая связь. Датчики. Конструирование, моделирование и компьютерное управление в робототехнике. Использование компьютеров совместно с

конструкторами. Датчики, сервоприводы, двигатели. Принципы составления программ управления.

## ***Раздел 2. Конструирование роботов***

Зубчатая, ременная и фрикционные передачи. Дифференциал. Кривошипно-шатунный механизм. Рычаг. Клин. Передаточные отношения. Основы и особенности конструирования роботов. Алгоритмы моделирования роботов. Стандартные модели и механизмы. Модель. Система. Детали механизмов и машин. Электропривод. Прочность. Аналоговые и цифровые датчики. Техническое задание и технический рисунок, конструкторская документация.

## ***Раздел 3. Решение прикладных задач***

Структура и синтаксис языка программирования: лексемы, операции, выражения, операторы, функции, комментарии. Правила написания программ. Команды действия, команды ожидания. Циклы. Ветвления. Параллельные программы. Типы управления робототехническими системами:

- биотехнический – командный (кнопочное и рычажное управление отдельными звеньями робота);
- автоматический – программный (функционирование по заранее заданной программе, предназначение – для решения однообразных задач в неизменных условиях окружения);
- интерактивный – автоматизированный (возможно чередование автоматических и биотехнических режимов).

## ***Раздел 4. Выполнение индивидуальной или совместной работы.***

Каждый ученик или группа из двух - трех учащихся должны выполнить проект на заданную тему (или по выбору учащихся), в ходе работы над которым демонстрируется вся сумма знаний и практических навыков, полученных в ходе обучения.

Проектная работа разбивается на следующие этапы:

- проект на бумаге (полное описание - техническое задание на проект).
- компьютерная реализация проекта; выполняется учениками на нескольких занятиях; педагог контролирует процесс выполнения работы, отвечает на возникающие вопросы, **консультирует**.

**Защита проектов.** Зачётное занятие: защита индивидуальной или совместной работы. Выполненная работа демонстрируется всей группе; автор (группа авторов) представляет проект, группа обсуждает представленный проект, автор (авторы) отвечает на вопросы.

### **3.2. Формы организации учебных занятий**

*Форма и режим занятий:* Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 часа в групповой форме, включают в себя 45 минут учебного времени и 15 мин перерыв.

Каждый раздел охватывает отдельную информационную технологию или её часть. Внутри раздела разбивка по времени изучения производится учителем самостоятельно, но с учётом рекомендованного учебно-тематического плана.

Закрепление знаний проводится с помощью практики отработки умений самостоятельно решать поставленные задачи, соответствующих минимальному уровню планируемых результатов обучения.

Задания выполняются с использованием робототехнического конструктора. При этом ученики не только формируют новые теоретические и практические знания, но и приобретают новые инженерно-технологические навыки.

Для самостоятельной работы используются разные по уровню сложности тренировочные упражнения, которые носят репродуктивный и творческий характер. Количество таких упражнений в работе может варьироваться.

В ходе обучения проводится промежуточное тестирование по темам для определения уровня знаний учащихся.

Выполнение тренировочных упражнений и тестирование способствует активизации учебно-познавательной деятельности и ведёт к закреплению знаний, а также служит индикатором успешности образовательного процесса.

*Формы проведения занятий:*

**Разъяснение теоретического материала.** Может проводиться в виде представления презентации или видеоурока, содержащего необходимый учебный материал. Презентация (видеоурок) может просматриваться совместно с помощью проектора или открываться как сетевой ресурс каждым учащимся на своем компьютере и просматриваться в удобном для него темпе (демонстрационный или



наглядный метод).

**Практическое освоение нового материала.** На каждом занятии тренировочные упражнения выполняются с использованием робототехнического конструктора и компьютера под контролем педагога.

**Индивидуальная работа по закреплению пройденного материала.** Индивидуальное задание выдается каждому учащемуся. (Возможен вариант работы в группах).

**Индивидуальная работа с учащимися.** Педагог дает индивидуальное задание повышенной сложности или помогает учащемуся поставить задачу и реализовать свой творческий замысел.

**Тестирование.** Выполняется с целью закрепления изученного материала.

**Итоговая работа.** Завершает изучение всего материала. Чтобы продемонстрировать всю сумму знаний и практических навыков, каждый ученик или группа из двух - трех учащихся должны выполнить проект на заданную тему или по выбору учащихся.

*Формы и методы контроля:*

- тестирование;
- выполнение тренировочных упражнений;
- выполнение итогового проекта

*Характеристика учебного процесса:*

- при изучении курса используются практические самостоятельные работы;
- курс обучения заканчивается выполнением и защитой индивидуальной или совместной итоговой работы.

#### 4. Ожидаемые результаты и способы определения их результативности

| Будут знать                                                                                 | Будут уметь                                                                                                                                  | Форма подведения итогов                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Правила по технике безопасности.                                                            | Соблюдать правила техники безопасности на занятиях                                                                                           | По окончании курса учащиеся создают индивидуальный проект, включающий в себя все ранее изученные аспекты конструирования и управления моделями WeDo. |
| Порядок создания алгоритма программы действия робототехнических моделей.                    | Создавать программы для робототехнических моделей при помощи визуального конструктора WeDo.                                                  |                                                                                                                                                      |
| Элементную базу, при помощи которой собираются модели WeDo.                                 | Проводить сборку робототехнических моделей с применением конструктора WeDo.                                                                  |                                                                                                                                                      |
| Порядок взаимодействия механических узлов робота с электронными и оптическими устройствами. |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                      |
| Компьютерную среду, включающую в себя графический язык программирования.                    | Проявлять творческую инициативу и самостоятельность, логическое, креативное проектное мышление, память, внимание при конструировании роботов |                                                                                                                                                      |

Для подведения итогов реализации программы предусмотрена аттестация в форме выполнения и демонстрации индивидуального проекта.

## 5. Учебно-тематический план

| №        | Название раздела, темы                                                      | Всего     | В том числе |           | Форма аттестации (контроля) |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|-----------|-----------------------------|
|          |                                                                             |           | Теория      | Практика  |                             |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Введение.</b>                                                  | <b>2</b>  | <b>1</b>    | <b>1</b>  |                             |
| 1.1      | Техника безопасности.                                                       | 0,5       | 0,5         | -         | опрос                       |
| 1.2      | Знакомство с конструктором WeDo. Элементы набора.                           | 1,5       | 0,5         | 1         | Практическая работа         |
| <b>2</b> | <b>Раздел 2. Изучение механизмов.</b>                                       | <b>4</b>  | <b>1</b>    | <b>3</b>  |                             |
| 2.1      | Зубчатые колёса. Зубчатая передача.                                         | 2         | 0,5         | 1,5       | Практическая работа         |
| 2.2      | Шкивы и ремни. Перекрёстная ременная передача. Червячная зубчатая передача. | 2         | 0,5         | 1,5       | Практическая работа         |
| <b>3</b> | <b>Раздел 3. Изучение датчиков и моторов.</b>                               | <b>2</b>  | <b>1</b>    | <b>1</b>  | Практическая работа         |
| <b>4</b> | <b>Раздел 4. Программирование WeDo.</b>                                     | <b>4</b>  | <b>2</b>    | <b>2</b>  | Практическая работа         |
| <b>5</b> | <b>Конструирование и программирование заданных моделей</b>                  | <b>28</b> | <b>-</b>    | <b>28</b> | Практическая работа         |
| <b>6</b> | <b>Индивидуальная проектная деятельность</b>                                | <b>28</b> | <b>-</b>    | <b>28</b> | Практическая работа         |
| <b>7</b> | <b>Итоговое занятие</b>                                                     | <b>4</b>  | <b>-</b>    | <b>4</b>  | Демонстрация проекта        |
|          | Итого:                                                                      | <b>72</b> | <b>5</b>    | <b>67</b> |                             |

## **6. Содержание программы**

### **Раздел 1. Введение.**

**Тема 1.1 Общая информация. Правила по технике безопасности при работе с оборудованием в классе.**

*Теория (0,5 ч.)* Знакомство с учащимися. Уточнение расписания и режима занятий. Правила поведения и правила по технике безопасности на занятиях. История развития робототехники. Применение роботов в различных сферах жизни человека, значение робототехники. Введение понятия «робот». Поколения роботов. Классификация роботов.

**Тема 1.2. Знакомство с робототехническим конструктором.**

*Теория (0,5 ч.)* Ознакомление с комплектом деталей для изучения робототехники. Элементы и правила сборки. Инструкция.

*Практика (1 ч.)* Сборка робота по инструкции.

### **Форма контроля по темам Раздела 1: опрос.**

Форма контроля подразумевает опрос учащихся по вопросам техники безопасности.

### **Раздел 2. Изучение механизмов.**

**Тема 2.1. Зубчатые колёса. Зубчатая передача.**

*Теория (2 ч.)* Различные виды зубчатых колес. Зубчатая передача. Передаточное число.

*Практика (4 ч.)* Сборка модели для тренировочных упражнений. Отладка и запуск модели.

**Тема 2.2. Шкивы и ремни. Перекрёстная ременная передача. Червячная зубчатая передача.**

*Теория (2 ч.)* Шкивы и ремни. Применение ременной и червячной передач.

*Практика (8 ч.)* Практика сборки модели с применением полученных знаний о механике.

### **Форма контроля по темам раздела 2: практическая работа.**

Форма контроля по разделу представляет собой демонстрацию работоспособной модели согласно тренировочным упражнениям.

### **Раздел 3. Изучение датчиков и моторов.**

*Теория (6 ч.)* Мотор и оси. Датчик наклона, расстояния.

*Практика (12 ч.)* Практика сборки модели с применением полученных знаний о датчиках и моторах.

#### **Форма контроля по темам раздела 3: практическая работа.**

Форма контроля представляет собой демонстрацию работоспособной управляемой модели робота согласно тренировочным упражнениям.

### **Раздел 4. Программирование WeDo.**

*Теория (4 ч.)* Блок «Цикл». Блок «Вычесть из экрана».

*Практика (12 ч.)* Разработка управляемого робота для тренировочных упражнений. Набор, отладка и запуск программы для управляемого робота.

#### **Форма контроля по теме раздела 4: практическая работа.**

Форма контроля представляет собой демонстрацию работоспособности управляемого робота согласно тренировочным упражнениям.

### **Раздел 5. Конструирование и программирование заданных моделей.**

*Практика (5 ч.)* Сборка моделей: танцующая птица, умная вертушка, обезьянка – барабанщица, голодный аллигатор, рычащий лев, порхающая птица, нападающий футбольной команды, вратарь, ликующие болельщики, спасение самолёта, спасение от великана, непотопляемый парусник, космические корабли, жители других планет.

#### **Форма контроля по теме раздела 5: практическая работа.**

Форма контроля представляет собой демонстрацию работоспособных управляемых моделей согласно тренировочным упражнениям.

### **Раздел 6. Выполнение индивидуального итогового проекта.**

*Практика (5 ч.)* Разработка, сборка и программирование своих моделей. Самостоятельная практическая работа над созданием итогового проекта.

### **Раздел 7. Итоговое занятие.**

*Практика (4 ч.)* Демонстрация учащимися выполненных итоговых проектов. Обсуждение и оценивание итоговых проектов.

## **7. Формы аттестации и оценочные материалы**

Качество освоения программы осуществляется по оценке разработанных и созданных им устройств (роботов, электронных схем, деталей машин и т.д.) как по инструкции, так и самостоятельно и проектированию занятий на их основе.

В процессе реализации программы и для отслеживания успехов обучающихся педагог использует в течение занятий следующие формы контроля:

- экспресс-опросы учащихся в форме «вопрос-ответ», тестирование;
- выполнение тренировочных упражнений;
- по окончании курса – выполнение итогового проекта.

Защита итогового проекта проходит в форме представления обучающимся технического задания на проект, работающего кода, ответов на вопросы преподавателя. Обсуждения с учащимися достоинств и недостатков проекта.

### **Критерии оценивания итогового проекта:**

- самостоятельность выполнения;
- законченность работы;
- соответствие выбранной тематике;
- умение проявлять творческую инициативу и самостоятельность, логическое, креативное проектное мышление, память, внимание при конструировании роботов;
- использование при работе над проектом основных аспектов робототехники, изученных в ходе обучения.

При желании обучающиеся могут принять участие в конференция, конкурсах, выставках по робототехнике.

### **Примеры тренировочных упражнений.**

1. Создать управляемого робота, перемещающегося по лабиринту, который находит клетку, ранее заданную экспертом, останавливается в ней и сообщает об этом звуковым сигналом.
2. Создать управляемого робота, считывающий двоичную информацию по штрих-коду, переводит в десятичную форму и выводит результат на экран.

3. Создать управляемого робота-манипулятора, который сортирует груз по цвету.
4. Создать управляемого робота, живущего внутри круга, за пределы которого нельзя выходить.

**Примерные темы для итоговых работ.**

1. Создать управляемого робота,двигающегося по линии, с подсчетом перекрестков.
2. Создать управляемого робота, который может осуществить параллельную парковку.
3. Создать управляемого робота «Ванька-Встанька», который стабилизируется в положении равновесия, если робот наклоняется вперед, показания на датчике освещенности повышаются за счет отраженного света. В ответ на это вырабатывается управляющее воздействие, заставляющее робота ехать вперед и тем самым снова принимать вертикальное положение. При отклонении назад показания датчика понижаются и робот начинает движение назад.

## **8. Организационно – педагогические условия реализации программы**

### **Материально-техническое обеспечение.**

Занятия проходят в хорошо проветриваемом и освещённом классе, оборудованном мебелью, соответствующей санитарно-техническим требованиям и нормам возрастной физиологии (*парты, стулья, учительский стол и стул*).

Класс с рабочими местами учащихся и преподавателя, которые оборудованы компьютерами не менее 2 ГБ ОЗУ, процессор с тактовой частотой не менее 1.2 ГГц, диагональ мониторов не менее 12 дюймов, свободные 50 ГБ на накопителях, интернет не медленнее 1 Мбит/с.

### **Программное обеспечение.**

- ОС — Windows/Linux/macOS на усмотрение преподавателя.
- Любой современный браузер (например, Яндекс.Браузер, Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari).
- Визуальная среда программирования под робототехнический конструктор.

### **Оборудование:**

Комплект на учебный класс робототехнических конструкторов на усмотрение преподавателя. (LEGO Mindstorms EV3, VEX Robotics, TRIK, Makeblock, Амперка)

### **Инструменты и расходные материалы.**

Канцелярские принадлежности, бумага, картриджи, и др.



## 9. Список литературы

1. Вильяме Д. Программируемый робот, управляемый с КПК /Д. Вильяме; пер. с англ. А. Ю. Карцева. — М.: НТ Пресс, 2006. — 224 с; ил. (Робот — своими руками).
2. Журнал «Компьютерные инструменты в школе», подборка статей по теме «Основы робототехники на базе конструктора Lego».
3. Карпов В.Э. «Мобильные мини роботы» Часть I Знакомство с автоматикой и электроникой. – М: 2009.
4. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: практикум для 5-6 классов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.
5. Робототехника для детей и родителей. С.А.Филиппов. СПб: Наука, 2010.
6. Скотт Питер. Промышленные роботы - переворот в производстве. - М.: Экономика, 2007.
7. Фу К., Гансалес Ф., Лик К. Робототехника: Перевод с англ. - М. Мир, 2010.
8. Филиппов С. А. Робототехника для детей и родителей. - СПб: Наука, 2011.
9. Юревич Ю.Е. Основы робототехники. Учебное пособие. СПб: БВХ-Петербург, 2005.

### *Литература, рекомендованная учащимся*

1. Филиппов С. А. Робототехника для детей и родителей. СПб: Наука, 2011.
2. Копосов, Д. Г. «Первый шаг в робототехнику. Рабочая тетрадь для 5-6 классов».

### *Ресурсы в Интернете*

1. Андре П., Кофман Ж.-М., Лот Ф., Тайар Ж. П. Перевод с французского Далечиной Д. М., Фанченко М. С., кандидата технических наук Чебуркова В. И. под редакцией доктора технических наук Долгова А. М -Москва, Мир, 1986. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://экономикаизобилия.рф/техническая-библиотека/конструирование-роботов>, свободный.

2. Навыки для решения задач будущего [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://education.lego.com/ru-ru/middle-school/intro>, свободный.
3. Робототехника: с чего начать изучение, где заниматься и каковы перспективы. М.Савина [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.dgl.ru/articles/robototekhnika-s-chego-nachat-izuchenie-gde-zanimatsya-i-kakovy-perspektivy\\_11654.html](https://www.dgl.ru/articles/robototekhnika-s-chego-nachat-izuchenie-gde-zanimatsya-i-kakovy-perspektivy_11654.html), свободный.
4. Робототехника на VEX IQ. О.Горнов. Научно-популярный портал Занимательная робототехника [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://edurobots.ru/2017/06/vex-iq-1/>, свободный.
5. Занятие по робототехнике [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://robot-prz.blogspot.ru>, свободный.
6. Затраты энергии при различных видах деятельности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://max-body.ru/raznoe/spravochnaja-informacija/472-zatraty-jenergii-pri-razlichnykh-vidakh.html>, свободный.
7. Инновационная школа. Сообщество по робототехнике [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://inoschool.ru>, свободный.
8. Конструирование робота "ROBOTEN". Механика в робототехнике [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.robolive.ru/mecanics/>, свободный.