

УДК 373.167  
ББК 32.97  
Т19

*Серия основана в 2018 г.*

Ведущий редактор серии *М. С. Стригунова*

**Тарапата В. В.**

Т19 Конструируем роботов для соревнований. Робот-сумоист / В. В. Тарапата, А. В. Красных. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 60 с. : ил., [4] с. цв. вкл. — (РОБОСПОРТ).

ISBN 978-5-00101-141-5

Стать гениальным изобретателем легко! Серия книг «РОБОСПОРТ» поможет вам создавать роботов и участвовать с ними в соревнованиях по робототехнике.

Собрав из деталей конструктора LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 базовую модель робота-сумоиста, вы поймете принципы его устройства, сильные и слабые стороны различных моделей. А применив свои фантазию и изобретательность, вы сможете создать собственную уникальную модель робота для участия в соревнованиях любого уровня.

Для технического творчества в школе и дома, а также на занятиях в робототехнических кружках.

**УДК 373.167**  
**ББК 32.97**

6+

---

*Учебное издание*

Серия: «РОБОСПОРТ»

**Тарапата Виктор Викторович**  
**Красных Андрей Владимирович**

**КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ ДЛЯ СОРЕВНОВАНИЙ.**  
**РОБОТ-СУМОИСТ**

*Для детей среднего и старшего школьного возраста*

Ведущий редактор *М. С. Стригунова*  
Ведущий методист *В. В. Тарапата*  
Художники *В. А. Прокудин, Я. В. Соловцова*  
Фотосъемка: *И. А. Федянин*  
Технический редактор *Т. Ю. Федорова*  
Корректор *И. Н. Панкова*  
Компьютерная верстка: *Е. Г. Ивлева*

Подписано в печать 22.12.17. Формат 84×108/16.  
Усл. печ. л. 6,72. Заказ

Издательство «Лаборатория знаний»  
125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3  
Телефон: (499) 157-5272  
e-mail: info@pilotLZ.ru, http://www.pilotLZ.ru

# Здравствуйте!



Издание, которое вы держите в руках, – это не просто описание одной из номинаций робототехнических состязаний и практическое руководство по подготовке к нему. И то, что в результате вы самостоятельно сумеете собрать и запрограммировать настоящего робота для спортивных соревнований, несомненно, большой успех и первый шаг на пути к знаменательным победам!

Но главное – вы поймёте, что такие ценные качества характера, как терпение, аккуратность, настойчивость и творческое мышление, проявленные при работе над проектом, останутся с вами навсегда, помогут уверенно создавать своё будущее, стать успешным человеком, независимо от того, с какой профессией свяжете жизнь.

Создавать будущее – сложная и ответственная задача. Каждый день становится открытием, если он приносит новые знания, которые затем смогут стать основой новых проектов и новых побед. Особенно это важно для тех, кто выбрал дорогу инженера или технического специалиста. Знания – это основа для свершений.

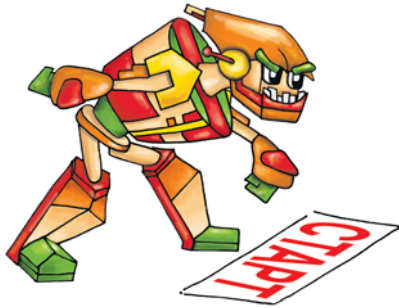
Однако технический прогресс зависит не только от знаний, но и от смелости создавать новое и умения демонстрировать это обществу и миру, состязаться в креативности разработок и принимать как победы, так и поражения, делать соответствующие выводы. Всё, что нас окружает сегодня, придумано инженерами. Их любопытство, желание узнавать неизведанное и конструировать то, чего никто до них не делал, и создают окружающий мир, обогащают и развивают основы любой цивилизации. Именно от таких людей зависит, каким будет наш завтрашний день. Только идеи, основанные на творческом подходе, прочных знаниях и постоянном стремлении к новаторству, заставляют мир двигаться вперёд.

И сегодня, подготовившись к соревнованиям роботов, поучаствовав в них, обменявшись опытом с единомышленниками, вы сделаете очередной шаг по этому пути.

Успехов вам и грандиозных побед!

*Команда Программы «Робототехника:  
Инженерно-технические кадры инновационной России»  
Фонда Олега Дерипаска «Вольное дело»*

# Мир спортивной робототехники



Ты наверняка уже не новичок в мире робототехники и провёл много увлекательных часов с набором LEGO® MINDSTORMS® EV3, собирая и программируя различные механизмы и устройства.

Что же делать дальше? Как стать настоящим мастером робототехники? Мы тебе поможем!

Соревнования — самый эффективный способ совершенствования собственных навыков. Именно в соревновании ты можешь померяться изобретательностью в области конструирования и программирования роботов с другими ребятами. Более того, ты сможешь найти новых друзей и единомышленников, с которыми пройдёшь по дороге побед и поражений, и вы вместе сможете прийти к успеху! Ведь чем больше людей работают над проектами, тем сложнее задачи и тем успешнее они решаются!

Мир спортивной робототехники отворяет свои двери для тебя!

## Задумайся над этим!

### Внимание!

Ты можешь собрать свои достижения в робототехнике в электронное портфолио! Фотографируй или фиксируй на видео результаты своей работы, чтобы потом представить их для участия в творческих конкурсах. Результаты конкурсов и олимпиад засчитываются при поступлении в профессиональные учебные заведения.

Всего за несколько часов работы ты сумеешь подготовить робота к настоящим спортивным соревнованиям мирового уровня!

Какие существуют состязания? Как стать лидером? Можно ли одолеть самых матёрых соперников? Как интереснее состязаться — индивидуально или в команде?

Ты всё ещё ждёшь? Вперёд, навстречу большим победам!

# Соревнование «Робосумо»



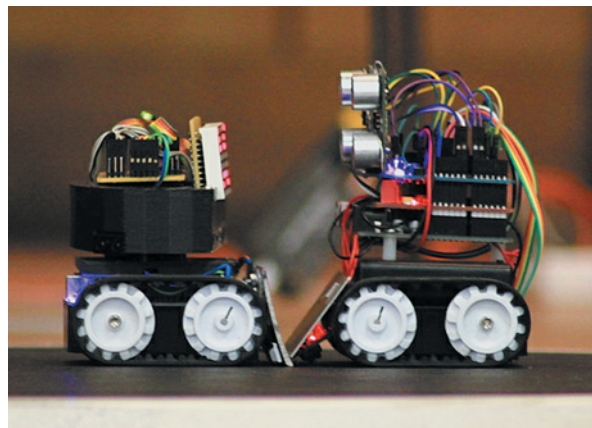
## ОПИСАНИЕ НОМИНАЦИИ

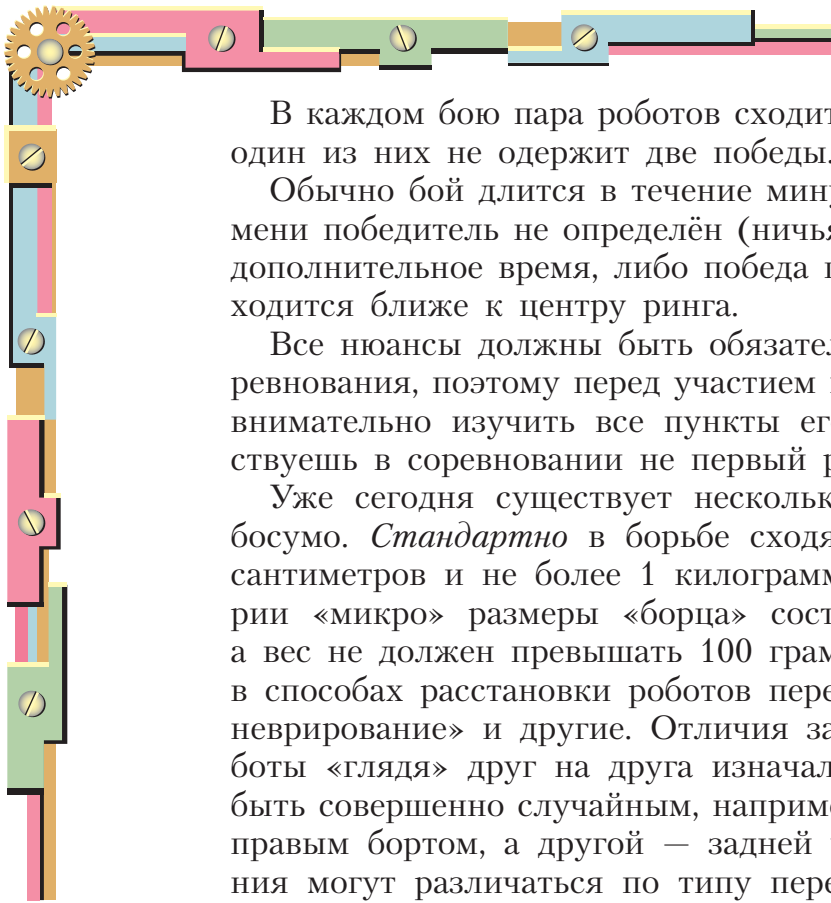
Робосумо — одно из самых зрелищных и по-спортивно азартных соревнований, в котором в бой вступают два робота. Главная задача каждого из них — вытолкнуть соперника за пределы круглого ринга. Действуют роботы по заранее заданной программе, то есть автономно, без вмешательства оператора.

Система соревнований построена по следующему принципу:

- Случайная жеребьёвка определяет для каждого робота несколько соперников (в зависимости от их общего количества). Фактически все роботы разбиваются на группы, внутри каждой из которых сражаются «все со всеми» по круговой системе.
- Лучшие в своей группе выходят в плей-офф и сражаются по олимпийской системе, где проигравший участник выбывает из борьбы после первого же проигрыша.
- Таким образом определяются абсолютный победитель и обычно ещё два лидера, то есть золото (победитель), серебро и бронза (призёры).

**Кстати!** Первые всемирные соревнования по регламенту робосумо прошли в 1991 году, и с тех пор это одна из самых популярных номинаций в роботспорте.





В каждом бою пара роботов сходится максимум в трёх раундах, пока один из них не одержит две победы.

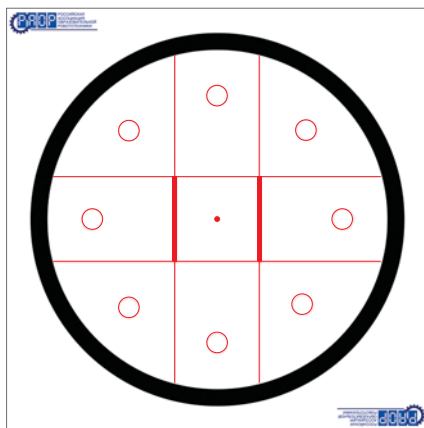
Обычно бой длится в течение минуты. Если по истечении этого времени победитель не определён (ничья), то либо судья может назначить дополнительное время, либо победа присваивается роботу, который находится ближе к центру ринга.

Все нюансы должны быть обязательно определены в *регламенте* соревнования, поэтому перед участием в любых соревнованиях тебе стоит внимательно изучить все пункты его регламента. Даже если ты участвуешь в соревновании не первый раз!

Уже сегодня существует несколько разновидностей регламента робосумо. *Стандартно* в борьбе сходятся роботы размерами  $25 \times 25 \times 25$  сантиметров и не более 1 килограмма весом. Но, например, в категории «микро» размеры «борца» составляют уже  $5 \times 5 \times 5$  сантиметров, а вес не должен превышать 100 граммов. Существуют также различия в способах расстановки роботов перед началом боя: «лоб в лоб», «маневрирование» и другие. Отличия заключаются и в том, стоят ли роботы «глядя» друг на друга изначально или же их положение может быть совершенно случайным, например один из роботов стоит к центру правым бортом, а другой — задней частью. Помимо этого, соревнования могут различаться по типу передвижения робота, например сумо шагающих роботов требует наличия шагающего механизма.

## УСРЕДНЁННЫЙ РЕГЛАМЕНТ

Составим *примерный усреднённый регламент* данной номинации, чтобы мы могли вместе разработать собственного робота-сумоиста! Ориентиром нам будет служить регламент, который применяется на международных состязаниях. Но помни, что в конкретных соревнованиях он может быть (и, скорее всего, будет) другим.

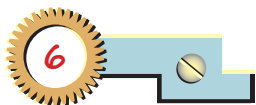


Поле для сумо

### Поле

Поле (или ринг) представляет собой белый круг диаметром 1 метр. По контуру нанесена чёрная линия шириной 5 сантиметров. Внутри круга красными полосками отмечены стартовые линии для роботов. Ровно в середине круга — красная точка, обозначающая центр ринга.

Ринг может представлять собой подиум высотой 10–20 сантиметров.





## Требования к роботу

Размеры робота не должны превышать  $25 \times 25 \times 25$  сантиметров, а вес должен быть не более 1 килограмма (1000 г) на протяжении всего соревнования.

Перед началом состязаний робот проходит проверку на соответствие габаритам и весу, а затем помещается в зону карантина. После попадания робота в эту зону запрещается изменять его конструкцию и программы.

### Важно!

В различных соревнованиях действуют различные запреты на используемые робототехнические наборы, материалы и комплектующие в конструкции роботов. Мы будем создавать базовую модель для состязаний, пользуясь только конструктором LEGO® MINDSTORMS® Education EV3.



Робот должен быть автономным. Во время боя оператору запрещается касаться робота.

Запрещается использование элементов конструкции, благодаря которым робот намеренно пачкает или повреждает поверхность поля и/или других роботов.

## Проведение соревнований

Согласно жеребьёвке в бой вступает пара роботов. Раунд длится до проигрыша одного из роботов, но не более 60 секунд.

Перед запуском роботов судья жеребьёвкой определяет их начальное положение на ринге.



Возможные примеры расстановки

У каждого робота — один оператор от команды.

После сигнала судьи оператор запускает программу на роботе и отходит от ринга более чем на 1 метр.



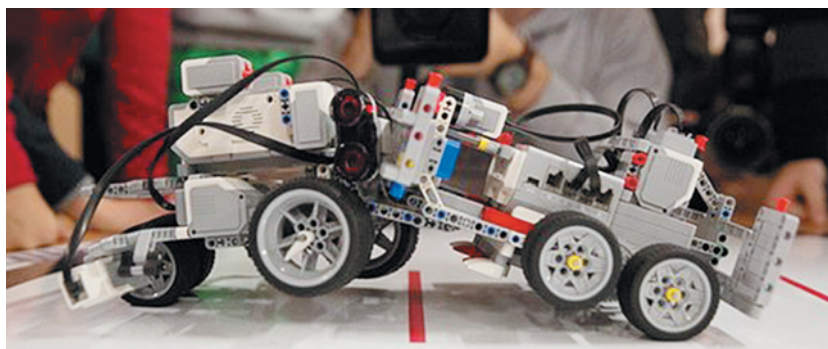
В начале программы должна быть предусмотрена задержка на 5 секунд, в течение которых робот остаётся неподвижен.

Между раундами оператор имеет право ремонтировать своих роботов, выбирать программу на исполнение, заменять элементы питания и прочее, что не противоречит остальным правилам.

Обнаруженное судьёй нарушение в конструкции робота может быть устранено в течение 3 минут, в противном случае робот дисквалифицируется.

### Условия победы

В каждом поединке побеждает робот, сумевший вытолкнуть соперника за пределы чёрной линии ринга (или робот, чей соперник сам коснулся любой своей частью поля вне подиума). Если по истечении минуты оба робота остались внутри ринга, судья определяет, есть ли изменения в соревновательной ситуации (сдвигаются ли роботы или, например, сцепились и стоят на месте). Если изменения есть, то судья может назначить дополнительное время 30 секунд; если нет, назначается дополнительный раунд. Если в дополнительном раунде ситуация повторяется, засчитывается ничья.



### КАКОЙ ДОЛЖНА БЫТЬ КОНСТРУКЦИЯ?

Главное в работе-сумоисте — это вес, площадь соприкосновения с поверхностью ринга (сцепление) и мощность моторов.



Начнём с веса. Его обеспечивают прежде всего программируемый модуль EV3 с аккумуляторной батареей, моторы и датчики. Остальной вес «добирается» за счёт использования элементов конструкции и запчастей. Также, если регламент позволяет, можно использовать сторонние утяжелители (гирьки, батарейки и так далее).

Робот должен быть устойчивым, а значит, иметь максимальную площадь соприкосновения с поверхностью

ринга. Таким образом, мы должны сделать робота как можно шире, в первую очередь за счет расстояния между двумя большими моторами. В качестве подвижной базы можно использовать либо колёса, либо гусеницы. Гусеницы дают большее сцепление, но они будут проскальзывать на поверхности ринга. Для решения этой проблемы можно использовать канцелярские резинки на гусеничных звеньях. Также нужно не забыть, что центр тяжести должен располагаться как можно ниже, тогда робот будет более устойчив и перевернуть его будет очень сложно и даже почти невозможно.



Так как робот должен быть тяжёлым, распределить вес тоже нужно грамотно, правильно расположив центр тяжести. Если сместить центр тяжести к борту, то возрастёт нагрузка на один из двигателей, что делает робота менее устойчивым, его будет легче опрокинуть. Оптимальное расположение центра тяжести — посередине. Однако необходимо позаботиться о том, чтобы робот не «провисал» под своей собственной тяжестью. Для этого между моторами мы должны сделать поддерживающую крепкую раму.

Чем больше мощность моторов, тем роботу-сумоисту проще выиграть. Мощность больших моторов EV3 постоянна. Как же добиться её изменения? Это можно сделать с помощью повышающих и понижающих передач. Повышающая передача позволит роботу набрать большую скорость до столкновения с противником, однако может вызвать пробуксовку на месте. Понижающая передача повысит тягу, то есть робот будет передвигаться медленнее, но толкать соперника сможет с большей силой. Мы сделаем ставку на ударную мощь робота, то есть реализуем повышающую передачу.

Роботу-сумоисту понадобятся как минимум два датчика: ультразвуковой, чтобы «видеть» соперника, и датчик цвета для контроля выезда за линию ринга.

Ультразвуковой датчик следует расположить на небольшой высоте от поверхности ринга (примерно 5–10 сантиметров) и параллельно ей.



Ультразвуковой датчик





Датчик цвета

Датчик цвета расположим вертикально — так, чтобы его «глазок» был направлен на поверхность ринга на высоте примерно 1–2 сантиметра от неё.

Если ты располагаешь бóльшим количеством датчиков, попробуй добавить в конструкцию и их, чтобы сделать робота, который сможет атаковать соперника не одним бортом, а также сможет «видеть» линию ринга со всех своих сторон.

## КАКОЙ ДОЛЖНА БЫТЬ ПРОГРАММА?

Мы сделаем довольно простую, но при этом достаточно интеллектуальную программу. Робот будет поворачиваться вокруг своей оси до тех пор, пока не «увидит» соперника или чёрную линию ринга. В случае обнаружения соперника он начнёт с максимальной мощностью моторов двигаться вперёд по направлению ультразвукового датчика. В случае обнаружения чёрной линии робот будет немного отъезжать от неё

в противоположную сторону. Если робот «потерял из виду» соперника или чёрную линию, то цикл его работы возобновится, начиная с поворота вокруг своей оси.

### Оборудование:

- Базовый набор LEGO® MINDSTORMS® Education EV3.
- Ресурсный набор LEGO® MINDSTORMS® Education EV3.
- Компьютер (минимальные системные требования): Windows XP, Vista, Windows 8 (за исключением METRO), Windows 10 (32/64 бит), оперативная память не менее 1 Гб, процессор — 1,6 ГГц (или быстрее), разрешение экрана — 1024 × 600, свободное место на диске — 5 Гб, выход в Интернет.
- Программное обеспечение LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 (LME-EV3).

### Обозначения

В тексте тебе встретятся обозначения, которые мы сейчас поясним на примерах.

**1.** Балка 7-модульная, или балка № 7 — это балка с семью отверстиями.

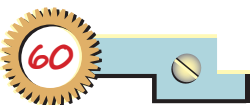
**2.** 3-модульный штифт — штифт, длина которого равна длине балки № 3.

**3.** Ось 5-модульная, или ось № 5 — ось, длина которой равна длине балки № 5.



# Содержание

<b>Здравствуйте!</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>Мир спортивной робототехники</b> . . . . .	<b>4</b>
Задумайся над этим! . . . . .	4
<b>Соревнование «Робосумо»</b> . . . . .	<b>5</b>
Описание номинации . . . . .	5
Усреднённый регламент . . . . .	6
Поле . . . . .	6
Требования к роботу . . . . .	7
Проведение соревнований . . . . .	7
Условия победы . . . . .	8
Какой должна быть конструкция? . . . . .	8
Какой должна быть программа? . . . . .	10
<b>Сборка базовой модели робота-сумоиста</b> . . . . .	<b>11</b>
Устройство модели . . . . .	11
Шаг 1. Сборка приводов и рамы робота . . . . .	12
Шаг 2. Подсоединение датчиков, сборка колёс и редукторов . . . . .	23
Шаг 3. Сборка обвеса . . . . .	37
Шаг 4. Подключение кабелей . . . . .	40
<b>Основная программа</b> . . . . .	<b>42</b>
Установка программного обеспечения на компьютере . . . . .	42
Запуск программного обеспечения EV3 . . . . .	42
Создание нового проекта в памяти EV3 . . . . .	42
Логика программы . . . . .	44
Общий вид программы . . . . .	44
Создание программы для робота-сумоиста . . . . .	45
Загрузка программы и её тестирование . . . . .	52
Шаг 1. Загрузка программы в программируемый модуль . . . . .	53
Шаг 2. Тестирование . . . . .	53
<b>Разберём до винтика</b> . . . . .	<b>55</b>
Плюсы и минусы нашей модели робота . . . . .	55
Минусы . . . . .	55
Плюсы . . . . .	56
Идеи для совершенствования . . . . .	57
<b>Где поучаствовать?</b> . . . . .	<b>58</b>



**Новая серия «РОБОСПОРТ» в помощь настоящим и будущим участникам робототехнических соревнований:**

- «Робот-сумоист»
- «Танковый роботлон»
- «Робофутбол»
- «Робохоккей» и другие.

**Книги по образовательной робототехнике:**

- ◆ **Филиппов С. А.** Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление: учебное пособие
- ◆ **Тарапата В. В., Самылкина Н.Н.** Робототехника в школе. Методика. Программы. Проекты
- ◆ **Винницкий Ю.А., Поляков К.Ю.** Конструируем роботов на ScratchDuino. Первые шаги
- ◆ **Бейктал Дж.** Конструируем роботов на Arduino. Первые шаги
- ◆ **Бейктал Дж.** Дроны. Руководство для начинающих
- ◆ **Бейктал Дж.** Конструируем роботов от А до Я. Полное руководство для начинающих.

**Серия проектов «РОБОФИШКИ»:**

- ▶ «В поисках сокровищ»
- ▶ «Умный свет»
- ▶ «Крутое пике»
- ▶ «Волшебная палочка»
- ▶ «Тайный код Сэмюэла Морзе»
- ▶ «Умный замок»
- ▶ «Робочист спешит на помощь!»
- ▶ «Робот-шпион»
- ▶ «Мотобайк» и другие.

info@pilotLZ.ru

www.pilotLZ.ru

Мы в VK: <http://vk.com/roboLz>

Мы в Twitter: <http://twitter.com/pilotlz>

