

Лоренс Валк

# БОЛЬШАЯ КНИГА LEGO MINDSTORMS EV3



Подробное руководство для начинающих  
по постройке и программированию роботов





Laurens Valk

# **THE LEGO® MINDSTORMS® EV3 DISCOVERY BOOK**

A beginner's guide to building and  
programming robots



Лоренс Валк

# БОЛЬШАЯ КНИГА LEGO MINDSTORMS EV3

Подробное руководство для начинающих  
по постройке и программированию роботов



Москва  
2017

УДК 379.8  
ББК я92  
Л78

The LEGO Mindstorms EV3 Discovery Book  
ISBN 978-1-59327-532-7 published by No Starch Press.

Copyright © 2014 by Laurens Valk.

**Лоренс, Валк.**  
Л78 Большая книга LEGO MINDSTORMS EV3 / Лоренс Валк ; [пер. с англ. С. В. Черникова]. — Москва : Издательство «Э», 2017. — 408 с. : ил. — (Подарочные издания. Компьютер).

ISBN 978-5-699-94356-2

Большая книга LEGO MINDSTORMS EV3 представляет собой полное руководство для начинающих. Вы начнете с основ и постепенно сможете конструировать все более сложных роботов.

Вы научитесь собирать и программировать колесные транспортные средства, которые смогут перемещаться по комнате и следовать по трассе; обтекаемый гоночный автомобиль на дистанционном управлении; шестиногого шагающего робота-муравья; роботизированную руку, которая может самостоятельно находить, поднимать и перемещать предметы; говорящего и ходящего человекоподобного робота.

Все, что нужно для постройки собственных моделей, вы найдете в наборе LEGO MINDSTORMS EV3 (#31313).

УДК 379.8  
ББК я92

ISBN 978-5-699-94356-2

© Черников С.В., перевод на русский язык, 2017  
© Оформление. ООО «Издательство «Э», 2017

# **LEGO® MINDSTORMS® EV3 DISCOVERY BOOK**

# THE LEGO® MINDSTORMS® EV3 DISCOVERY BOOK

a beginner's guide to building and  
programming robots

laurens **valk**



# LEGO® MINDSTORMS® EV3 DISCOVERY BOOK

Руководство для начинающих по сборке  
и программированию роботов

Лоренс Валк





**THE LEGO® MINDSTORMS® EV3 DISCOVERY BOOK.** Copyright © 2014 by Laurens Valk.

All rights reserved. No part of this work may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without the prior written permission of the copyright owner and the publisher.

Printed in USA

Fourth printing

20 19 18 17 16      4 5 6 7 8 9 10

ISBN-10: 1-59327-532-3

ISBN-13: 978-1-59327-532-7

Publisher: William Pollock

Production Editor: Serena Yang

Interior Design: Octopod Studios

Developmental Editor: Seph Kramer

Technical Reviewer: Claude Baumann

Copyeditor: Julianne Jigour

Compositors: Riley Hoffman and Alison Law

Proofreader: Paula L. Fleming

Indexer: BIM Indexing & Proofreading Services

For information on distribution, translations, or bulk sales, please contact No Starch Press, Inc. directly:

No Starch Press, Inc.

245 8th Street, San Francisco, CA 94103

phone: 1.415.863.9900; fax: 1.415.863.9950; info@nostarch.com; www.nostarch.com

*The Library of Congress has cataloged the first edition as follows:*

Valk, Laurens.

The LEGO Mindstorms NXT 2.0 discovery book : a beginner's guide to building and programming robots / Laurens Valk.

p. cm.

Includes index.

ISBN-13: 978-1-59327-211-1

ISBN-10: 1-59327-211-1

1. Robots--Design and construction--Popular works. 2. Robots--Programming--Popular works. 3. LEGO toys. I. Title.

TJ211.15.V353 2010

629.8'92--dc22

2010011157

No Starch Press and the No Starch Press logo are registered trademarks of No Starch Press, Inc. Other product and company names mentioned herein may be the trademarks of their respective owners. Rather than use a trademark symbol with every occurrence of a trademarked name, we are using the names only in an editorial fashion and to the benefit of the trademark owner, with no intention of infringement of the trademark.

LEGO®, MINDSTORMS®, the brick configuration, and the minifigure are trademarks of the LEGO Group, which does not sponsor, authorize, or endorse this book.

The information in this book is distributed on an "As Is" basis, without warranty. While every precaution has been taken in the preparation of this work, neither the author nor No Starch Press, Inc. shall have any liability to any person or entity with respect to any loss or damage caused or alleged to be caused directly or indirectly by the information contained in it.

## Об авторе



Лоренс Валк — инженер-робототехник из Нидерландов, окончил Дельфтский технический университет по специальности «Машиностроение» с дипломом бакалавра. Валк состоит в международной группе MINDSTORMS Community Partners (MCP), сообществе фанатов серии MINDSTORMS, помогающих тестировать и разрабатывать новые продукты в этой линейке. Конструирование роботов он начал с системы EV3 за год до ее выхода для широкой публики в 2013 году, и один из его роботов представлен на упаковке EV3 в качестве официальной бонусной модели.

Лоренсу нравится придумывать новые модели и составлять обучающие материалы по конструированию и программированию роботов, чтобы любители роботов по всему миру могли воссоздавать его проекты и узнавать о робототехнике что-то новое. Он принимал участие в написании нескольких книг о роботах LEGO, включая ставшее бестселлером первое издание данной книги, *The LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 Discovery Book* (No Starch Press, 2010). Лоренс Валк ведет блог о роботах на сайте [robotsquare.com](http://robotsquare.com).

## О техническом редакторе

Клод Бауман изучал сложную робототехнику LEGO MINDSTORMS в течение пятнадцати лет на дополнительных занятиях в школе. Он создал ULTIMATE ROBOLAB, среду для кросс-компиляции, благодаря которой стало возможно визуальное программирование блока LEGO RCX. С ее помощью он сумел разработать единственную в мире самотиражирующуюся программу для LEGO RCX — некоторые называют ее вирусом. Недавно он как член группы MINDSTORMS Community Partners (MCP) участвовал в проектировании нового микрокомпьютера EV3 (Intelligent Brick). Бауман был консультантом и оценивал различные школьные проекты по робототехнике; он написал книгу *Eureka! Problem Solving with LEGO Robotics* (NTS Press, 2013), несколько статей и текстов выступлений для конференций. Особенно его интересует вопрос локализации звука. Клод возглавляет сеть учебных заведений в Люксембурге, он женат, у него трое детей и трое замечательных внуков.

## Благодарности

В самую первую очередь я хочу поблагодарить читателей первого издания этой книги. Ваши бесчисленные электронные письма и комментарии, которые приходили мне со всего света, вдохновили меня переработать книгу, кроме того, ваши отзывы подтолкнули меня к раскрытию новых тем.

Эта книга по своей философии и структуре аналогична первому изданию, но, поскольку модель LEGO MINDSTORMS NXT уступила место модели EV3, книгу, по сути, пришлось переписывать заново. Это стало возможным только благодаря помощи многих талантливых людей.

Огромная благодарность Клоду Бауману, который рецензировал эту книгу и проверял технические моменты, а также подсказал, как можно ее улучшить. Еще хочу поблагодарить Марка-Андре Базерги (Marc-André Bazergui), Мартина Богартса (Martijn Boogaarts), Кеннета Мэдсена (Kenneth Madsen) и Ксандера Солдата (Xander Soldaat) за то, что они еще в 2012 году тестировали прототипы роботов, о которых говорится в этой книге.

Кроме того, я благодарю сотрудников издательства No Starch Press, которые обеспечили успех первого издания этой книги и помогали мне в работе над новым изданием. Благодарю моего издателя Уильяма Поллока (William Pollock), моего редактора Сефа Крамера (Seph Kramer), Серену Йанг (Serena Yang), которая следила за сроками, Райли Хофмана

(Riley Hoffman) и Элисон Ло (Alison Law), которые поместили голый текст на красочные страницы, а также Ли Полер (Leigh Poehler) за помощь в решении всех моих деловых вопросов в течение последних лет.

Благодарю компанию LEGO Group, которая занимается разработкой такой удивительной и развивающей серии роботов и привлекает к этому процессу членов сообщества. Благодарю команду разработчиков LEGO MINDSTORMS EV3, в частности Камиллу, Дэвида, Флемминга, Хенрика, Ларса Джо, Лассе, Ли, Линду, Мэри, Стивена и Уиллема.

Благодарю сообщество LDraw за разработку инструментов, необходимых для создания описанных в этой книге инструкций по сборке. Отдельная благодарность Филиппу Хурбейну (Philippe Hurbain) за построение в LDraw трехмерных моделей деталей EV3, Майклу Лачману (Michael Lachmann) за создание приложения MLCad, Трэвису Коббсу (Travis Cobbs) за разработку LDView и Кевину Клейгу (Kevin Clague) за разработку LPub 4 и LSynth. Я выражаю признательность Джону Хансену (John Hansen), который создал инструмент захвата изображения экрана для EV3.

И наконец, я благодарю своих друзей и членов семьи за поддержку во время написания этой книги. И особая благодарность Фабьен, которая беспрестанно подбадривала меня, побуждая завершить этот проект. Спасибо тебе, ты — лучшая.

# Краткое содержание

Введение .....	21	
<b>Часть I. Приступаем!</b>		
Глава 1. Подготовка к работе с конструктором EV3 .....	25	
Глава 2. Конструирование первого робота.....	31	
Глава 3. Создание и модификация программ.....	47	
Глава 4. Работа с блоками действий.....	57	
Глава 5. Ожидание, повторение, контейнеры и многозадачность .....	71	
<b>Часть II. Программирование роботов с датчиками</b>		
Глава 6. Предназначение датчиков.....	83	
Глава 7. Использование датчика цвета.....	97	
Глава 8. Использование инфракрасного датчика .....	111	
Глава 9. Использование кнопок модуля EV3 и датчиков вращения мотора .....	119	
<b>Часть III. Способы конструирования роботов</b>		
Глава 10. Конструирование с балками, осями, фиксаторами и моторами.....	127	
Глава 11. Конструирование с зубчатыми колесами.....	143	
<b>Часть IV. Роботы-животные и транспортные средства</b>		
Глава 12. FORMULA EV3: робот-гонщик.....	163	
Глава 13. ANTY: робот-муравей .....	193	
<b>Часть V. Разработка сложных программ</b>		
Глава 14. SK3TCHBOT: Использование шин данных .....	221	
Глава 15. Использование блоков операций с данными и контейнеров с шинами данных .....	249	
Глава 16. Использование констант и переменных .....	267	
Глава 17. Играем в игры на EV3.....	275	
<b>Часть VI. Роботы-машины и гуманоиды</b>		
Глава 18. SNATCH3R: автономный робот-манипулятор .....	285	
Глава 19. LAVA R3X: шагающий и болтающий гуманоид.....	333	
Приложение А. Исправление ошибок в программах, модуле EV3 и беспроводных подключениях .....		373
Приложение Б. Создание программ модуля.....		381
Приложение В. Различия между наборами LEGO MINDSTORMS EV3 (артикул 31313) и LEGO MINDSTORMS Образовательный набор EV3 (артикул 45544) .....		387
Приложение Г. BRICK SORT3R: сортировщик деталей LEGO .....		395
Предметный указатель .....		399

# Содержание

<b>Об авторе .....</b>	<b>5</b>
<b>О техническом редакторе .....</b>	<b>5</b>
<b>Благодарности.....</b>	<b>6</b>
<b>Введение.....</b>	<b>21</b>
Зачем нужна эта книга.....	21
Подходит ли вам эта книга.....	21
Как пользоваться этой книгой? .....	21
Практикумы.....	21
Что вы найдете в каждой главе.....	22
Примеры к книге.....	22
Заключение .....	22
 <b>ЧАСТЬ I. ПРИСТУПАЕМ!</b>	
<b>Глава 1. Подготовка к работе с конструктором EV3 .....</b>	<b>25</b>
Содержимое коробки.....	25
Модуль EV3 .....	25
Сортировка деталей.....	27
Трасса для выполнения миссий.....	27
Управление роботом .....	28
Загрузка и установка программного обеспечения EV3.....	28
Заклучение .....	29
 <b>Глава 2. Конструирование первого робота .....</b>	<b>31</b>
Применение инструкций по сборке.....	31
Сборка EXPLOR3R.....	32
Входные/выходные порты и кабели.....	42
Управление модулем EV3.....	42
Включение/выключение модуля EV3.....	43
Выбор и запуск программ .....	44
Дистанционное управление роботом .....	44
Заклучение .....	45

<b>Глава 3. Создание и модификация программ .....</b>	<b>47</b>
Первая небольшая программа.....	47
Разработка простых программ.....	49
1. Палитра программирования .....	49
2. Блок Начало.....	49
3. Область программирования .....	50
4. Страница аппаратных средств.....	50
Проекты и программы .....	51
5. Организация файлов .....	51
6. Панель инструментов.....	53
7. Редактор контента.....	55
Сборка фирменных роботов EV3 и дополнительных моделей .....	55
Заключение .....	55
 <b>Глава 4. Работа с блоками действий .....</b>	 <b>57</b>
Принцип работы программных блоков.....	57
Блок Рулевое управление .....	57
Блок Рулевое управление в действии .....	57
Режимы и параметры .....	58
Уточнение угла поворота.....	61
<i>Практикум № 1: Ускорение!</i> .....	61
<i>Практикум № 2: Уточнение поворотов!</i> .....	61
<i>Практикум № 3: Покатаемся!</i> .....	61
<i>Практикум № 4: Робот-писатель!</i> .....	62
Блок Звук.....	62
Параметры блока Звук.....	62
Использование блока Звук .....	63
<i>Практикум № 5: В какую сторону, говорите?</i> .....	64
<i>Практикум № 6: Стань диджеем!</i> .....	64
Блок Экран.....	64
Параметры блока Экран.....	64
Использование блока Экран .....	67
Индикатор состояния модуля.....	67
Режимы Включить и Выключить блоков действий .....	67
<i>Практикум № 7: Субтитры!</i> .....	67
<i>Практикум № 8: Восьмерка для EXPLOR3R!</i> .....	67
<i>Практикум № 9: Светофор!</i> .....	68
<i>Практикум № 10: Самоходное радио!</i> .....	68
Блоки Независимое управление моторами, Большой мотор и Средний мотор .....	68
<i>Практикум № 11: Время кружиться!</i> .....	69
<i>Практикум № 12: Навигатор!</i> .....	69
<i>Практикум № 13: Танцующий робот</i> .....	70
<i>Сделай сам № 1: Робот-уборщик!</i> .....	70
<i>Сделай сам № 2: Искусство с EXPLOR3R!</i> .....	70
Дальнейшее изучение .....	70

<b>Глава 5. Ожидание, повторение, контейнеры и многозадачность .....</b>	<b>71</b>
Блок Ожидание .....	71
Настройки ожидания .....	71
Использование блока Ожидание.....	71
<i>Практикум № 14: Оставьте сообщение!</i> .....	72
<i>Практикум № 15: Таймер для настольных игр!</i> .....	72
Программа WaitDisplay .....	72
Блок Цикл .....	72
Использование циклов .....	72
Блок Цикл в действии.....	73
Вложенные циклы .....	73
<i>Практикум № 16: Охрана комнаты</i> .....	74
Создание контейнеров «Мой блок».....	75
Контейнеры «Мой блок» на практике.....	75
Использование контейнеров «Мой блок» в программах.....	75
Изменение контейнеров «Мой блок».....	75
<i>Практикум № 17: Треугольник!</i> .....	75
Управление контейнерами «Мой блок» в проектах.....	77
<i>Практикум № 18: Мой квадрат!</i> .....	78
<i>Практикум № 19: Моя мелодия!</i> .....	78
Многозадачность.....	78
Использование нескольких блоков Начало .....	78
Параллельное соединение блоков .....	78
Избегание конфликтов ресурсов .....	79
Дальнейшее изучение .....	79
<i>Практикум № 20: Да здравствует многозадачность!</i> .....	79
<i>Практикум № 21: Однозадачность!</i> .....	80
<i>Сделай сам № 3: Господин EXPLOR3R!</i> .....	80
<i>Практикум № 22: Сложные фигуры!</i> .....	80

## ЧАСТЬ II. ПРОГРАММИРОВАНИЕ РОБОТОВ С ДАТЧИКАМИ

<b>Глава 6. Предназначение датчиков.....</b>	<b>83</b>
Что такое датчики? .....	84
Общее представление о датчиках в наборе MINDSTORMS EV3.....	84
Обзор датчика касания.....	84
Сборка бампера с датчиком касания.....	84
Просмотр значений, полученных датчиками.....	88
Использование датчиков в программах.....	88
Датчики и блок Ожидание .....	89
<i>Практикум № 23: Привет и пока!</i> .....	89
<i>Практикум № 24: Избегайте препятствий и плохого настроения!</i> .....	89
<i>Практикум № 25: Давайте понажимаем!</i> .....	90
Датчики и блок Цикл .....	91
<i>Практикум № 26: Веселые мелодии!</i> .....	91

Датчики и блок Переключатель .....	92
<i>Практикум № 27: Стой или иди!</i> .....	94
<i>Практикум № 28: Трудные решения!</i> .....	94
Режимы Сравнение, Изменить и Измерение .....	94
<i>Практикум № 29: Выбор направления!</i> .....	96
<i>Практикум № 30: Ожидание, Цикл или Переключатель?</i> .....	96
<i>Практикум № 31: Кнопки модуля!</i> .....	96
<i>Сделай сам № 4: Охранная сигнализация!</i> .....	96
<i>Сделай сам № 5: Выключатель!</i> .....	96
Дальнейшее изучение .....	96
<b>Глава 7. Использование датчика цвета .....</b>	<b>97</b>
Подключение датчика цвета .....	97
Цветовой режим .....	97
Нахождение внутри контура .....	99
<i>Сделай сам № 6: Бульдозер!</i> .....	100
Движение по трассе .....	101
Блок Переключатель в режиме Измерение .....	102
Режим Яркость отраженного света .....	103
<i>Практикум № 32: Создайте собственную трассу!</i> .....	103
<i>Практикум № 33: Остановись на синий!</i> .....	103
<i>Практикум № 34: Назови цвет!</i> .....	103
<i>Практикум № 35: Суперотражатель!</i> .....	103
Установка порогового значения .....	104
Сравнение замеров датчика с пороговым значением .....	104
Плавное движение по трассе .....	105
Режим Яркость внешнего освещения .....	105
Измерение яркости внешнего освещения .....	107
Программа MorseCode .....	107
<i>Практикум № 36: Утренний будильник!</i> .....	107
Дальнейшее изучение .....	108
<i>Практикум № 37: Цветовые салки!</i> .....	109
<i>Практикум № 38: Сканер отпечатков пальцев!</i> .....	109
<i>Практикум № 39: Цветовой шаблон!</i> .....	109
<i>Практикум № 40: Трасса с препятствиями!</i> .....	109
<i>Практикум № 41: Сумасшедшая дорожка!</i> .....	110
<i>Сделай сам № 7: Дверной звонок!</i> .....	110
<i>Сделай сам № 8: Вклад в безопасность!</i> .....	110
<b>Глава 8. Использование инфракрасного датчика .....</b>	<b>111</b>
Режим Приближение .....	111
<i>Практикум № 42: Иду на сближение!</i> .....	112
<i>Практикум № 43: Три датчика!</i> .....	112
Избегание препятствий .....	112
Совместное использование датчиков .....	112
<i>Практикум № 44: Разблокируй дистанционное управление!</i> .....	114



Режим Удаленный.....	114
Режим Приближение маяка.....	115
Режим Направление маяка.....	115
<i>Практикум № 45: Плавное преследование!</i> .....	116
Комбинированный режим работы датчика.....	117
Дальнейшее изучение.....	117
<i>Практикум № 46: Следуй за мной!</i> .....	117
<i>Практикум № 47: Акустический локатор!</i> .....	118
<i>Сделай сам № 9: Железнодорожный переезд!</i> .....	118
<i>Сделай сам № 10: Надежный сигнал тревоги!</i> .....	118

## **Глава 9. Использование кнопок модуля EV3 и датчиков вращения мотора.... 119**

Использование кнопок модуля EV3.....	119
<i>Практикум № 48: Длинное сообщение!</i> .....	119
<i>Практикум № 49: Пользовательское меню!</i> .....	119
Использование датчика вращения мотора.....	120
Положение мотора.....	120
Сброс показаний датчика вращения мотора.....	121
Скорость вращения.....	121
<i>Практикум № 50: Вернемся к началу!</i> .....	122
<i>Практикум № 51: Цветная скорость!</i> .....	122
Управление скоростью.....	123
Регулирование скорости в действии.....	123
Остановка заглухшего мотора.....	123
<i>Практикум № 52: Дистанционное управление с помощью модуля EV3!</i> .....	124
<i>Практикум № 53: Снижение скорости при обнаружении препятствия!</i> .....	124
<i>Сделай сам № 11: Автоматический дом!</i> .....	124
Дальнейшее изучение.....	124

## **ЧАСТЬ III. СПОСОБЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ РОБОТОВ**

### **Глава 10. Конструирование с балками, осями, фиксаторами и моторами ..... 127**

Использование балок и рамок.....	128
Удлинение балок.....	128
Использование рамок.....	128
Использование балок для укрепления конструкций.....	129
Использование угловых балок.....	129
<i>Практикум № 54: Большие треугольники!</i> .....	130
Размерная сетка LEGO.....	130
<i>Практикум № 55: Угловые комбинации!</i> .....	132
Использование осей и крестовых отверстий.....	132
Использование фиксаторов.....	133
Удлинение осей.....	133
Соединение параллельных балок.....	133
Соединение балок под прямым углом.....	133

Укрепление параллельных балок .....	133
<i>Практикум № 56: Конструктивные фиксаторы!</i> .....	135
<i>Практикум № 57: Половинчатые балки!</i> .....	136
Детали с половинчатым размером .....	136
Использование тонких деталей .....	136
Создание гибких конструкций .....	136
Конструкции с моторами и датчиками .....	137
Конструкции с большим мотором .....	137
Конструкции со средним мотором .....	137
Конструкции с датчиками .....	140
Прочие детали .....	141
Дальнейшее изучение .....	141
<i>Сделай сам № 12: Пересядем на гусеницы!</i> .....	141
<i>Сделай сам № 13: Робот-уборщик!</i> .....	142
<i>Сделай сам № 14: Робот, открывающий шторы!</i> .....	142
<b>Глава 11. Конструирование с зубчатыми колесами.....</b>	<b>143</b>
Простые зубчатые передачи .....	143
<i>Практикум № 58: Наблюдение за зубчатыми колесами!</i> .....	144
Подробно о зубчатых колесах .....	144
Расчет передаточного числа для двух зубчатых колес .....	145
<i>Практикум № 59: Зубчатая математика!</i> .....	146
Уменьшение и увеличение скорости вращения .....	146
Крутящий момент .....	147
Конструирование сложных зубчатых передач .....	148
<i>Практикум № 60: Предсказуемые движения!</i> .....	149
<i>Практикум № 61: Общее направление!</i> .....	150
Трение и люфт .....	150
Использование зубчатых колес из набора MINDSTORMS EV3 .....	150
Размерная сетка LEGO .....	151
Одинарные и двойные конические зубчатые колеса .....	155
Кноб-колеса .....	155
<i>Практикум № 62: Перпендикулярные варианты!</i> .....	156
<i>Практикум № 63: Мощные зубчатые передачи!</i> .....	156
Червячные колеса .....	156
Сборка прочных зубчатых передач .....	157
<i>Практикум № 64: Червячное движение!</i> .....	157
Крепление зубчатых колес с помощью балок .....	159
Предотвращение прокручивания оси .....	159
Изменение направления вращения .....	159
Конструирование с зубчатыми колесами и моторами EV3 .....	159
Дальнейшее изучение .....	159
<i>Сделай сам № 15: Дрэгстер!</i> .....	159
<i>Сделай сам № 16: Робот-улитка!</i> .....	159
<i>Сделай сам № 17: Робот-альпинист!</i> .....	160
<i>Сделай сам № 19: Роботизированная рука!</i> .....	160
<i>Сделай сам № 18: Поворотная платформа!</i> .....	160

## ЧАСТЬ IV. РОБОТЫ-ЖИВОТНЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

### Глава 12. FORMULA EV3: робот-гонщик ..... 163

Сборка гоночного автомобиля FORMULA EV3.....	164
Передвижение и рулевое управление .....	164
Создание контейнеров «Мой блок» для рулевого управления.....	185
Проверка контейнеров «Мой блок» .....	188
Создание программы дистанционного управления .....	188
Практикум № 65: Эксперимент на точность!.....	190
Самостоятельная езда.....	190
Дальнейшее изучение .....	190
Практикум № 66: Ночные гонки.....	191
Практикум № 67: Нажимаем на педаль газа!.....	191
Практикум № 68: Мигающий задний свет!.....	191
Практикум № 69: Обнаружение препятствий! .....	191
Сделай сам № 20: Мчаться быстрее!.....	192
Сделай сам № 21: Усовершенствование автомобиля! .....	192

### Глава 13. ANTY: робот-муравей ..... 193

Знакомство с механизмом движения.....	194
Сборка робота ANTY .....	195
Ставим ANTY на ноги .....	212
Создание противоположных контейнеров «Мой блок».....	212
Избегание препятствий.....	212
Программирование поведения.....	213
Поиск пищи.....	213
Восприятие окружающей среды.....	213
Практикум № 70: Дистанционное управление! .....	216
Практикум № 71: Ночное создание!.....	216
Практикум № 72: Голодные роботы! .....	216
Дальнейшее изучение .....	216
Сделай сам № 23: Усики!.....	217
Сделай сам № 22: Робот-паук!.....	217
Сделай сам № 24: Жуткие когти!.....	217

## ЧАСТЬ V. РАЗРАБОТКА СЛОЖНЫХ ПРОГРАММ

### Глава 14. SKЗТСНВОТ: использование шин данных ..... 221

Сборка робота SKЗТСНВОТ .....	222
Практикум № 73: Звук на расстоянии!.....	232
Начало работы с шинами данных.....	232
Работа с шинами данных .....	233
Просмотр значения в шине данных .....	233
Удаление шины данных .....	234
Выбор блока для подключения шины данных .....	234
Использование нескольких шин данных.....	234

Циклы и шины данных .....	235
<i>Практикум № 74: Полосная диаграмма!</i> .....	235
<i>Практикум № 75: Расширенная диаграмма!</i> .....	235
<i>Практикум № 76: Плавная остановка!</i> .....	236
Типы шин данных.....	236
Числовые шины данных.....	236
Логические шины данных .....	236
Текстовые шины данных .....	236
Числовой и логический массивы .....	237
Конвертации шин данных .....	237
Использование блоков датчиков.....	239
Режим Измерение .....	239
Режим Сравнение.....	239
Диапазон значений шин данных.....	241
<i>Практикум № 77: Регулятор датчика!</i> .....	241
<i>Практикум № 78: Расширенная версия программы My Port!</i> .....	241
<i>Практикум № 79: Сравните размер!</i> .....	241
Расширенные функции блоков управления операторами .....	242
Шины данных и блок Ожидание.....	242
Шины данных и блок Цикл.....	242
Шины данных и блок Переключатель.....	243
<i>Практикум № 80: Удаленное ускорение!</i> .....	243
Блок Прерывание цикла .....	245
Дальнейшее изучение .....	247
<i>Практикум № 81: Прерывание прерываний!</i> .....	247
<i>Практикум № 82: Режим работы датчика!</i> .....	247
<i>Практикум № 83: Питание vs скорость!</i> .....	247
<i>Практикум № 84: Реальное направление!</i> .....	248
<i>Практикум № 85: SK3TCHBOT наблюдает за вами!</i> .....	248
<i>Сделай сам № 25: Бионическая рука!</i> .....	248
<i>Практикум № 86: Осциллограф!</i> .....	248

## **Глава 15. Использование блоков операций**

### **с данными и контейнеров с шинами данных ..... 249**

Применение блоков операций с данными.....	249
<i>Практикум № 87: 100%-ная математика!</i> .....	250
Блок Математика.....	250
<i>Практикум № 88: Добавленное значение!</i> .....	252
<i>Практикум № 89: Скорость на основе замеров инфракрасного датчика!</i> .....	252
<i>Практикум № 90: Удвоенная скорость на основе замеров инфракрасного датчика!</i> .....	252
<i>Практикум № 91: Регулятор усиления!</i> .....	252
<i>Практикум № 92: Управление направлением!</i> .....	252
Блок Случайное значение.....	252

<i>Практикум № 93: Случайная частота!</i> .....	253
<i>Практикум № 94: Произвольно выбранный мотор и скорость!</i> .....	254
Блок Сравнение .....	254
Блок Логические операции.....	254
<i>Практикум № 95: Логические датчики!</i> .....	256
<i>Практикум № 96: Для трех датчиков!</i> .....	256
Блок Интервал .....	256
Блок Округление .....	256
Блок Текст.....	257
<i>Практикум № 97: Отсчет!</i> .....	258
Создание контейнеров «Мой блок» с шинами данных .....	258
Контейнеры «Мой блок» с вводами .....	258
Изменение контейнеров «Мой блок».....	261
Контейнеры «Мой блок» с выводами .....	261
<i>Практикум № 98: Мой модуль!</i> .....	261
<i>Практикум № 99: Продвинутый интерфейс!</i> .....	261
<i>Практикум № 100: Среднее значение приближения!</i> .....	263
<i>Практикум № 101: Скорость приближения!</i> .....	263
Контейнеры «Мой блок» с вводами и выводами.....	264
Рекомендации по использованию контейнеров «Мой блок» .....	265
Способы создания контейнеров «Мой блок».....	265
Использование блоков в разных проектах.....	265
<i>Практикум № 102: Математика круга!</i> .....	265
<i>Практикум № 103: Это целое число?</i> .....	266
<i>Практикум № 104: Двойная потеря скорости!</i> .....	266
<i>Практикум № 105: Тест на рефлекс!</i> .....	266
<i>Сделай сам № 26: Роботизированные часы!</i> .....	266
Дальнейшее изучение .....	266
<b>Глава 16. Использование констант и переменных.....</b>	<b>267</b>
Использование констант.....	267
Использование переменных.....	267
Определение переменной.....	268
Использование блока Переменная.....	269
<i>Практикум № 106: Старое или новое!</i> .....	270
<i>Практикум № 107: Предыдущее или новое!</i> .....	270
Изменение значений переменных.....	271
Присвоение начального значения переменным .....	271
Вычисление среднего значения.....	272
Дальнейшее изучение .....	273
<i>Практикум № 108: Прямой и обратный счет!</i> .....	273
<i>Практикум № 109: Ограниченное среднее!</i> .....	273
<i>Практикум № 110: Подтверждение случайности!</i> .....	273
<i>Практикум № 111: Максимальное сближение!</i> .....	274
<i>Сделай сам № 27: Счетчик клиентов!</i> .....	274

<b>Глава 17. Играем в игры на EV3.....</b>	<b>275</b>
Шаг первый: создание основной программы .....	276
Контейнер «Мой блок» № 1: Очистка экрана.....	276
Контейнер «Мой блок» № 2: Определение координат.....	276
Завершение основной программы .....	276
Шаг второй: добавление элементов управления пером .....	277
Перемещение пера без рисования.....	277
Превращение пера в ластик .....	277
Очистка экрана .....	279
Установка размера пера.....	279
Дальнейшее изучение .....	281
<i>Практикум № 112: Робот-художник!</i> .....	281
<i>Практикум № 113: Реакция на силу!</i> .....	281
<i>Практикум № 114: Перо-указка!</i> .....	281
<i>Практикум № 115: Аркадная игра!</i> .....	281
<i>Практикум № 116: Зарядка для ума!</i> .....	282
<i>Сделай сам № 28: Плоттер!</i> .....	282

## ЧАСТЬ VI. РОБОТЫ-МАШИНЫ И ГУМАНОИДЫ

<b>Глава 18. SNATCH3R: автономный робот-манипулятор .....</b>	<b>285</b>
Захватное устройство.....	285
Механизм захватного устройства.....	287
Механизм подъема.....	287
Сборка SNATCH3R .....	288
Управление захватным устройством .....	321
Контейнер «Мой блок» № 1: Захват .....	321
Контейнер «Мой блок» № 2: Исходное положение.....	321
Контейнер «Мой блок» № 3: Сброс .....	321
Разработка программы дистанционного управления .....	322
Проблемы с захватным устройством .....	323
Поиск инфракрасного маяка.....	323
Сборка инфракрасного маяка .....	323
<i>Практикум № 117: Улучшенное дистанционное управление!</i> .....	323
<i>Практикум № 118: Дистанционное управление скоростью!</i> .....	323
Контейнер «Мой блок» № 4: Поиск .....	325
Создание итоговой программы .....	329
<i>Практикум № 119: Проверка сигнала!</i> .....	329
Дальнейшее изучение .....	330
<i>Практикум № 120: Работа без остановки!</i> .....	331
<i>Практикум № 121: Поиск пути!</i> .....	331
<i>Практикум № 122: Определитель приближения!</i> .....	331
<i>Сделай сам № 29: Экскаватор!</i> .....	331

## **Глава 19. LAVA R3X: шагающий и болтающий гуманоид ..... 333**

Сборка ног.....	334
Обучение робота ходьбе.....	352
Контейнер «Мой блок» № 1: Сброс.....	352
Контейнер «Мой блок» № 2: Возврат.....	352
Контейнер «Мой блок» № 3: Синхронизация.....	354
Контейнер «Мой блок» № 4: Поворот налево.....	356
Первые шаги.....	356
Сборка головы и рук.....	357
Практикум № 123: Контейнер «Прогулка»!.....	357
Практикум № 124: Задом наперед!.....	357
Практикум № 125: Поворот направо!.....	357
Управление головой и руками.....	366
Контейнер «Мой блок» № 5: Голова.....	366
Избегание препятствий и реагирование на рукопожатие.....	366
Дальнейшее изучение.....	369
Практикум № 126: Танцующие роботы!.....	369
Практикум № 127: Какая разница?.....	370
Практикум № 128: Робот-тренер!.....	370
Практикум № 129: Робот-компаньон!.....	370
Практикум № 130: В такт!.....	370
Практикум № 131: На расстоянии!.....	370
Практикум № 132: Тамагочи!.....	371
Сделай сам № 30: Двуногий робот!.....	371

## **Приложение А. Исправление ошибок в программах, модуле EV3 и беспроводных подключениях..... 373**

Решение проблем компиляции.....	373
Отсутствующие контейнеры «Мой блок».....	373
Ошибки в программных блоках.....	373
Неопределенные переменные.....	374
Решение проблем запуска программ.....	374
Решение проблем с модулем EV3.....	375
Использование страницы аппаратных средств.....	376
Решение проблем с USB-подключением.....	377
Перезапуск модуля EV3.....	377
Обновление встроенного программного обеспечения EV3.....	377
Использование карты microSD во избежание потери данных.....	378
Беспроводное подключение к модулю EV3.....	378
Использование интерфейса Bluetooth для загрузки программ в модуль EV3.....	378
Использование интерфейса Wi-Fi для загрузки программ в модуль EV3.....	380
Bluetooth или Wi-Fi?.....	380
Заключение.....	380

<b>Приложение Б. Создание программ модуля .....</b>	<b>381</b>
Создание, сохранение и запуск программы модуля.....	381
Добавление блоков в цикл.....	382
Настройка параметра блока.....	382
Запуск программы.....	382
Сохранение и открытие программы.....	383
Использование программных блоков на модуле.....	383
Импорт программ модуля.....	383
Заключение .....	385

## **Приложение В. Различия между наборами**

### **LEGO MINDSTORMS EV3 (артикул 31313)**

#### **и LEGO MINDSTORMS Образовательный набор EV3 (артикул 45544)..... 387**

Домашняя версия LEGO MINDSTORMS EV3.....	387
Базовая образовательная версия LEGO MINDSTORMS EV3.....	387
Модернизация образовательной версии набора до домашней .....	389
Модернизация домашней версии до образовательной.....	389
Программное обеспечение EV3.....	389
Программное обеспечение для домашней версии .....	389
Программное обеспечение для образовательной версии .....	391
Использование программного обеспечения для домашней версии применительно к образовательному набору .....	391
Ресурсный образовательный набор LEGO MINDSTORMS EV3 .....	391
Аккумуляторная батарея EV3.....	391
Приложения для смартфона и планшета.....	391
Подключение через Bluetooth- и Wi-Fi-интерфейсы.....	393

## **Приложение Г. BRICK SORT3R: сортировщик деталей LEGO ..... 395**

Необходимые элементы.....	395
Сборка робота BRICK SORT3R.....	395
Разработка программы для робота BRICK SORT3R.....	395
Проверка работоспособности робота .....	397
Дальнейшее изучение .....	397
<i>Практикум № 133: Различные приемники!</i> .....	398
<i>Практикум № 134: Больше цветов!</i> .....	398
<i>Практикум № 135: Другие размеры!</i> .....	398
<i>Практикум № 136: Пустой желоб!</i> .....	398
<i>Сделай сам № 31: Сортировка с вращением!</i> .....	398

## **Предметный указатель ..... 399**



# Введение

Вы готовы открыть для себя захватывающий мир робототехники? Раз вы читаете эту книгу, я могу сделать вывод, что в качестве обучающего инструмента вы взяли набор LEGO MINDSTORMS EV3, и мне кажется, это отличный выбор.

Я впервые познакомился с серией MINDSTORMS в 2005 году, когда мне было тринадцать лет. У меня появился набор Robotics Invention System, версия, продававшаяся в то время. Сначала это было просто хобби, но позже я настолько увлекся роботами, что решил получить инженерное образование.

LEGO MINDSTORMS — это отличный способ познакомиться со множеством понятий из сферы робототехники и инженерии, например программированием и применением моторов и датчиков.

Цель этой книги — помочь вам исследовать огромный спектр возможностей конструкторов MINDSTORMS. Я надеюсь, что вам будет так же интересно работать с этим набором, как и мне, и что вы при этом сможете узнать много нового!

## Зачем нужна эта книга

Набор LEGO MINDSTORMS EV3 содержит множество деталей и инструкции по сборке пяти роботов. Я считаю, что вам будет очень интересно собирать и программировать этих роботов, но у новичков, которые хотят пойти дальше базовых моделей, могут возникнуть затруднения. В этом наборе есть все инструменты, необходимые для конструирования основных роботов, но в инструкциях приводится лишь небольшая часть тех сведений, которые вам нужны для создания и программирования ваших собственных, новых роботов.

Эта книга составлена в форме практического руководства, которое познакомит вас с ресурсами и возможностями LEGO MINDSTORMS EV3, когда вы будете учиться придумывать, конструировать и программировать свои уникальные модели роботов.

## Подходит ли вам эта книга

Эта книга написана для тех, кто никогда прежде не сталкивался ни с конструированием, ни с программированием LEGO MINDSTORMS. По мере прочтения вы будете продвигаться от самых азов до продвинутого уровня программирования, научитесь создавать все более сложные модели роботов. Новичкам лучше начать с главы 1, а затем пошагово выполнять инструкции из главы 2, чтобы собрать и запрограммировать базового робота. Более опытные пользователи MINDSTORMS могут сразу перейти к той главе, в которой описаны наиболее трудные для них моменты, и двигаться уже оттуда. Главы для опытных программистов собраны в части VI,

а модели роботов, описанные в части VI, будут особенно интересны пользователям продвинутого уровня.

## Как пользоваться этой книгой?

Хотя этой книгой можно пользоваться как обычным справочником, она задумывалась скорее как учебное пособие. Я собрал воедино задания по конструированию, программированию и робототехнике, чтобы избежать длинных теоретических рассуждений, которые довольно трудно воспринимать. Например, вы изучите основные методы программирования и одновременно с этим узнаете, как научить своего первого робота двигаться. Кроме того, создавая новых роботов, вы получите представление о продвинутых техниках программирования.

Эта книга построена по принципу «обучение через практику», который, по моему мнению, лучше всего подходит для тех, кто хочет научиться конструировать и программировать роботов MINDSTORMS.

### Практикумы

Чтобы вам было проще понять информацию из каждой главы, я дополнил книгу множеством так называемых практикумов. Выполняя задания из *практикумов*, вы научитесь расширять программы из примеров или даже придумывать абсолютно новые программы. Например, когда вы узнаете, как запрограммировать робота, чтобы он воспроизводил звуки и отображал текст на экране, вам будет предложено написать программу, благодаря которой робот во время своей речи будет выводить на экране субтитры.

В конце многих глав вы увидите разделы «Сделай сам». Там вы сможете почерпнуть идеи, как доработать или изменить робота, сконструированного в данной главе. Например, у вас будет задание улучшить гоночного робота, добавив шестеренки (зубчатые колеса) между моторами и колесами, чтобы он ездил быстрее. У вас даже будет задание создать нового робота, который превратит конструктор MINDSTORMS EV3 в охранную сигнализацию!

### Оценка сложности и времени

Чтобы вам было проще выбрать те практикумы, которые вы захотите выполнить, я присвоил каждому из них определенный уровень сложности. Для выполнения простых заданий (I) обычно нужно создать или расширить программу теми же способами, которые описаны в примерах. Средняя (II) сложность указывает на то, что вам нужно подумать еще немного и, возможно, объединить новый материал с тем, что вы изучили ранее. Сложные практикумы (III) заставят вас проявить свои творческие способности и выйти за рамки примеров из книги.

Указывая степень сложности, я исхожу из того, что вы будете читать эту книгу в порядке расположения глав. То есть

задание, отмеченное как «сложное» в главе 4, на самом деле может быть довольно простым по сравнению с заданием, отмеченным как «сложное» в главе 19. Кроме того, для каждого практикума указано, сколько времени необходимо для его выполнения. С этой точки зрения задания делятся на короткие (⏱), средние (⏱⏱) или длинные (⏱⏱⏱). Как правило, короткие практикумы можно выполнить, внеся всего несколько изменений в программу из примера, а длинные практикумы подразумевают создание абсолютно новой программы.

Разделы «Сделай сам» обычно требуют больше времени, поскольку они включают в себя и конструирование, и программирование. Они оцениваются в соответствии с тем, в какой степени в них представлено конструирование (🔧) и программирование (💻).

### Поиск решений

В некоторых практикумах вы найдете советы, в каком направлении двигаться, но каждую задачу можно решить несколькими способами. Вовсе не обязательно в точности следовать указаниям, вы спокойно можете найти новое решение, которое не пришло мне в голову. Уровень сложности и время, необходимое для выполнения каждого практикума, тоже приблизительно. Не переживайте, если на определенное задание у вас ушло немного больше времени. Просто помните, что решение задач в первую очередь должно приносить вам удовольствие!

Решение некоторых практикумов можно найти в архиве, доступном по ссылке [eksmo.ru/files/Lego\\_Mindstorms\\_Primers.zip](https://eksmo.ru/files/Lego_Mindstorms_Primers.zip). Эти варианты помогут вам на первых этапах, но для выполнения тех заданий, которые не вошли в архив, вам нужно будет применить свои творческие способности.

### Что вы найдете в каждой главе

Ниже представлен краткий обзор всех шести частей этой книги. Некоторые термины могут оказаться новыми для вас, но, дочитав книгу до конца, вы будете знать о них все.

#### Часть I. Приступаем!

Часть I, а в частности глава 1, повествует о деталях, входящих в набор MINDSTORMS EV3. В главе 2 вы соберете своего первого робота и узнаете, что такое микрокомпьютер EV3. В главе 3 вы познакомитесь с программным обеспечением EV3, с помощью которого вы будете программировать роботов. В главе 4 рассказывается, как с помощью этого программного обеспечения заставить робота двигаться. Вы напишете свои первые программы, пользуясь базовыми программными блоками. И наконец, в главе 5 вы узнаете основные способы программирования, например как научить робота повторять одно и то же действие или выполнять несколько задач одновременно.

#### Часть II. Программирование роботов с датчиками

В этой части вы узнаете все о датчиках, которые представляют собой важную составляющую роботов MINDSTORMS. В главе 6 вы читаете, как добавить датчик касания к созданному ранее роботу, и изучите необходимые для работы с датчиками способы программирования. Затем в главе 7 вы познакомитесь

с датчиком цвета, в главе 8 — с инфракрасным маяком, а в главе 9 — с двумя видами встроенных датчиков.

#### Часть III. Способы конструирования роботов

Эта часть посвящена входящим в состав набора MINDSTORMS EV3 строительным деталям LEGO Technic. В главе 10 вы научитесь пользоваться балками, осями и соединительными деталями, а в главе 11 узнаете, для чего роботам нужны зубчатые колеса.

#### Часть IV. Роботы-животные и транспортные средства

Когда вы освоитесь с моторами и датчиками, нужно будет применить эти знания на практике и собрать двух роботов. В главе 12 вы постройте гоночную машину EV3, а в главе 13 — робота-муравья.

#### Часть V. Разработка сложных программ

Часть V посвящена более сложным способам программирования. Вы узнаете, что такое шины данных (глава 14), как пользоваться значениями датчиков и как проводить вычисления с помощью EV3 (глава 15), как научить робота запоминать данные, содержащие переменные (глава 16). В главе 17 рассказывается, как объединить все эти способы программирования и создать робота, на экране которого можно будет рисовать, как на электронной доске для рисования типа советской игры «Волшебный экран».

#### Часть VI. Роботы-машины и гуманоиды

Познакомившись с моторами, датчиками и различными способами программирования, вы перейдете к этой части, в которой сделаете двух сложных роботов. В главе 18 рассказывается о том, как собрать и запрограммировать SNATCH3R — автономного робота-манипулятора, способного самостоятельно находить, захватывать и поднимать и перемещать инфракрасный маяк. А в главе 19 вы создадите LAVA R3X — изображенного на обложке этой книги гуманоида, который может ходить и разговаривать. Он спроектирован по примеру знаменитого робота-гуманоида Alpha Rex из предыдущего поколения LEGO MINDSTORMS.

#### Примеры к книге

По адресу [eksmo.ru/files/Lego\\_Mindstorms\\_Primers.zip](https://eksmo.ru/files/Lego_Mindstorms_Primers.zip) вы сможете скачать архив со всеми программами-примерами из этой книги и решениями некоторых представленных здесь практикумов.

## Заключение

MINDSTORMS — это источник творческого вдохновения и стимул к познанию для людей всех возрастов. Поэтому берите набор MINDSTORMS EV3, начинайте читать главу 1 и откройте для себя яркий мир LEGO MINDSTORMS. Я надеюсь, что эта книга даст простор вашему воображению!

ЧАСТЬ I

Приступаем!

# 1

## Подготовка к работе с конструктором EV3

Все роботы, о которых пойдет речь в этой книге, могут быть построены с использованием одного набора LEGO MINDSTORMS EV3 (артикул 31313). Если у вас есть набор, показанный на рис. 1.1, вы можете сразу приступить к работе. Если вы приобрели набор LEGO MINDSTORMS образовательный набор EV3 (артикул 45544), см. в приложении В список деталей, которые необходимы для работы над проектами, представленными в этой книге.

В этой главе вы узнаете об интеллектуальном модуле EV3 (программируемом блоке) и других деталях в наборе MINDSTORMS EV3, скачаете и установите программное обеспечение, которое понадобится для программирования роботов.

### Содержимое коробки

Набор LEGO MINDSTORMS EV3 поставляется с большим количеством строительных деталей Technic, а также электронных компонентов, включающих моторы, датчики, микрокомпьютер EV3, маяк для дистанционного управления роботом и кабели (рис. 1.2). В процессе чтения этой книги вы научитесь использовать каждый из этих компонентов. Кроме того, в конце книги приведен полный список деталей.

Для сборки роботов EV3 используются *моторы* большого или среднего размера, предназначенные для приведения в движение их колес, рук и других движущихся частей. *Датчики* позволяют получать данные из окружающей среды, например анализировать цвет поверхности или приблизительное расстояние до объекта. *Кабели* соединяют моторы и датчики с модулем EV3. *Удаленный инфракрасный маяк*, или просто маяк, можно использовать для дистанционного управления и отслеживания робота.

#### Модуль EV3

*Модуль EV3, программируемый блок*, или просто *EV3*, представляет собой небольшой компьютер, который управляет



Рис. 1.1. Набор LEGO MINDSTORMS EV3 (артикул 31313) содержит все компоненты, необходимые для создания роботов, описанных в этой книге

моторами и датчиками робота, позволяя ему передвигаться самостоятельно. Вскоре вы соберете робота, который автоматически обходит препятствия на своем пути. Когда датчик сообщает EV3, что рядом находится какой-то объект, EV3 передает моторам соответствующую команду, чтобы робот обошел его.

Ваш робот способен делать это благодаря использованию программы-списка действий, которые он будет выполнять, как правило, по очереди. Вы сами будете разрабатывать программы на компьютере с помощью специальной программы LEGO MINDSTORMS EV3.

После того как вы закончите создание программы, вы установите ее на модуль EV3 с помощью кабеля USB, который входит в комплект, и ваш робот будет готов делать то, на что запрограммирован.



Рис. 1.2. Набор MINDSTORMS EV3 содержит строительные детали Technic, моторы, датчики, модуль EV3, маяк для дистанционного управления роботом и кабели

Для питания модуля EV3 используется либо блок с шестью батарейками типа AA, как показано на рис. 1.3, либо аккумуляторная батарея LEGO EV3 (№ 45501) и зарядное устройство (№ 8887). В случае установки аккумуляторной батареи модуль EV3 немного увеличивается в размерах. Это не мешает при создании

роботов из этой книги, но если вы захотите собрать робота TRACK3R, который изображен на упаковке LEGO MINDSTORMS EV3, нужно будет его немного изменить, чтобы освободить чуть больше места для модуля EV3. Для питания инфракрасного маяка используйте две батарейки AAA.



Рис. 1.3. Для обеспечения питания модуля EV3 можно использовать либо шесть батареек типа AA, либо аккумуляторную батарею EV3



## Сортировка деталей

Чтобы сэкономить время при поиске деталей LEGO Technic, задумайтесь о сортировке и хранении их в органайзере, например таком, какой показан на рис. 1.4. Так упростится процесс сборки моделей, описанных в книге, и процесс создания собственных роботов. Вы сможете сразу увидеть, что нужные детали закончились, и вам не придется тратить время на поиски деталей, которых у вас нет.

При сортировке деталей рекомендуется ориентироваться на их функциональность. Например, отделить балки от зубчатых колес, осей и т.д. Если в органайзере недостаточно отделений для каждого типа деталей, храните вместе легко

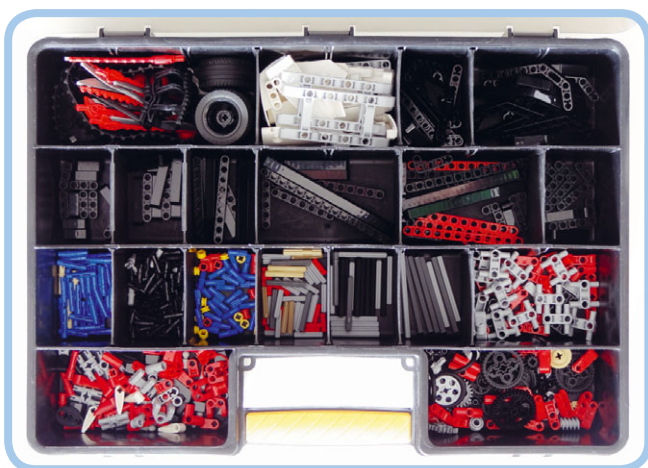


Рис. 1.4. Пример органайзера, в котором разложены строительные детали Technic из одного набора MINDSTORMS EV3. Размеры этого контейнера составляют 45 × 33 × 9 см

различные детали. Например, лучше хранить короткие серые оси с короткими красными осями, чем смешивать серые оси различной длины.

К наборам EV3 прилагается набор наклеек, по одной для каждой белой панели. Сразу наклейте все, как показано на рис. 1.5; узор на наклейке поможет вам определить, какую панель — большого или малого типа — нужно использовать при сборке.

## Трасса для выполнения миссий

На внутренней стороне коробки, в которую упакован набор MINDSTORMS EV3, находится трасса для выполнения миссий (рис. 1.6). Вы можете запрограммировать роботов на взаимодействие с этой трассой, например, на движение по толстой красной линии (см. главу 7). Вы можете перейти

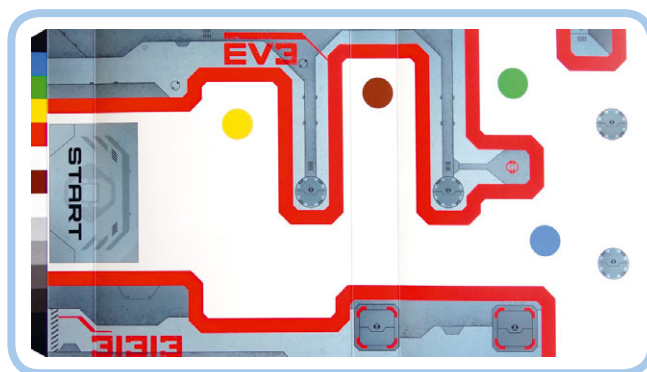


Рис. 1.6. Трасса для выполнения миссий. Чтобы ее подготовить, осторожно разрежьте картонную коробку от набора MINDSTORMS EV3 — обратите внимание на пунктирную линию и изображение ножниц



Рис. 1.5. Чтобы аккуратно прикрепить наклейки на панели, сначала соедините элементы панели с помощью двух черных штифтов. Так будет легче выравнивать наклейку. Удалите штифты, когда закончите

по ссылке [eksmo.ru/files/Lego\\_Mindstorms\\_Primers.zip](http://eksmo.ru/files/Lego_Mindstorms_Primers.zip), чтобы загрузить и распечатать трассу для передвижения робота.

## Управление роботом

Набор MINDSTORMS EV3 позволяет управлять роботом различными способами, как показано на рис. 1.7. Из этой книги вы узнаете, как с помощью редактора EV3 разрабатывать программы, благодаря которым робот сможет автоматически выполнять определенные действия. Вы научитесь управлять роботом дистанционно, посылая команды с помощью удаленного инфракрасного маяка, который поставляется в наборе, или смартфона/планшета со специальным загружаемым программным обеспечением. Эти программы позволят управлять моторами и датчиками вашего робота и даже создать настраиваемый удаленный интерфейс.

## Загрузка и установка программного обеспечения EV3

Прежде чем вы начнете разрабатывать программы для роботов, вам необходимо скачать и установить специальное обеспечение для программирования EV3. Чтобы выполнить следующие шаги, требуется подключение к Интернету.

Если компьютер, который вы будете использовать для программирования, не подключен к Интернету, выполните шаги 1 и 2 на компьютере с доступом в Интернет и скачайте установочный файл на Flash-носитель объемом не менее 1 Гб. Затем скопируйте файл с Flash-носителя на свой компьютер и переходите к шагу 3.

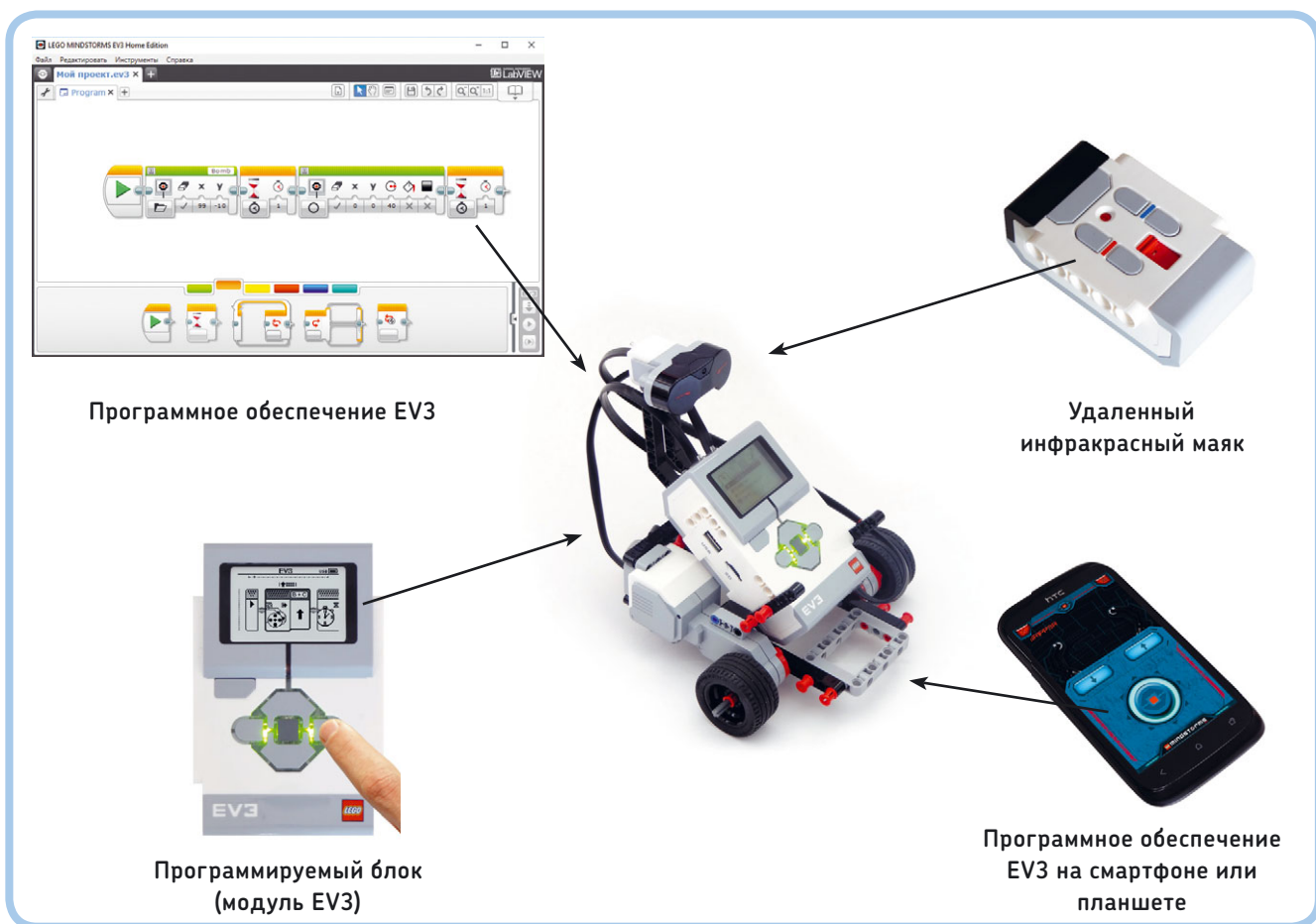


Рис. 1.7. Вы можете разрабатывать программы, позволяющие вашему роботу передвигаться автоматически, а также управлять им с помощью удаленного инфракрасного маяка или мобильного устройства со специальным программным обеспечением

1. Перейдите по ссылке [www.lego.com/ru-ru/mindstorms/](http://www.lego.com/ru-ru/mindstorms/). Выберите желаемый язык, а затем щелкните мышью по ссылке **Загрузки** (Downloads). Прокрутите страницу и нажмите кнопку **Загрузить программное обеспечение (PC/MAC)** (Download Software (PC/MAC)), как показано на рис. 1.8. Обратите внимание, что вы можете выбрать любой язык интерфейса, но в этой книге описана русская версия.

2. На следующей странице выберите операционную систему (рис. 1.9). Если вы используете операционную систему Windows XP/Vista/7/8/10, нажмите кнопку **Windows** и сохраните установочный файл на компьютер. Если вы используете операционную систему macOS версии 10.6 или более поздней, нажмите кнопку **OS X**.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Если загрузка занимает много времени — файл имеет размер около 600 Мб, — вы можете перейти к главе 2 и начать конструировать! Вернитесь на эту страницу, когда загрузка будет завершена.

3. В операционной системе Windows дважды щелкните мышью по файлу, который вы только что скачали, и установите программное обеспечение в соответствии с инструкциями, отображенными на экране (рис. 1.10). В операционной системе macOS дважды щелкните мышью по файлу с расширением **.dmg**, который вы скачали, а затем дважды щелкните мышью по появившемуся пакету. Для установки программного обеспечения следуйте инструкциям на экране.
4. После завершения установки и после того, как вы перезагрузили компьютер при появлении соответствующего запроса, вы найдете ярлык **LEGO MINDSTORMS EV3 Home Edition** на рабочем столе. Дважды щелкните по нему мышью,

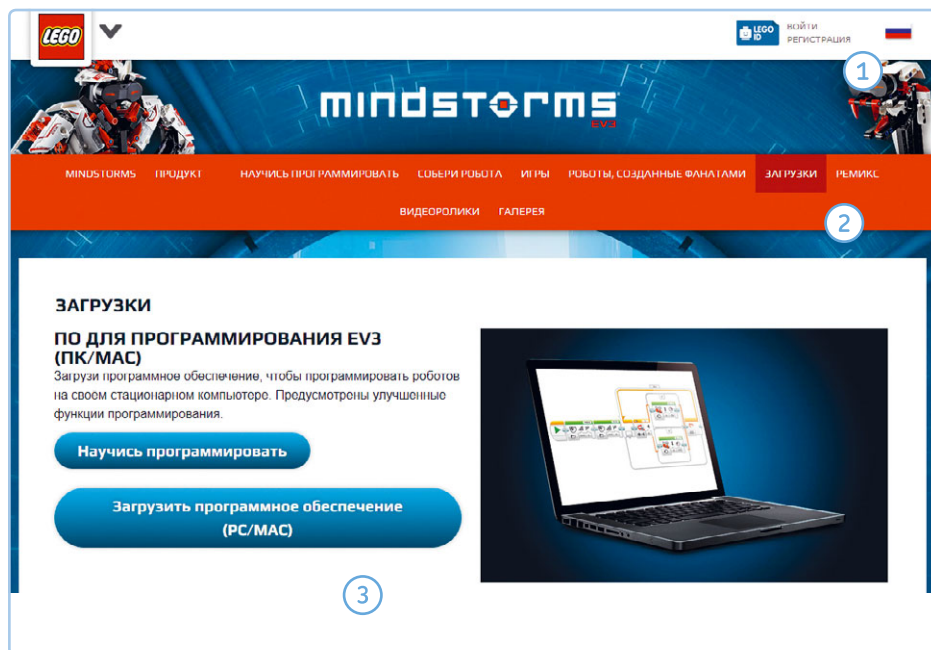


Рис. 1.8. Страница загрузки на веб-сайте LEGO MINDSTORMS EV3. Здесь вы тоже можете загрузить дополнительный контент, например руководство пользователя

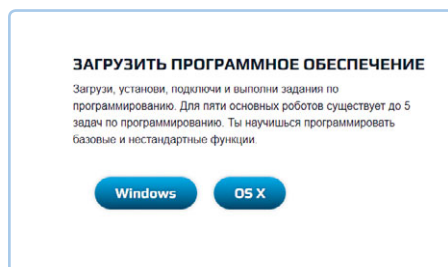


Рис. 1.9. Выберите используемую операционную систему, Windows или macOS

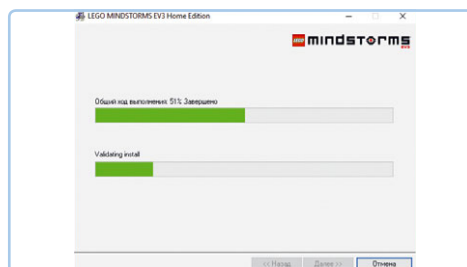


Рис. 1.10. Процесс установки. Запустите программу установки, дважды щелкнув мышью по файлу, который вы скачали

чтобы запустить программу. С этого момента доступ к Интернету не требуется.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Чтобы обновить программное обеспечение, просто скачайте последнюю версию и установите ее, используя те же шаги. Вам не нужно деинсталлировать текущую версию.

## Заключение

Теперь, когда у вас есть все, что нужно, чтобы собрать и запрограммировать первого робота, пришло время конструирования. Из главы 2 вы узнаете больше о модуле EV3, моторах и удаленном инфракрасном маяке, по мере того как будете собирать своего первого робота.



# 2

## Конструирование первого робота

Из главы 1 вы узнали, что роботы EV3 состоят из моторов, датчиков и программируемого модуля EV3. Чтобы было проще понять, как работает каждый из компонентов, в этой главе мы применим только некоторые из них.

В этой главе вы будете использовать модуль EV3 и два больших мотора для сборки передвижного робота под названием EXPLOR3R, который изображен на рис. 2.1. На него вы установите инфракрасный датчик для дистанционного управления. После того как закончите сборку, вы узнаете, как управлять роботом с помощью кнопок модуля EV3 и удаленно.

### Применение инструкций по сборке

Набор LEGO MINDSTORMS EV3 содержит множество балок и осей, которые имеют разную длину. Чтобы помочь вам найти правильную деталь, их длины указаны в инструкции на разных этапах сборки (рис. 2.2).

Чтобы определить длину балки, просто подсчитайте количество отверстий в ней (на схеме длина балки обозначена квадратиком с числом 11). Чтобы определить длину оси, положите ее рядом с балкой и подсчитайте количество отверстий, которые она покрывает (на рисунке длина оси обозначена кружком с цифрой 3).

При соединении балок или других деталей с помощью штифтов не забудьте выбрать правильный штифт, обращая внимание на его цвет, как показано на рис. 2.3. Это важно, поскольку гладкие штифты вращаются свободно — они нужны для шарнирных соединений, — а штифты с выступами блокируют вращение — они необходимы для создания неподвижных конструкций.



Рис. 2.1. EXPLOR3R перемещается на двух передних колесах и опорном заднем колесе

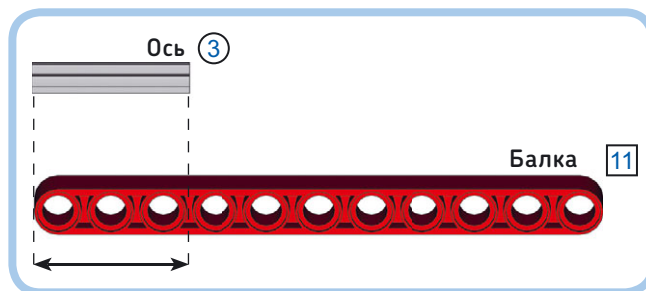


Рис. 2.2. Балки и оси бывают разной длины, так что не забудьте выбрать правильную деталь в процессе сборки. Длину можно определять так, как показано на этом рисунке, или использовать диаграмму на внутренней стороне обложки

# Сборка EXPLOR3R

Чтобы начать собирать эту модель, подберите необходимые детали — они показаны на рис. 2.4. Затем соберите робота по рисункам на следующих страницах.

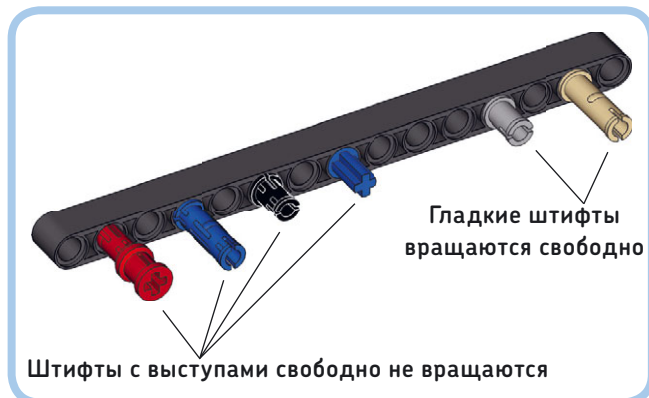


Рис. 2.3. Набор MINDSTORMS EV3 содержит штифты с выступами и гладкие штифты. В процессе сборки по инструкциям, приведенным в этой книге, выбирайте штифты правильного типа, основываясь на их цвете

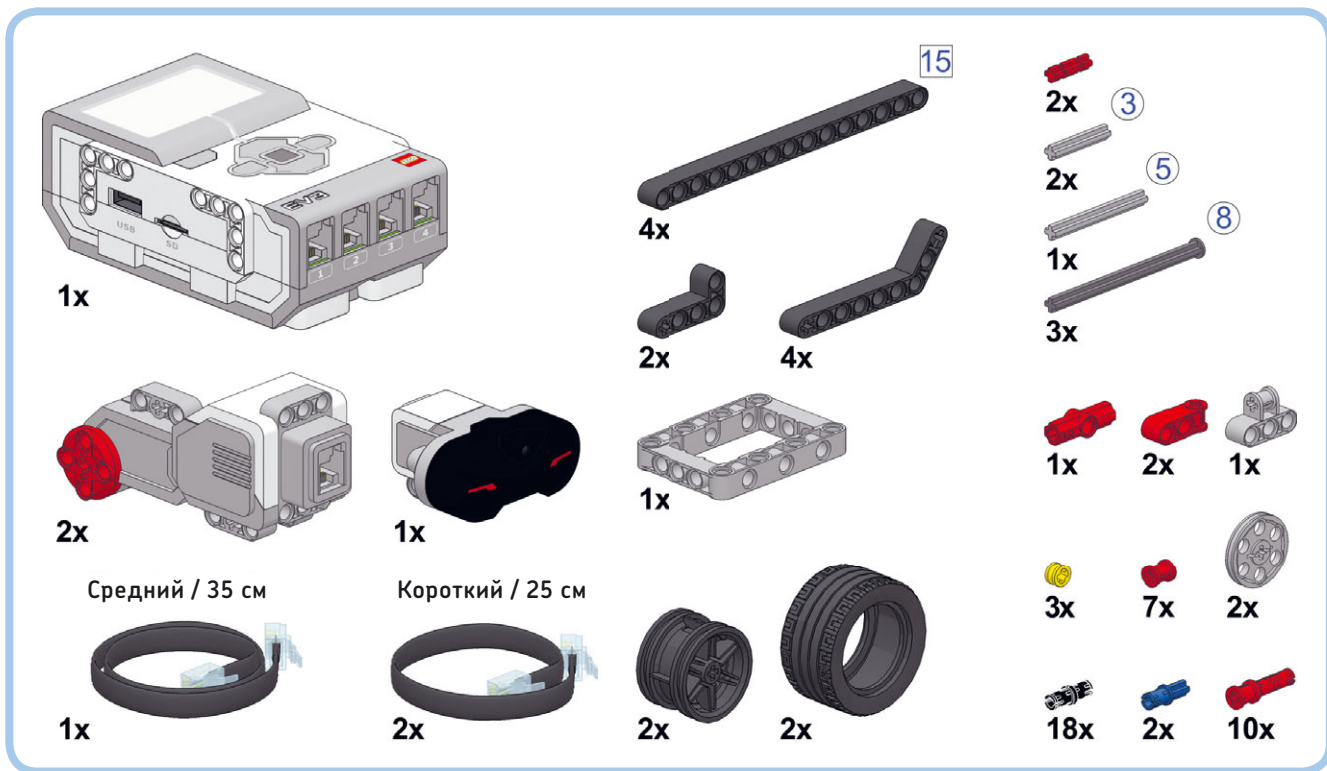
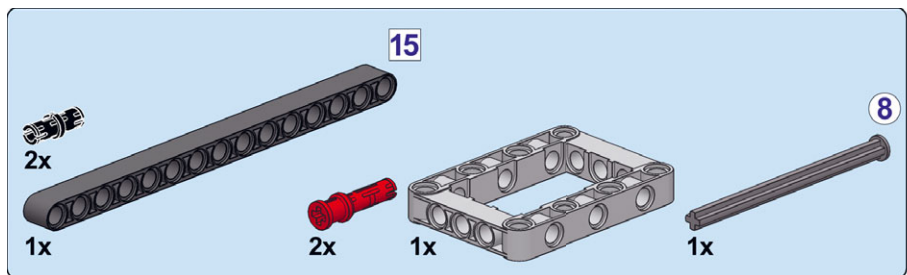
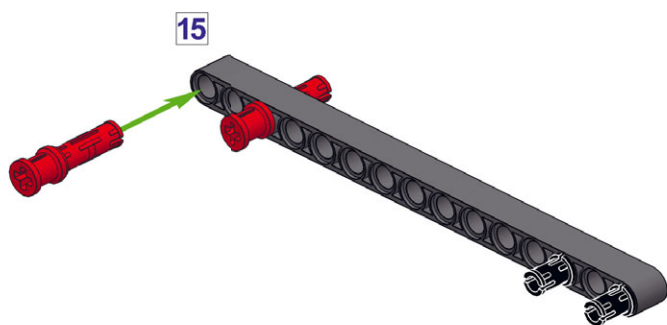


Рис. 2.4. Список деталей для EXPLOR3R



1



2

