

УДК 373.167
ББК 32.97
К65

Серия основана в 2016 г.

Ведущие редакторы серии

Т. Г. Хохлова, Ю. А. Серова

А в т о р ы:

Салахова А. А. (проекты «Сторожевая башня» в соавторстве, «Волшебная палочка» в соавторстве);

Красных А. В. (проекты «Сторожевая башня» в соавторстве, «Волшебная палочка» в соавторстве);

Тарапата В. В. (проекты «Тайный код Сэмюэла Морзе», «Волшебная палочка» в соавторстве);

Валуев А. А. (проект «Робочист спешит на помощь!»);

Сафули В. Г. (проект «Посторонним вход воспрещён!» в соавторстве);

Дорожкина Н. Г. (проект «Посторонним вход воспрещён!» в соавторстве);

Зайцева Н. Н. (проект «Человек – всему мера?» в соавторстве);

Цуканова Е. А. (проект «Человек – всему мера?» в соавторстве)

Конструируем роботов на LEGO® MINDSTORMS®
К65 Education EV3. Сборник проектов №1 / сост. Ю. А. Серова. – М. : Лаборатория знаний, 2019. – 248 с. : ил. – (РОБОФИШКИ).

ISBN 978-5-00101-190-3

Стать гениальным изобретателем легко! Серия книг «РОБО-ФИШКИ» поможет вам создавать роботов, учиться и играть вместе с ними.

В сборник №1 вошли шесть проектов, с помощью которых вы сможете собрать роботов, выполняющих различные задачи: охраняющего территорию от посторонних, держащего в чистоте рабочие поверхности, умеющего рисовать и измерять длину любой линии, а также передавать сообщения.

Для технического творчества в школе и дома, а также для занятий в робототехнических кружках.

УДК 373.167

ББК 32.97

6+

Издание для дополнительного образования

Серия: «РОБОФИШКИ»

**КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ НА LEGO® MINDSTORMS® EDUCATION EV3.
СБОРНИК ПРОЕКТОВ №1**

Составитель Ю. А. Серова

Для детей среднего школьного возраста

Ведущий редактор *Ю. А. Серова*

Художники *В. А. Прокудин, Я. В. Соловцова, И. Е. Марев, Ю. Н. Елисеев*

Фотосъемка: *И. А. Федянин*

Технический редактор *Т. Ю. Федорова*

Корректор *И. Н. Панкова*

Компьютерная верстка: *Е. Г. Ивлева*

Подписано в печать 29.01.19. Формат 84×108/16.

Усл. печ. л. 26,04. Заказ

Издательство «Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272

e-mail: info@pilotLZ.ru, http://www.pilotLZ.ru

Содержание

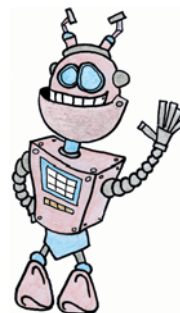
Дорогой друг!	3
СТОРОЖЕВАЯ БАШНЯ	5
Секреты сторожевых башен	6
Этап 1. Устройство сторожевой башни.	10
Этап 2. Сборка системы охраны периметра.	11
Шаг 1. Сборка башни с приводом радара	11
Шаг 2. Сборка пушки.	24
Шаг 3. Сборка орудия	29
Шаг 4. Сборка локатора	42
Шаг 5. Объединение компонентов системы.	49
Этап 3. Установка программного обеспечения на компьютере	53
Этап 4. Создание программы для сторожевой башни	54
Запуск программного обеспечения LME-EV3	54
Создание нового проекта в памяти EV3.	54
Логика программы	55
Составление программы для сторожевой башни	57
Этап 5. Загрузка программы и её тестирование	68
Шаг 1. Загрузка программы в программируемый модуль	68
Шаг 2. Тестирование	68
А теперь...	69
Перечень деталей	71
ЧЕЛОВЕК – ВСЕМУ МЕРА?	77
История мер длины	78
Старинные меры длины на Руси.	79
Этап 1. Устройство робота-измерителя.	81
Этап 2. Сборка робота-измерителя	82
Шаг 1. Сборка основания для крепления мотора	82
Шаг 2. Сборка крепления измерительного колеса	84
Шаг 3. Установка мотора	88
Шаг 4. Сборка и установка измерительного колеса	88
Шаг 5. Подключение измерительной части к программируемому модулю.	90

Этап 3. Установка программного обеспечения на компьютере	91
Этап 4. Создание программы для робота-измерителя	92
Запуск программного обеспечения LME-EV3	92
Создание нового проекта в памяти EV3.	92
Логика программы	94
Составление программы для робота-измерителя	95
Этап 5. Загрузка программы и её тестирование	100
Загрузка программы в программируемый модуль.	100
Тестирование.	100
Этап 6. Человеческий фактор исключён!	101
А теперь...	103
Перечень деталей	104
ПОСТОРОННИМ ВХОД ВОСПРЕЩЁН!	107
История развития систем контроля доступа	108
Этап 1. Принцип работы системы контроля доступа.	110
Этап 2. Сборка системы контроля доступа	111
Шаг 1. Установка H-образного штифта и подключение кабеля к модулю	111
Шаг 2. Установка системы крепления УЗ-датчика на модуле.	112
Шаг 3. Сборка УЗ-датчика	112
Шаг 4. Подготовка системы крепления УЗ-датчика	113
Шаг 5. Сборка системы крепления датчика	114
Шаг 6. Присоединение датчика к модулю.	114
Этап 3. Установка программного обеспечения на компьютере . . .	115
Этап 4. Создание программы для системы контроля доступа . . .	116
Запуск программного обеспечения LME-EV3	116
Составление программы для СКД.	116
Логика программы	116
Этап 5. Загрузка программы и её тестирование	126
Загрузка программы в программируемый модуль.	126
Тестирование.	126
Этап 6. «Посторонним вход воспрещён!»	127
А теперь...	128
Перечень деталей	129
ТАЙНЫЙ КОД СЭМИЮЭЛА МОРЗЕ	131
История телеграфа	132
Этап 1. Изучаем способ кодирования, предложенный Морзе . . .	135
Этап 2. Сборка кнопочного звукового передатчика	138

Шаг 1. Сборка подставки под программируемый модуль. . .	138
Шаг 2. Сборка и крепление кнопки телеграфного ключа	143
Шаг 3. Соединение кнопки с программируемым модулем.	144
Этап 3. Установка программного обеспечения на компьютере . . .	145
Этап 4. Создание программы для передатчика	146
Запуск программного обеспечения LME-EV3	146
Логика программы	146
Общий вид программы	146
Этап 5. Загрузка программы и её тестирование	150
Загрузки программы.	150
Тестирование программы.	150
Этап 6. Поговорим на языке азбуки Морзе	151
Начинай играть	151
Этап 7. Отправляем телеграмму.	153
Этап 8. Кнопочный текстовый шифратор	154
Этап 9. Создание программы для шифратора	155
Запуск программного обеспечения LME-EV3	155
Логика программы	155
Составление программы для шифратора	156
Этап 10. Загрузка программы и её тестирование	166
Загрузки программы в программируемый модуль	166
Тестирование.	166
А теперь...	167
Перечень деталей	168
 РОБОЧИСТ СПЕШИТ НА ПОМОЩЬ!	 171
 История гигиены помещений	 172
Этап 1. Устройство робочиста	178
Шаг 1. Сборка приводов для робочиста.	179
Шаг 2. Сборка уборочных валиков для робочиста	181
Шаг 3. Сборка крепления и установка модуля EV3 на робочиста	184
Шаг 4. Установка датчиков на робочиста	186
Шаг 5. Подключение проводов	189
Этап 2. Установка программного обеспечения на компьютере . . .	190
Этап 3. Создание программы для робочиста	191
Запуск программного обеспечения	191
Создание нового проекта в памяти EV3.	191
Логика программы	193
Составление программы для робочиста	193

Этап 4. Загрузка программы и её тестирование	209
Загрузка программы в программируемый модуль	209
Тестирование.	209
А теперь...	211
Перечень деталей	215
ВОЛШЕБНАЯ ПАЛОЧКА	217
Графика в нашей жизни	218
Этап 1. Устройство спирографа	224
Этап 2. Сборка робота-спирографа	225
Шаг 1. Сборка колёсной базы	225
Шаг 2. Установка программируемого модуля	229
Шаг 3. Закрепление пусковой кнопки, гироскопа и подключение моторов и датчиков	230
Этап 3. Установка программного обеспечения на компьютере	232
Этап 4. Создание программы для робота-спирографа	233
Запуск программного обеспечения	233
Создание нового проекта в памяти EV3.	233
Логика программы	235
Составление программы для робота-спирографа	235
Этап 5. Загрузка программы и её тестирование	239
Загрузка программы в программируемый модуль.	239
Тестирование программы.	239
А теперь...	240
Перечень деталей	243

Дорогой друг!



Как видно, ты уже совсем не новичок в LEGO, раз добрался до набора LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 и, конечно, быстро собрал всё, что там предлагалось!

Что же делать теперь? Набор дорогой, выбрасывать жалко, а у младшего братика (если он есть) пока другие игрушки. Не расстраивайся! Мы тебе поможем.

Из этого набора можно собрать ещё много интересных и полезных вещей. Например, ты можешь собрать:

- сторожевую башню с огневой поддержкой;
- робота, который может измерять длину любой линии: от прямой до самой извилистой, причём в любых единицах длины;
- робота, способного самостоятельно протирать пыль на любых горизонтальных поверхностях, а также доводить до блеска покрытие твоего рабочего стола;
- роботизированный охранный комплекс, защищающий твою комнату от посторонних;
- робота, способного создавать замысловатые узоры;
- кнопочный звуковой передатчик, с помощью которого ты сможешь общаться с другом на тайном языке или посылать телеграммы одноклассникам.

Задумайся над этим!

Фактически за какой-то час работы ты сумеешь пройти многовековой путь изобретателей прошлого!

Почему в настоящее время такое стало возможно? Можно ли изобрести что-нибудь новое, не зная, какие машины и механизмы существовали в прошлом? Как интересней работать — одному или вместе с другом?

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.

Оборудование:

- Базовый набор LEGO® MINDSTORMS® Education EV3.
- Компьютер (минимальные системные требования): Windows XP, Vista, Windows 7, 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.
- Программное обеспечение LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 (LME-EV3).

Обозначения

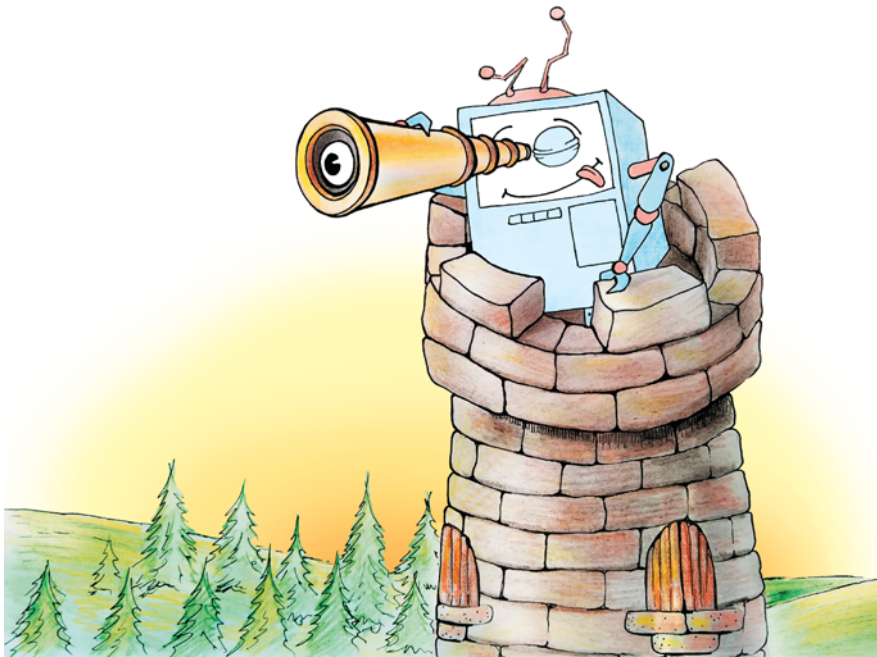
В тексте тебе встретятся обозначения, которые мы сейчас поясним на примерах.

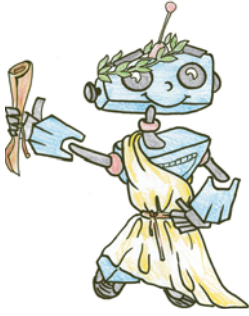
1. Балка № 7 — это балка с семью отверстиями.

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

3. Ось № 5 — ось, длина которой равна длине балки № 5.

Сторожевая башня





Секреты сторожевых башен

Свистать всех наверх! Ах, простите. Мы немного ошиблись с проектом. Но, поверьте, здесь тоже будет интересно и высоко. Как вы думаете, когда возникает необходимость сторожить, нужно присматривать только за внутренним вверенным пространством? Наверняка, играя в современные компьютерные игры с красочными открытыми мирами или смотря сериалы, вы сталкивались с огромными и зловещими дозорными башнями — последними оплотами на пути тёмных сил или орд северного противника. Сторожевые башни действительно были созданы для того, чтобы нести дозор, поэтому с них можно смотреть вдаль на большие расстояния. Враг не пройдёт! Прежде чем собрать и запрограммировать собственный современный охранный комплекс, предлагаем совершить незабываемое путешествие в прошлое через страны и века, чтобы наверняка учесть всё необходимое. Ты же знаешь, что любой проект начинается с исследования имеющихся решений и области решений.



Рис. 1. Сторожевая постройка для охраны периметра

Сторожевые башни появились практически одновременно с первыми организованными армиями и городами. Первые из них были, если говорить честно, не совсем башнями — высокими постройками, размещёнными на холме или в стене укреплений поселения. Чаще всего дозорные следили за приближением вражеских войск, однако в мирное время дозорные могли также наблюдать за правопорядком на тракте, ведущем к городу, и помогать стражникам на воротах. Иногда приходилось следить и за морем, причём сторожевые башни в этом случае совмещали функции маяка. В греческих полисах на сторожевых башнях начали использовать огонь, а затем и систему зеркал, чтобы передавать на дальние расстояния через цепь дозорных пунктов информацию. Это получалось намного быстрее, чем отправлять гонца, которого могли перехватить или убить по дороге.

Итак, ты познакомился с прототипом телеграфа, однако зеркала иногда применялись весьма нетривиально. Известный античный математик Архимед при осаде его родного города Сиракуз в 213 году до нашей эры использовал сторожевую башню в оборонительных целях. Как впоследствии утверждал писатель Лукиан, основываясь на устных источниках, Архимед установил на башню шестиугольное зеркало, которое выполняло роль вогнутой линзы, собравшей в одной точке солнечный свет наподобие самого настоящего лазера, с помощью которого и были подожжены римские корабли. Как тебе утверждение о существовании до нашей эры сторожевых башен с лазером?

Кстати!

Знаменитый французский музей Лувр изначально был крепостью со сторожевой башней, однако сейчас башня практически разрушена: её остатки находятся на нижнем этаже музея в виде экспозиции.



Рис. 2. Высокие башни монастырей и церквей иногда тоже становились дозорными

В Европе в качестве сторожевых башен обычно выступали донжоны (от французского *donjon* — господская башня) — главные башни феодальных замков, находящиеся внутри крепостных стен (в отличие от более старых крепостных дозорных башен или башен, вынесенных за границы фортов). Мы уже упоминали римлян, но на территории «варварской Европы» (Франция, Германия и т. д.) большинство старых сторожевых башен построено именно ими, как и, кстати, многие дороги и акведуки. Самые интересные из европейских башен принадлежат испанским замкам и построены в XIII–XVI веках в период господства османов на полуострове. Это отдельные башни, расположенные вдоль стен и соединённые мостами. Они носят гордое название «Торре Альбаррана» (*Torre Albarrana*). Затем христианские ордены переняли манеру создания подобных сооружений.

Теперь перенесёмся на территорию современной Российской Федерации, а точнее в Итум-Калинский район Чечни. Слово бы в ответ Испании, в XI–XII веках здесь, на правом берегу прекрасной горной реки Чанты-Аргун недалеко от Ушкалы были возведены две башни-близнецы, поражающие своим внешним видом проезжающих путников до сих пор. Ты наверняка видел подобные величественные постройки в при-



Рис. 3. Ушкалойские башни
(фотография из архива Wikipedia)

сразу за тремя направлениями. У дозорных сооружений стала сильнее различаться специализация. Начали появляться первые башни противовоздушной обороны (ПВО) и отдельно системы охраны периметра от наземных противников. Особую роль импровизированные сторожевые башни сыграли в Битве за Москву (30 сентября 1941 года – 20 апреля 1942 года), особенно в её оборонительный период (с 30 сентября по 4 декабря). В это время москвичи использовали высокие постройки, чтобы разместить на них дополнительную огневую поддержку в виде зенитных установок. Например, сохранился кадр военной хроники с советскими зенитчиками на крыше гостиницы «Москва», отслеживающими в небе немецкие самолёты.



Рис. 4. Репродукция снимка. Россия, Москва (из архива РИА Новости)

ключенческих фильмах, наивно полагая, что они возможны только в сказочных далёких пустынях. Дело в том, что у башен всего по три стены и нет крыш. Как же так? Ещё не догадался? Ушкалойские сторожевые башни «встроены» в скалистую гору Селин-Лам, и, кажется, что их создал не человек, а сама природа. Однако такого рода дозорные башни можно часто встретить в этом районе, порой даже ещё более интересные — со всего одной рукотворной стеной.

С появлением воздушного оружия сторожевым башням значительно прибавилось работы. Теперь нужно было следить сразу за тремя направлениями. У дозорных сооружений стала сильнее различаться специализация. Начали появляться первые башни противовоздушной обороны (ПВО) и отдельно системы охраны периметра от наземных противников. Особую роль импровизированные сторожевые башни сыграли в Битве за Москву (30 сентября 1941 года – 20 апреля 1942 года), особенно в её оборонительный период (с 30 сентября по 4 декабря). В это время москвичи использовали высокие постройки, чтобы разместить на них дополнительную огневую поддержку в виде зенитных установок. Например, сохранился кадр военной хроники с советскими зенитчиками на крыше гостиницы «Москва», отслеживающими в небе немецкие самолёты.

Сегодня средства ПВО, в том числе Московского округа ПВО, более совершенны технологически и в размере огневой силы. Часто современные системы охраны периметра и ПВО имеют интеллектуальные системы дозора, позволяющие производить проверку в автоматическом режиме. Для этого используются различные технологии. Одной из них является применение сонаров.

Кстати!

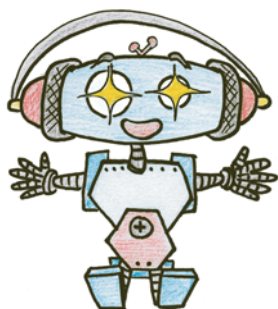
Сонар — это сокращение словосочетания «Sound Navigation and Ranging» — звуковая навигация и определение дальности, то есть устройство гидролокации.

Новейшие башни и системы занимаются даже противокосмической обороной. Их современнейшее оборудование позволяет производить мониторинг сразу по десяткам, а то и сотням параметров, с минимальной погрешностью позволяя обнаружить врага за сотни километров от охраняемого объекта.



Рис. 5. Современное оборудование обнаружения

А сможешь ли ты построить современную сторожевую башню, оснащённую мощным оружием и всевидящим оком? Вопрос риторический: враг уже здесь! Видишь, как соседский кот смотрит на твою канарейку?! Вперёд, дозорный!



Этап 1. Устройство сторожевой башни

Рассмотри модель сторожевой башни и турель с пулемётом, собранную на основе набора LEGO® MINDSTORMS® Education EV3.

Попробуй выделить в них рабочие детали — модуль обнаружения, расположенный на верхушке башни; поворотный механизм, обеспечивающий вращение модуля обнаружения; датчик касания в нижней части

башни для калибровки угла поворота; неподвижную турель (основание для крепления пулемёта); пулемёт с магазином. Как ты думаешь, как будут подаваться патроны?

Обрати внимание, на вклейке в таблице в конце проекта даны все детали, которые потребуются тебе для сборки. Эта таблица поможет быстро найти то, что необходимо, и не ошибиться при конструировании.

Кстати!

Настоящее автоматическое оружие перезаряжается автоматически за счёт энергии пороховых газов, выделившейся при выстреле. Огнестрельное оружие, выполняющее одиночные выстрелы, называется самозарядным, хотя до начала XX века также именовалось автоматическим.

Вот так выглядит сторожевая башня с огневой поддержкой, которые тебе предстоит собрать (рис. 6).

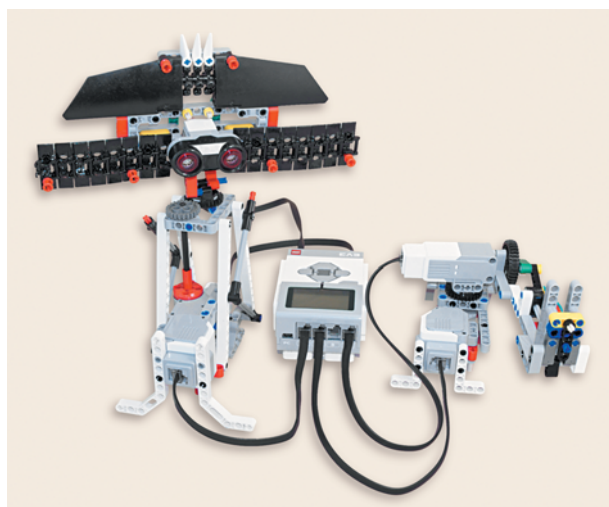
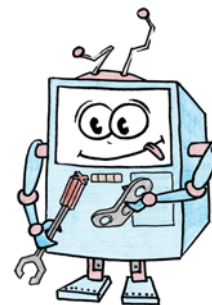


Рис. 6. Сторожевая башня с огневой поддержкой

Этап 2. Сборка системы охраны периметра



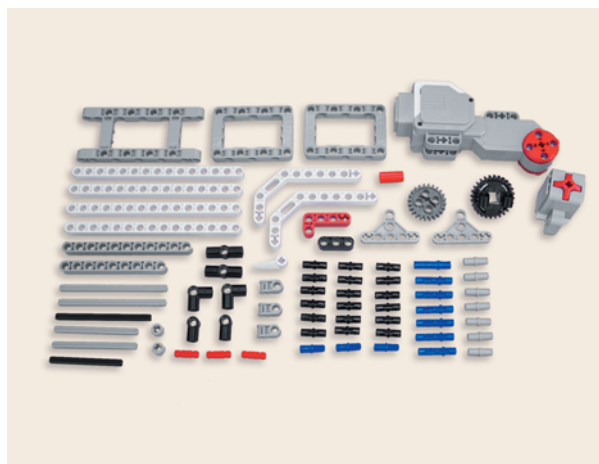
ШАГ 1. СБОРКА БАШНИ С ПРИВОДОМ РАДАРА

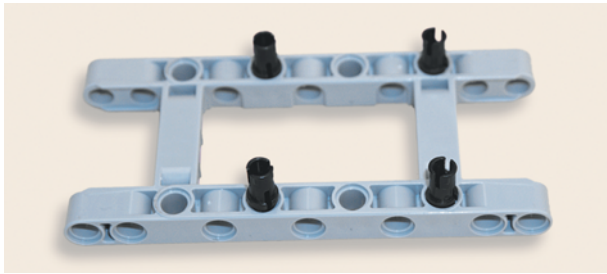
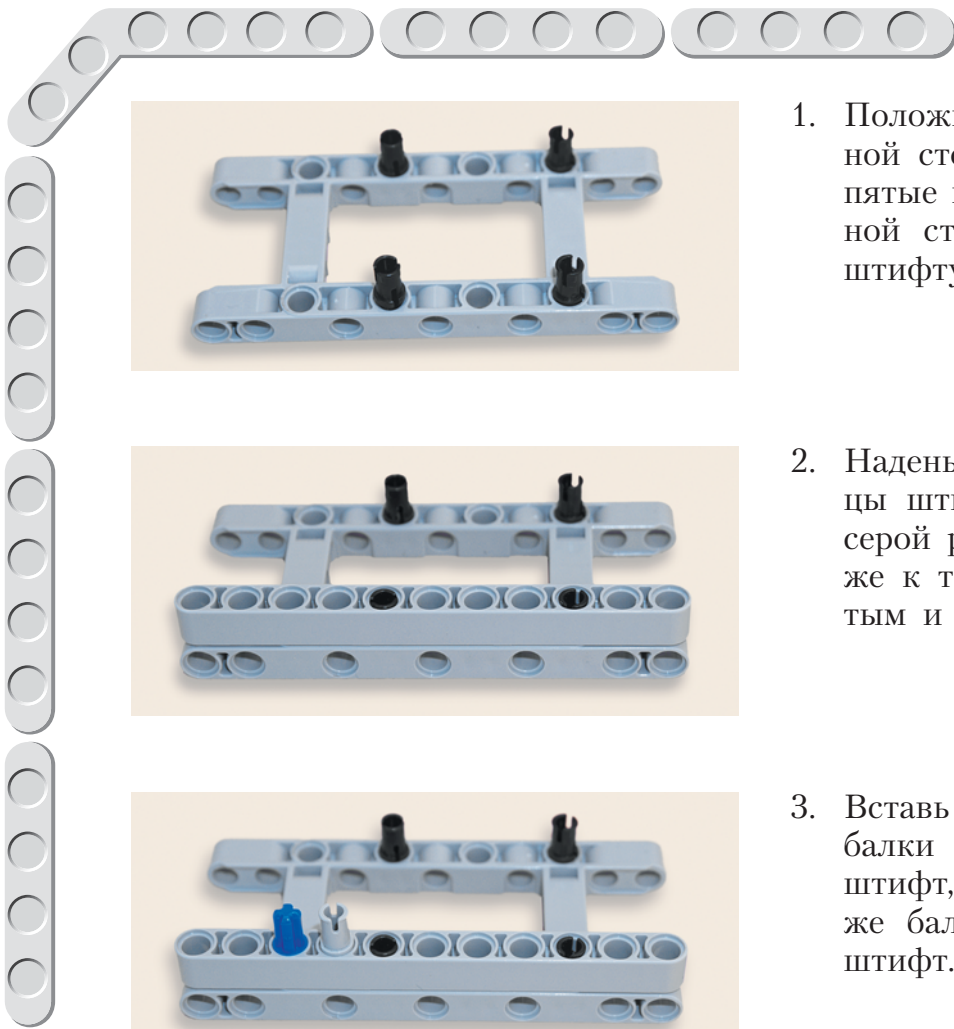
Детали для сборки:

- рамка 5 × 11, серая, 1х;
- рамка 5 × 7, серая, 2х;
- поворотный стол (серое вращающееся днище и чёрная вращающаяся верхушка) в сборе, 1х;
- балка № 3, чёрная, 1х;
- балка № 9, серая, 1х;
- балка № 11, серая, 1х;
- балка № 15, белая, 4х;
- балка двойная угловая 3 × 7, белая, 2х;
- балка прямоугольная 2 × 4, красная, 1х;
- ось № 2, красная, 3х;
- ось № 6, чёрная, 1х;
- ось № 7, серая, 2х;
- ось № 8, чёрная, 1х;
- ось № 9, серая, 2х;
- втулка — удлинитель оси, 2-модульная, красная, 1х;
- втулка, 1-модульная, серая, 2х;
- поперечный блок, 2-модульный, серый, 3х;
- треугольный фиксатор 3 × 5, серый, 2х;
- зубчатое колесо на 24 зуба, тёмно-серое, 1х;
- угловой блок 1, 0°, чёрный, 2х;

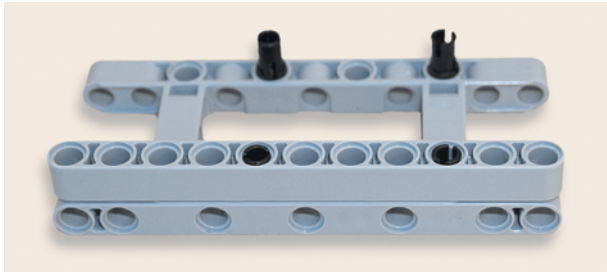


- угловой блок 2, 180°, чёрный, 2х;
- угловой блок 6, 90°, чёрный, 2х;
- стрелка, 3-модульная, белая, 1х;
- соединительный штифт, 2-модульный, чёрный, 18х;
- соединительный штифт, 3-модульный, синий, 7х;
- соединительный штифт, 2-модульный, серый, 7х;
- соединительный штифт, 2-модульный, синий, 3х;
- большой мотор, 1х;
- датчик касания, 1х.

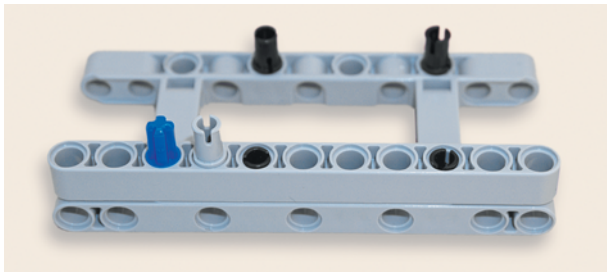




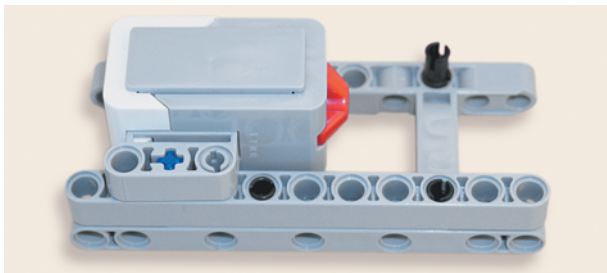
1. Положи серую рамку 5×11 длинной стороной к себе. Вставь в её пятые и девятые модули по длинной стороне по одному чёрному штифту.



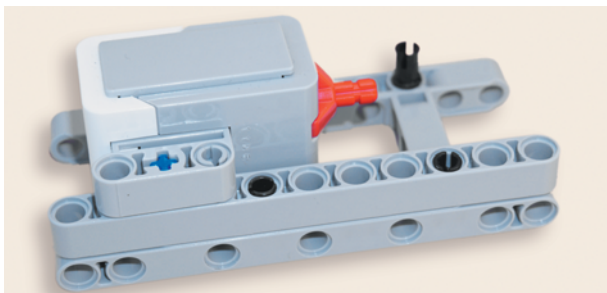
2. Надень сверху на свободные концы штифтов на длинной стороне серой рамки, расположенной ближе к тебе, серую балку № 11 пятым и девятым модулями.



3. Вставь в третий модуль серой балки № 11 синий 2-модульный штифт, а в четвёртый модуль этой же балки — серый 2-модульный штифт.



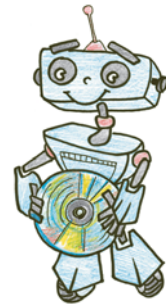
4. Надень на свободные концы штифтов датчик касания вторым и третьим модулями так, чтобы разъём находился слева, а кнопка — внутри серой рамки.



5. Вставь красную ось № 3 в гнездо датчика касания, находящееся на тактовой кнопке.

[. . .]

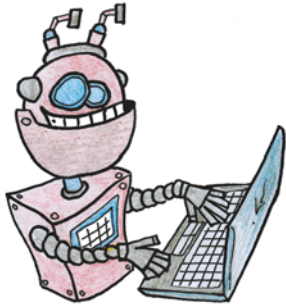
Этап 3. Установка программного обеспечения на компьютере



1. Если ты приобрёл базовый набор LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 (LME-EV3) с лицензией на программное обеспечение LMEEV3, то действуй так, как написано в информационном листке, вложенном в набор.
2. Если такой лицензии у тебя нет, зайти на сайт <http://Education.LEGO.com> и перейди в раздел Загрузки -> LEGO® MINDSTORMS® Education EV3, где ты сможешь скачать установочный файл LME-EV3.

Внимание!

При любых затруднениях с установкой программного обеспечения обращайся в службу технической поддержки компании LEGO® Education по адресу <http://Education.LEGO.com>.



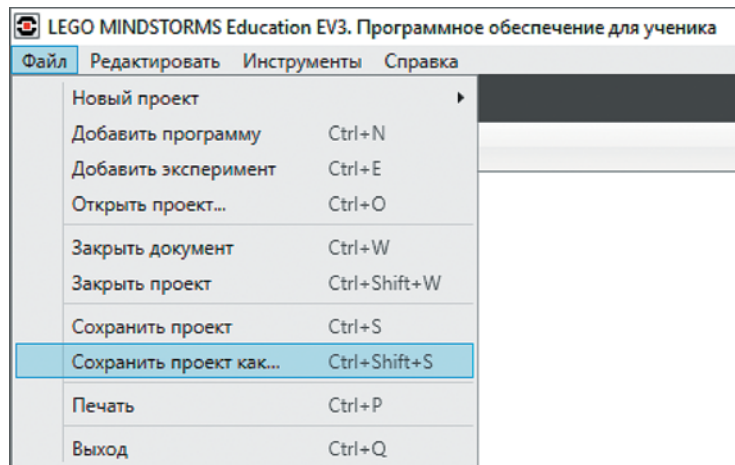
Этап 4. Создание программы для сторожевой башни

ЗАПУСК ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ LME-EV3

1. Запусти программное обеспечение LME-EV3.
2. Выбери в открывшемся окне слева пункт меню **Файл**.
3. Выбери пункт **Новый проект** → **Программа** → **Открыть**.

СОЗДАНИЕ НОВОГО ПРОЕКТА В ПАМЯТИ EV3

Программируемый модуль EV3 позволяет хранить в своей памяти десятки проектов. Это очень удобно: если захотел вернуться к какому-то проекту, то не нужно искать его в компьютере.



1. Для начала сохрани свой проект в памяти компьютера, чтобы не потерять его. Для этого нажми меню **Файл** в левом верхнем углу окна программы и выбери в контекстном меню пункт **Сохранить проект как...**
2. Выбери в открывшемся окне удобное расположение для всех файлов твоей программы, затем задай **Имя файла**: *WatchTower* (в переводе с английского «Дозорная башня») в нижней части окна и нажми **Сохранить**.