

УДК 373.167

ББК 32.97

B15

*Серия основана в 2016 г.*

Ведущие редакторы серии *Т. Г. Хохлова, Ю. А. Серова*

**Валуев А. А.**

B15 Конструируем роботов на LEGO® MINDSTORMS® Education EV3. Который час? / А. А. Валуев. — М. : Лаборатория знаний, 2017. — 76 с. : ил. — (РОБОФИШКИ).

ISBN 978-5-00101-059-3

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

С помощью деталей конструктора LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 вы сможете собрать робота, способного измерять время, и даже встроить в него кукушку, оповещающую о наступлении каждого нового часа.

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

**УДК 373.167**

**ББК 32.97**

6+

---

*Издание для дополнительного образования*

Серия: «РОБОФИШКИ»

**Валуев** Алексей Александрович

**КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ НА LEGO® MINDSTORMS® EDUCATION EV3.  
КОТОРЫЙ ЧАС?**

*Для детей среднего и старшего школьного возраста*

Ведущий редактор *Ю. А. Серова*

Руководители проекта от издательства *А. А. Елизаров, С. В. Гончаренко*

Научный консультант *Н. Н. Самылкина*

Ведущий методист *В. В. Тарапата*

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

Компьютерная верстка: *Е. Г. Ивлева*

Подписано в печать 15.02.17. Формат 84×108/16.

Усл. печ. л. 8,4. Заказ

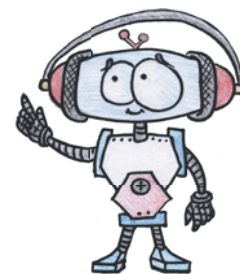
Издательство «Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272

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

# Здравствуйте!



Издание, которое вы держите сейчас в руках, — это не просто описание и практическое руководство по выполнению конкретного увлекательного проекта по робототехнике. И то, что в результате вы самостоятельно сумеете собрать своими руками настоящее работающее устройство, — конечно, победа и успех!

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

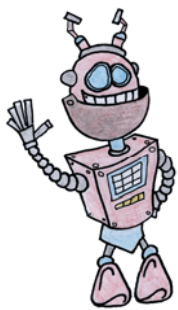
Создавать будущее — сложная и ответственная задача. Каждый день становится открытием, если он приносит новые знания, которые затем могут быть превращены в проекты. Особенно это важно для тех, кто выбрал дорогу инженера и технического специалиста. Знания — это база, которая становится основой для свершений.

Однако технический прогресс зависит не только от знаний, но и от смелости создавать новое. Всё, что нас окружает сегодня, придумано инженерами. Их любопытство, желание узнавать неизведанное и конструировать то, чего никто до них не делал, и создаёт окружающий мир. 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, выполнив этот проект и перейдя к следующим, вы сделаете очередной шаг по этой дороге.

*Успехов вам!*

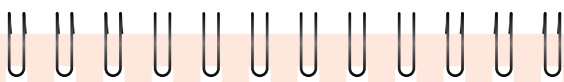
*Команда Программы «Робототехника:  
инженерно-технические кадры инновационной России»  
Фонда Олега Дерипаска «Вольное Дело»*



## 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.



### 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.

Из этого набора можно собрать ещё много интересных и полезных вещей. Например, ты можешь собрать робота, способного измерять время и имитировать работу аналоговых (стрелочных) часов, да ещё и добавить к нему кукушку, оповещающую о каждом новом часе.

### 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 интереснее работать — одному или вместе с другом?



# История развития часового мастерства



Технология измерения времени уходит корнями в глубокую древность. Время для нас является великой тайной Вселенной, которую мы постепенно разгадываем и учимся понимать. Именно поэтому так важно его исследовать.

Первые часы значительно отличались от тех, к которым ты привык. Чаще всего для измерения времени использовали некие предметы, которыми совершали определённые действия. Например, хозяйка знала, что яйцо будет сварено вкрутую, как только она дважды успеет наполнить кувшин водой, то есть эталонном измерения служил вполне конкретный кувшин.

Но эталоны у людей были разные, и меры различались. Примером ещё может служить деревянная лучина — тонкая длинная щепка. Время её горения составляет около 15 минут, как и тонкой свечки.

Узнать примерное время суток можно было, соорудив простейшие солнечные часы: воткнуть в землю палку или перо и нарисовать вокруг циферблат или вбить колышки. Такая палка называлась «гномон» (γνόμων), что в переводе с греческого означает «указатель». Однако пользоваться такими часами можно было только в светлое время суток. И всё же эти часы подходили лишь для примерного измерения, но в быту этого вполне хватало.

Для научных измерений (в основном для астрономии) требовались более точные показания и отслеживание времени в течение дня или даже месяцев и лет. Изобретатели древности совершенствовали солнечные часы. Они покрывали циферблат множеством линий, показывающих соответствие направления тени и времени суток для всех месяцев.

Позднее было вычислено, что если располагать гномон параллельно земной оси, то конец тени будет двигаться вдоль циферблата по окружности с одинаковой скоростью и часовые деления окажутся **равными**. Такую конструкцию солнечных часов называли экваториальными (рис. 1).

Интересно, что в нашем Северном полушарии с марта по сентябрь тень на экваториальных часах падает на циферблат, а с октября по февраль — под него. Не очень удобно, правда? Древние греки считали так же, поэтому сделали циферблат расположенным горизонталь-



Рис. 1. Экваториальные часы



Рис. 2. Песочные часы



Рис. 3. Клепсидра

но, заменив гномон-палку на треугольник с острым углом, равным:  $(90 - \varphi)^\circ$ , где  $\varphi$  — географическая широта местности. Например, для Афин она равна  $38^\circ$ , для Красноярска —  $56^\circ$ .

Когда мы говорим о старинных часах, помимо солнечных часов на ум всегда приходят **песочные** (рис. 2).

Они знакомы тебе по урокам физкультуры и кабинетам врачей. Песок для них подойдёт не любой. В XIII веке использовали следующий состав: смесь речного песка и мраморной пыли кипятили с лимонным соком и вином, снимали накипь, повторяя весь процесс десять раз! Только тогда удавалось добиться, чтобы песок не налипал на стенки и сыпался практически равномерно. Подобные часы обладали большой погрешностью, не годились для точных измерений и отсчитывали лишь небольшой отрезок времени.

Другим древним таймером были водяные часы (рис. 3), которые назывались «клепсидра» (κλεψύδρα), что в переводе с греческого — «воровка воды».

Название отлично отображает принцип её действия. Клепсидра состояла из большого сосуда с отмеченными делениями и дырочками на дне. Когда вода вытекала, уровень её менялся и измерялся согласно отметкам. Отмерять равные промежутки времени требовалось на публичных выступлениях философов

и спорщиков в судах, чтобы никто не говорил дольше, чем остальные.

Противоположная стихия тоже помогала измерять время. В Китае были широко распространены **огненные часы**. Они представляли собой горящие металлические палочки с привязанными на нитях шариками в определённых местах: когда фитиль догорал до нити, та пережигалась, а груз со звоном падал в глиняную посуду. Существовали также часы с фитилями из смеси нескольких сортов дерева и благовоний, закрученными большой спиралью. Они могли гореть месяцами, не требуя обслуживания.

Однако сделать совершенно одинаковые фитили не получалось, поэтому часы не были точными. К тому же воду в клепсидре можно налить заново, а стёршие части восстановлению не подлежат. Также китайцы использовали свечи с нанесёнными уровнями для определения часа. Если в фитиль добавляли травы, то свеча каждый час издавала различный аромат, поэтому на часы для знания времени даже смотреть не требовалось.

Свечные часы использовались и в Европе. Они были схожи с китайскими, а вот применяемые наряду с ними **лампадные** — отличались. В них наливалось определённое количество масла, сгорающее за отмеренный заранее промежуток времени.

Точное измерение времени связано именно с механическими часами. В греческой литературе с 300 года до нашей эры по 500 год нашей эры описываются механические устройства, позволяющие следить за перемещением небесных тел с помощью расчётов.

Не отставал и Китай, где примерно в 725 году инженер-астроном И Син с помощником Лян Линцзанем создали небесный глобус с изображением небесного экватора, созвездий и солнечной широты — астрономический инструмент с механическими часами на водном приводе. Каждые четверть часа автоматически звучал барабан, а час — колокол. Фигуры и указатели перемещались с помощью зубчатых передач, как в современных механических часах.

Изобретение современных механических часов во многих источниках приписывается Герберту д'Ориллаку (около 946–1003), позднее ставшему Папой Римским Сильвестром II. Его часы, построенные в Магдебурге (Германия), также показывали перемещения небесных тел. Именно благодаря Герберту в Европе стали использовать для записи арабские цифры — он заметил лёгкость операций с ними и начал вводить их в обиход взамен римских.

Тем не менее, в XIII веке европейские башенные часы не имели ни циферблата, ни даже стрелок! Они оповещали местное население с помощью звона через определённые промежутки времени. В 1335 году в Милане были построены первые башенные часы со стрелкой, ход которых обеспечивался двухсоткилограммовой гирей на канате, вращающей вал. Чтобы канат не разматывался резко, его сдерживали грузами. Однако точностью данные часы особо не отличались.

Первые механические часы на просторах средневековой Руси были созданы в 1374 году в городе Кафа (сейчас — Феодосия, Крым). В 1404 году башенные часы появились и у Московского Кремля на башне дворца великого князя Василия Дмитриевича, сына Дмитрия Донского. Люди называли их «дивом мира», любясь изображением Луны, Солнца и звёзд на шестиметровом циферблате (рис. 4).

Часы построил Лазарь Сербин, наделив их примечательной особенностью: двигалась не часовая стрелка, а сам циферблат. В движение механизм приводил подвешенный груз, заставляющий из-за силы тяжести вращать шестерни и двигать круг со звёздным небом.

**Знаешь ли ты**, что первые башенные часы в Европе были построены в 1288 году в Вестминстере, Англия? А самые старейшие на сегодня в Европе башенные часы расположены в городе Гродно в Белоруссии.

Что тебе известно о маятниковых часах и их истории? В 1584 году Галилей, зайдя в собор в родном городе Пиза (Италия), обратил внимание, как качаются бронзовые лампы, подвешенные к потолку. Они имели разный размер



**Рис. 4.** Первые механические часы Московского Кремля



и вес, но были подвешены на одинаковых цепях. Это вдохновило гения на идею маятника, регулирующего неравномерный ход строившихся в то время часов. В жизнь же изобретение воплотил в 1675 году Христиан Гюйгенс, проводивший собственные расчёты и придумавший конструкцию независимо от итальянца. Система приводилась в движение пружиной, равномерность хода же обеспечивалась маятником. Он через валок был сцеплен с анкером (дуги с двумя скошенными выступами), при качании маятника он входил в прорези секундного колеса и регулировал скорость его движения. Минутное и часовое колёса также были связаны с секундным с помощью промежуточных колёс. После касания анкером колеса валок возвращается в исходное положение и тем самым двигает маятник.

Ты, наверное, видел в старых фильмах людей, обслуживающих башенные часы. Эта профессия действительно была необходима и уважаема. Часы требовалось заводить каждый день! К концу суток они могли отстать на 10–15 минут, а ведь по главным (зачастую — единственным) башенным часам ориентировался весь город. Если в первый день «пропажу времени» никто не заметил бы, потому что минутная стрелка у механических часов появилась лишь около 1675 года, а секундная — в 1700 году, то через четыре дня потерялся бы целый час!

Тем не менее, часы были не только башенными. Уже в далёком 1500 году Петер Генлейн собрал первые карманные часы (рис. 5)!

Конечно, они мало были похожи по удобству на современные, но технология совершенствовалась. Например, в конце XVIII века часовщик Абрахам-Луи Бреге придумал современную **заводную**



**Рис. 5.** Первые карманные часы

**головку**, которой к тому же можно было переводить стрелки. До этого карманные часы заводились специальным ключом.

Какие часы называют «дедушкиными»? Правильно, **часы с кукушкой!** Жил в XVIII веке в немецкой Баварии в городке Шёнвальде мастер Франц Антон Кеттер. Ему хотелось сделать часы лучше, чем у остальных, подобные «живым». Например, утром они могли бы имитировать крик петуха. Однако задача оказалась слишком сложной — заставить механизм издавать четыре разных звука («Ку-ка-ре-ку!») у него никак не получалось. Задумавшись, мастер пришёл к выводу, что кукушка — тоже хорошая птица. Главное, лёгкая. С помощью миниатюрных кузнечных мехов Кеттер заставил механическую птицу издавать знаменитое: «Ку-ку!». Правда, история кончилась плохо. Первые зрители почему-то разбежались с криками: «Колдун!».

Примерно в это же время в России жил Иван Петрович Кулибин (1735–1818). Он преподнёс императрице Екатерине II невероятные по тонкости исполнения и красоте часы в форме гусиного яйца.

Карманные и наручные часы действуют по похожему принципу, что и маятниковые, но с одним существенным различием — вместо маятника равномерное

вращение регулируется специальным металлическим стержнем (биянцем) с двумя лопатками (взамен анкера).

Ход современных часов зависит от натяжения пружины. Если она раскручена почти полностью, ход часов замедляется. Чтобы избежать этого, часовую пружину делают длинной, используя только среднюю часть, где она почти всегда в одном положении. Другое решение — замена маятника на баланс. Балансом называется маленькое маховое колесо, попеременно вращающееся то вправо, то влево. В таких часах пружина накручивается на вал, получающий вращение через промежуточные колёса от заводной головки. Чтобы пружина не раскрутилась, добавляется деталь под названием «храповая собачка». Она стопорит барабанное колесо.

Только что ты прошёл через всю историю часовых механизмов от древности до современности! Было интересно? Ты уже догадался, что сделать чисто меха-

нические часы на твоём наборе LEGO® MINDSTORMS® EV3 трудновато, поэтому ты соберёшь **аналоговые часы**. Что это такое? Давай разбираться!

Аналоговыми называются часы, время на которых указано с помощью циферблата и стрелок. Как видишь, в определении не идёт речь о конкретном механизме. Аналоговые часы бывают механическими, кварцевыми и электронными. Хорошие механические часы имеют погрешность около 40 с, лучшие же кварцевые — 5 с за целый день.

Принцип действия **кварцевых часов** основан на способности кристалла кварца при прохождении через него тока выдавать импульсы с определённой частотой.

Электронные относятся к часам с повышенным классом точности, потому что люди научились контролировать импульсы в электрических схемах намного лучше.

Ты займёшься созданием именно электронных аналоговых часов — самых точных и, благодаря наличию стрелок, всё же «живых». Возможно, ты даже усовершенствуешь их конструкцию, как когда-то смог Бреге. Вперёд, инженер!



### Оборудование:

- Базовый 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.
- 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.



# ЛОВИ НОВЫЕ «РОБОФИШКИ» на LEGO® MINDSTORMS® Education EV3, Arduino® и ScratchDuino®:

- ◆ «Крутое пике»
- ◆ «Волшебная палочка»
- ◆ «Секрет ткацкого станка»
- ◆ «Тайный код Сэмюэла Морзе»
- ◆ «Посторонним вход воспрещён!»
- ◆ «В поисках сокровищ»
- ◆ «Умный замок» и другие.

С серией **«РОБОФИШКИ»**  
самые удивительные  
и неожиданные идеи  
станут реальностью.

Создай своего робота,  
учись и играй вместе с ним!

Стань настоящим изобретателем!



# EAC

info@pilotLZ.ru  
www.pilotLZ.ru