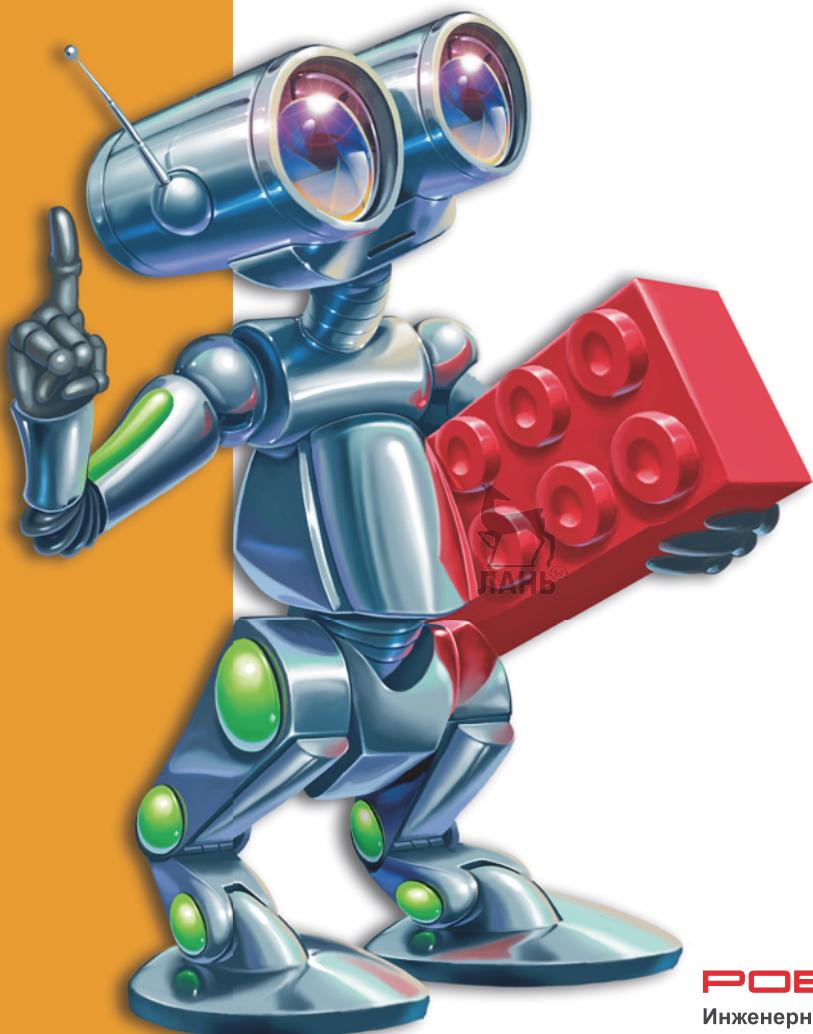


Р • О • Б • О • Ф • И • Ш • К • И

КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ

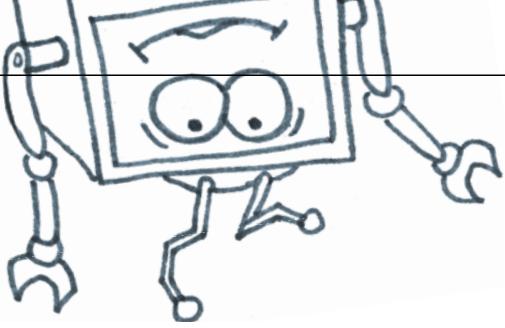
на **LEGO[®] MINDSTORMS[®] Education EV3**



Робочист
спешит
на помощь!



РОБОТОТЕХНИКА
Инженерно-технические кадры инновационной России



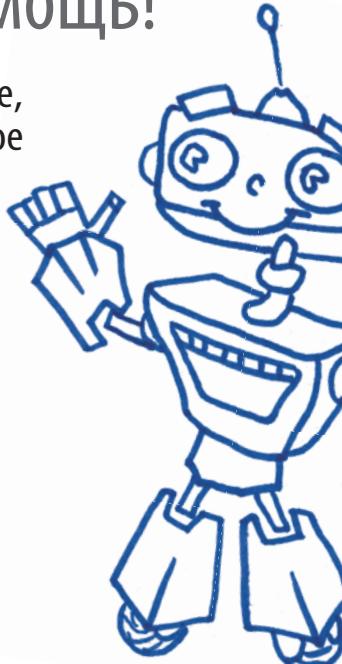
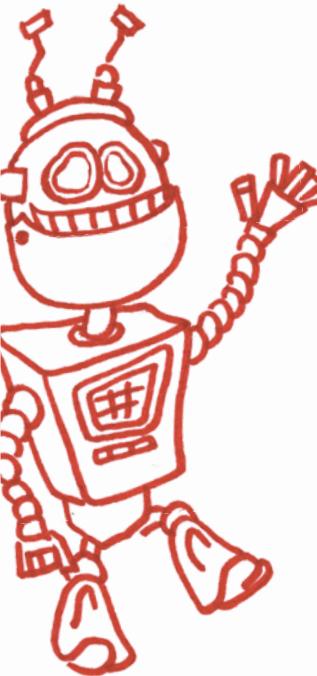
А. А. Валуев

КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ

на **LEGO[®] MINDSTORMS[®]**
Education EV3

Робочист
спешит
на помощь!

2-е издание,
электронное



Лаборатория знаний
Москва
2021

УДК 373.167
ББК 32.97
В15



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. Робочист спешит на помощь! / А. А. Валуев. — 2-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 54 с. — (РОБОФИШКИ). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-93208-535-6

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 самостоятельно протирать пыль на любых горизонтальных поверхностях, а также доводить до блеска покрытие рабочего стола.

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

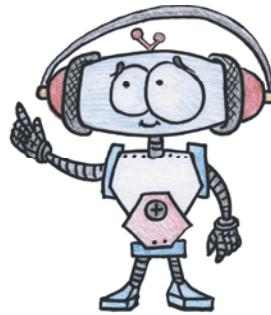
**УДК 373.167
ББК 32.97**

Деривативное издание на основе печатного аналога: Конструируем роботов на LEGO® MINDSTORMS® Education EV3. Робочист спешит на помощь! / А. А. Валуев. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 49 с. : ил., [2] с. цв. вкл. — (РОБОФИШКИ). — ISBN 978-5-00101-084-5.



В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устраниении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации

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 связуете 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.

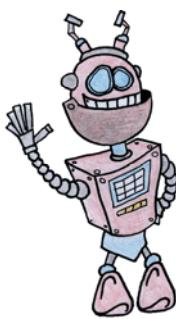
Однако технический прогресс зависит не только от знаний, но и от смелости создавать новое. Всё, что нас окружает сегодня, придумано инженерами. Их любопытство, желание узнавать неизведанное и конструировать то, чего никто до них не делал, и создаёт окружающий мир. Именно от таких людей зависит, каким 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.

Из этого набора можно собрать ещё много интересных и полезных вещей. Например, ты можешь собрать робота, способного самостоятельно протирать пыль на любых горизонтальных поверхностях, а также доводить до блеска покрытие своего рабочего стола.

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?

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.

Может быть, ты продолжишь конструировать роботов и создавать полезные для людей гаджеты, а может, станешь разработчиком игр? Или через несколько лет войдёшь в историю как человек, который распечатал на 3D-принтере собственный дом? Всё возможно! Но и покорение всех этих вершин начинается с маленьких шагов — одним из самых важных и является робототехника!



История гигиены помещений



Ещё с давних времён чистоте и соблюдению гигиены придавалось огромное значение. Знаешь ли ты, что в Древней Греции Гигиена (олицетворение гигиены) была настоящей богиней, почитаемой наравне с Аресом, Афиной, Герой и другими хорошо тебе известными по мифам обитателями Олимпа? Имя богини произошло от греческого слова «сила». Таким образом, гигиена — это сила. Храмы Гигиене возводились по всей Греции с VII в. до н. э., а статуям не было числа (рис. 1). Греки также использовали мыло, которое уже было в ходу в Вавилоне и Египте, а римляне даже применяли губки, пемзу и специальные скребки (стригил). Кроме того, в Греции и Италии и колониях к концу I в. до н. э. во многих городах был проведён водопровод. Однако, несмотря на любовь к водным процедурам, в Древнем мире не уделяли должного внимания уборке помещений, вследствие чего личная гигиена оказывалась фактически бесполезной: всё сразу же пачкалось в накопившейся на стенах копоти и саже.

Средневековье, пришедшее вместе со свержением и уничтожением «языческого» наследия, отбросило технический прогресс назад. Так, были разрушены термы (общественные бани), в которых римские граждане привыкли мыться, поскольку теперь они считались аморальными и порочными. Большее внимание стало уделяться вере и чистоте души, в то время как проблемы с состоянием тела и здоровья стали расцениваться как ниспосыляемые Господом испытания. Медицина также стала подпольной. Поскольку фактически не осталось мастеров, знавших тонкости в организации очистных сооружений и обслуживании городского хозяйства с гигиенической точки зрения, города пришли в упадок. Именно поэтому эпоху Средневековья и называют «Тёмными веками».



Рис. 1. Богиня Гигиена

Интересно знать!

В индийском городе Мохенджо-Даро, основанном на рубеже III–II тысячелетий до н. э., архитекторами была проложена сложная разветвлённая сеть канализации (рис. 2). В XVIII в. в Париже, столице Франции, являющейся сегодня законодателем мировой моды и красоты, не существовало системы канализации: у каждого дома была собственная постоянная и неочищаемая выгребная яма.

Улицы зарастали грязью, по ним невозможно было пройти (рис. 3). Порой прохожие теряли сознание от охвативших город зловоний. Кроме того, численность населения городов увеличивалась: под гнётом феодалов, бедствуя, крестьяне перебирались из деревень на новые места. Домов хватало не на всех, поэтому многие «новые горожане» селились прямо на улицах. Отходы скапливались из года в год. С улиц грязь заносилась в дома на обуви, одежду и коже. Повсеместно были распространены блохи, вши и другие паразиты. Кстати, ведь именно блохи, которые перемещались по странам в шерсти крыс, были разносчиками «чёрной смерти» — чумы. Кроме того, существовало суеверие, что через распаренную горячей водой кожу в организм проникают болезни. Особенно страдали города некогда прекрасной Италии, где господствовал способствующий разложению и гниению тёплый влажный климат.

Однако печальная участь постигла в основном католическую Европу. Например, в Османской империи было принято регулярно посещать бани. Мужские и женские бани находились в разных частях богатых домов, а более бедное население довольствовалось общественными за-



Рис. 2. Древняя система канализации

ведениями, которые спонсировались государством. Улицы османских городов также убирались. Религия не только не запрещала, но и поощряла соблюдение чистоты. В каждом богатом доме были специальные люди, обычно женщины, которые занимались наведением порядка, включая подметание и мытьё полов. В Азии также большое внимание уделялось гигиене и чистоте жилищ. Например, об этом свидетельствуют страшные традиционные сказки японцев о специфических óни (злых духах, примерно как бесы и черти) и ёкаи (аналог славянской нечисти), наказывающих живущих в грязи и не убирающихся людей. Действительно, многие болезни в Японию и королевство Корё (современные Южная и Северная Корея) были завезены именно европейцами в период открытия границ.

На Руси люди, не содержащие свой дом в чистоте, также осуждались обществом. Для гигиены использовалось мыло, одежда стиралась особым образом с золой, а дома тщательно подметались вениками и убирались. Конечно, стены также были покрыты сажей и копотью от печей, особенно зимой, но несколько раз в год проводилась большая уборка, в которой участвовали все члены семьи. Изначально дни наведения порядка совпадали с языческими праздниками, приуроченными к определённым астрonomическим явлениям, затем к церковному календарю.

Ты уже понял, что для соблюдения гигиены и сохранения здоровья крайне важно заниматься уборкой. Обычно выделяют три вида уборок: лёгкую (поверхности очищаются только от видимых пятен, а также вы-



Рис. 3. Картина Питера Брейгеля Старшего «Фламандские пословицы»

носится мусор), регулярную (ежедневную или еженедельную, при которой протираются видимые поверхности и раскладываются по своим местам вещи) и генеральную (при которой очищается любая минимальная поверхность, включая окна и зеркала, щели между дверями и т. д.). Существуют и другие классификации уборок, например по количеству используемой воды: сухая, влажная и мокрая уборки. При сухой уборке пыль и мусор механически удаляются с помощью сухой салфетки и веника или же с помощью механических подметальных машин, а также электровеников, электрощёток и пылесосов. Такой способ отлично подходит для ежедневной уборки, но не избавляет от паразитов и аллергенов, находящихся на коврах и в труднодоступных участках. В этом случае прибегают к влажной уборке полов — это чистка поверхностей и удаление грязи с использованием небольшого количества воды и чистящих средств. Обычно для влажной уборки используют отжатые после стирки тряпки, салфетки либо применяют швабры или моющие пылесосы.

Швабра (от нем. *Schwabber*) — самый распространённый и один из наиболее эффективных инструментов для уборки, который есть в каждом доме. Она представляет собой длинную деревянную рейку с горизонтальной перекладиной внизу, на которую наматывается половая тряпка. В последние годы хозяйки используют тряпки из микроволокна — специального впитывающего материала; такую тряпку можно использовать даже для сухой уборки. Ещё более эффективным является применение швабр с мопами — половыми тряпками, удобно фиксирующимися на перекладине благодаря пошиву (рис. 4). Обычно они производятся из хлопчатобумажного материала или микрофибры и используются вместе с ручкой и крепежом (флаундером). Мопы

бывают двух видов: верёвочные (похожие на шерсть пастушьих собак породы пули) или плоские, прикрепляемые с помощью липучек. Швабры предназначены для уборки в труднодоступных местах, например под шкафом или кроватью. Стоит отметить, что влажная уборка полов и полок способствует увлажнению воздуха, профилактике аллергических, лёгочных, инфекционных и бронхиальных заболеваний и уничтожению клещей, блох и других паразитов.

Последний вид уборок — это мокрая уборка. Чем она отличается от влажной? Объёмом воды! При мокрой уборке используется большой объём воды и моющих средств. Обычно к этому способу уборки прибегают только во время комплексных работ, после ремонта или же при значительных загрязнениях, с которыми не удалось справиться при влажной уборке. Мокрая убор-



Рис. 4. Швабра с мопами

ка проводится в несколько этапов и занимает достаточно много времени, зато сопровождается дезинфекцией убираемого помещения. Однако её нельзя проводить, если в доме имеется ламинат, паркет или любое иное неводостойкое покрытие. Для ручной мокрой уборки применяют также швабры с мопами, добавляя очищающие средства и используя мопы для строго отведённых областей (одна зона — один моп), или же поломоечные машины в общественных зданиях, на платформах метро и производственных площадях.

Итак, оптимальной является влажная уборка. Как же сделать её удобнее и сэкономить время? Механизировать! Для очистки или полировки напольных покрытий применяется машинка под названием «полотёр». Она состоит из нескольких круглых вращающихся щёток из щетины и шайб из сукна или фетра, приводимых в движение электромотором. Такая машинка позволяет многократно сэкономить силы и время на уборку.

«Отцом» полотёра является австро-венгерский инженер Альфред Погранец, придумавший своё детище в 1904 г. К сожалению, его проект был несовершенен и инженер вскоре обанкротился. Но идея осталась жить. В 1912 г. полотёр *Victor* фирмы AEG, доработанный Эрнстом Франке, поступил в серийное производство. Конструкция отличалась простотой и содержала лишь электродвигатель, съёмный фетровый диск и одну щётку (рис. 5). Однако заслуга Франке была в другом: он просчитал компенсацию момента силы, благодаря чему оператор полотёра мог легче перемещать машинку по всем направлениям. В СССР термин «полотёр» получил более общий смысл: им стали именовать любые машинки для очистки полов независимо от

Кстати!

Сегодня уборку часто называют на английский манер — клинингом. В крупных компаниях существуют целые клининговые отделы, занятые поддержанием чистоты и экологической безопасности рабочих мест сотрудников.



Рис. 5. Одна из первых моделей полотёров

того, являются ли они ручными, механическими или электрическими. Сегодня полотёры обычно имеют от одной до четырёх неподвижных или, наоборот, вращающихся щёток, электродвигатель (15 тыс. оборотов в минуту), щёткодержатели, ручки для удобного перемещения по поверхности, набор шайб и корпус. Принцип передачи вращения щёткам может быть совершенно любой, включая зубчатую или ременную передачу. Главное, чтобы они двигались со скоростью 600–900 оборотов в минуту. Более усовершенствованные модели комбинируются с пылесосом, имеют «плавающие» щётки, специальные контейнеры для жидкости и множество дополнительных насадок.

Отлично! Но как ещё можно упростить себе жизнь? Сделать так, чтобы полотёром не нужно было управлять вручную! И да, ты уже догадался, в этом тебе поможет робот! Вперёд, старший специалист клинингового отдела!



Оборудование:

- Базовый набор LEGO® MINDSTORMS® Education EV3.
- Компьютер (минимальные системные требования):
Windows XP, Vista, Windows 8 (за исключением METRO), Windows 10 (32/64 бит), а также 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.

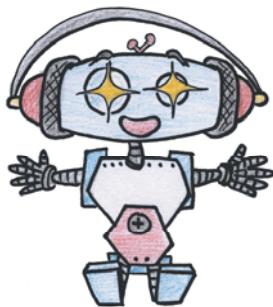
1. Балка № 7 — это балка с семью отверстиями.

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

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



Этап 1. Устройство робочиста



Рассмотри модель роботизированного полотёра (робочиста), собранную на основе набора LEGO® MINDSTORMS® Education EV3.

Попробуй выделить на ней рабочие детали — два мотора, в которых установлены уборочные валики; ультразвуковой датчик для обнаружения препятствий; датчик цвета для предотвращения падения с высоты; гироскопический датчик, обеспечивающий точность поворотов.

Попробуй собрать эту модель. **ЛАНЬ®**

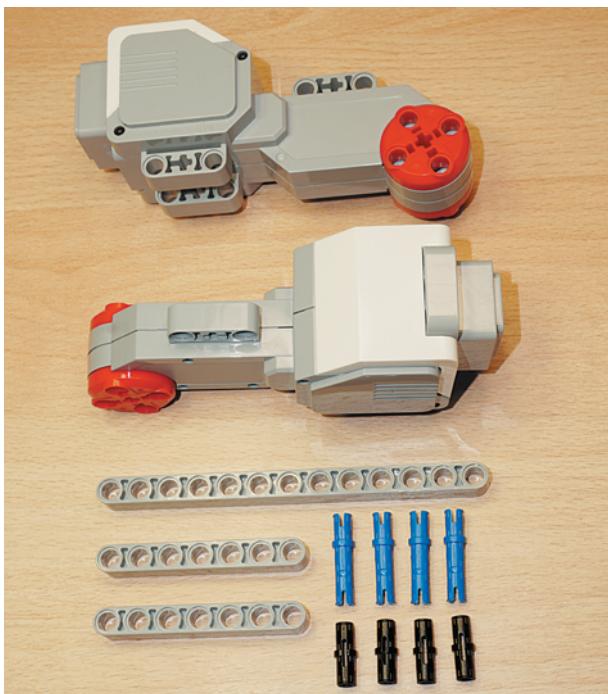
Обрати внимание: в конце книги в таблице даны все детали, которые потребуются тебе для сборки. Эта таблица поможет быстро найти то, что необходимо, и не ошибиться при конструировании.

Вот так выглядит робочист, которого тебе предстоит собрать (рис. 6).



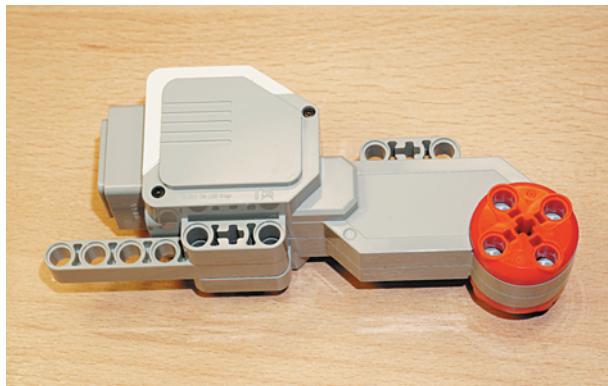
Рис. 6. Общий вид робочиста

ШАГ 1. СБОРКА ПРИВОДОВ ДЛЯ РОБОЧИСТА



Детали для сборки:

- мотор большой, 2x;
- балка № 7, серая, 2x;
- балка № 13, серая, 1x;
- соединительный штифт, 2-модульный, чёрный, 4x;
- соединительный штифт, 3-модульный, синий, 4x.

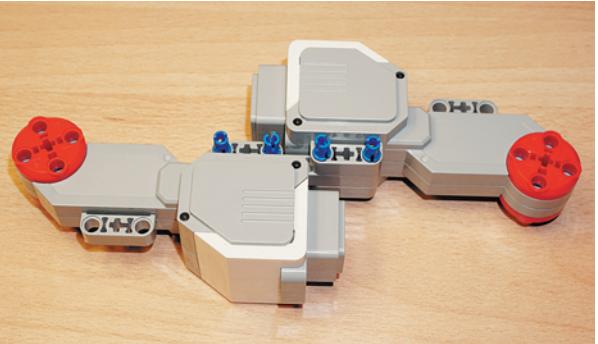


1. Возьми один большой мотор и положи его так, чтобы порт был слева, а привод — справа, и вложи в нижнее крепление между балками серую балку № 7.



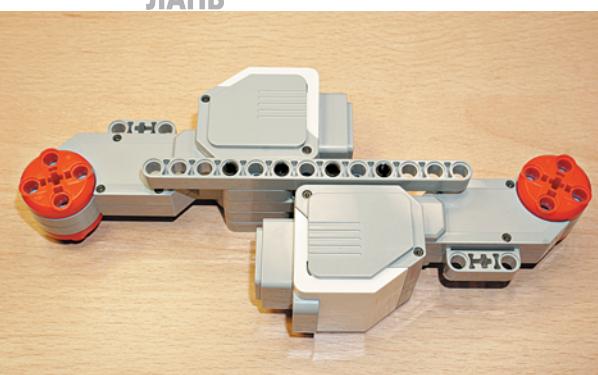
2. Вставь в модули мотора два синих 3-модульных штифта длинными концами вперёд.



3. Возьми другой большой мотор и поверни его приводом влево, а разъемом вправо, но нижним креплением вверх. Расположи его так, чтобы балка № 7 была вложена между креплениями мотора, и закреши его синими 3-модульными штифтами, вставив их длинными концами вперёд.
- 
- ЛАНЬ®

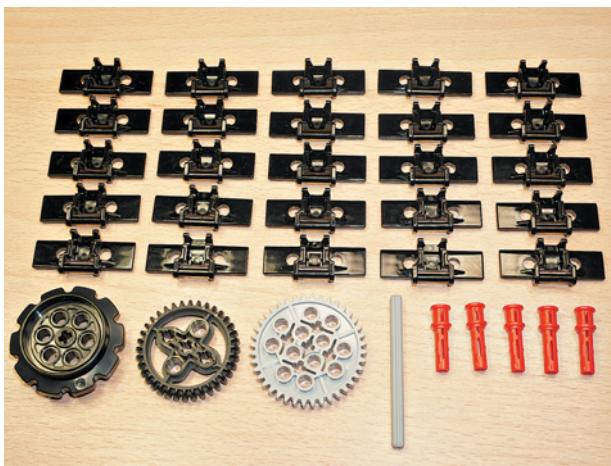
4. Теперь возьми другую балку № 7 и надень её сверху на свободные короткие стороны синих штифтов в первый, третий, пятый и седьмой модули.
- 

5. Переверни собранную конструкцию балкой № 7 от себя и установи в нижние крепления двух больших моторов четыре чёрных 2-модульных штифта в отверстия на моторах.
- 
- ЛАНЬ®

6. Надень сверху на чёрные штифты серую балку № 13 на четвёртый, шестой, восьмой и десятый модули.
Подвижная часть робочиста готова!
- 

ШАГ 2. СБОРКА УБОРОЧНЫХ ВАЛИКОВ ДЛЯ РОБОЧИСТА

ЛАНЬ®



Детали для сборки:

- звено гусеницы, чёрное, 25x;
- ось № 7, серая, 1x;
- соединительный штифт с втулкой, 3-модульный, красный, 5x;
- цепное колесо, чёрное, 1x;
- двойное коническое зубчатое колесо на 36 зубьев, чёрное, 1x;
- зубчатое колесо на 40 зубьев, серое, 1x.

1. Возьми 10 звеньев гусеницы и соедини их вместе. Потом возьми одно цепное колесо, оберни собранную гусеницу вокруг него и защелкни последнее звено так, чтобы оно оказалось внутри специальных упоров внутри кольца.



Однако уборочный валик по-прежнему маловат — увеличим его с помощью ещё одной гусеничной ленты.

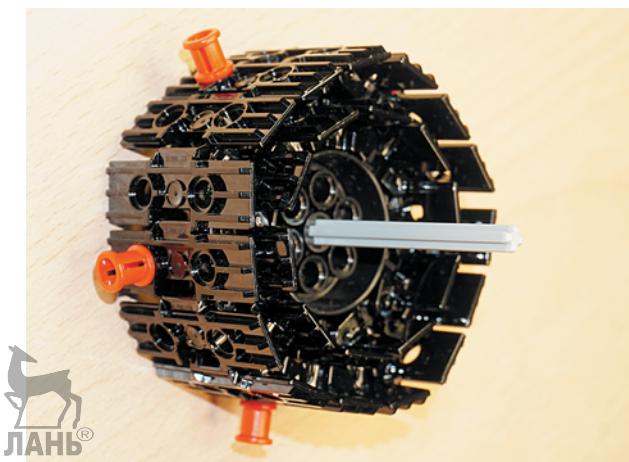
2. Возьми оставшиеся 15 звеньев и собери вторую часть гусеницы. Оберни цепь поверх малой гусеницы.

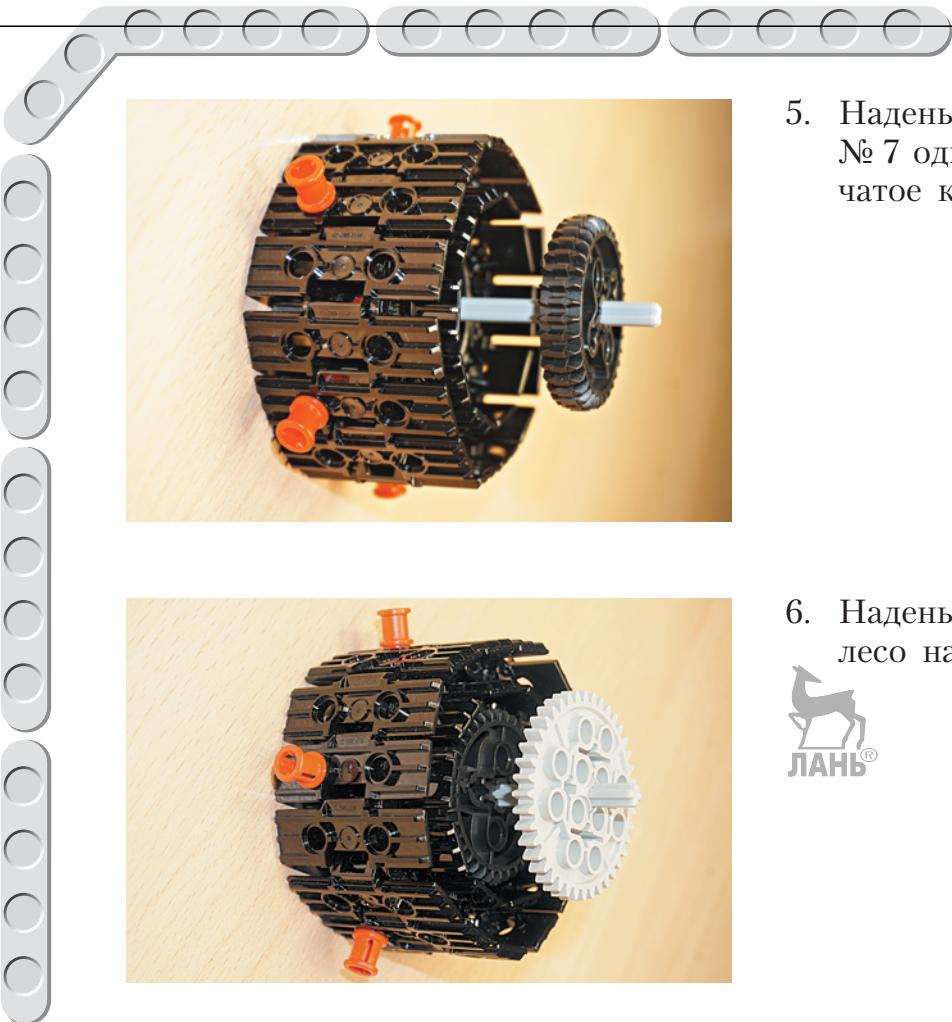


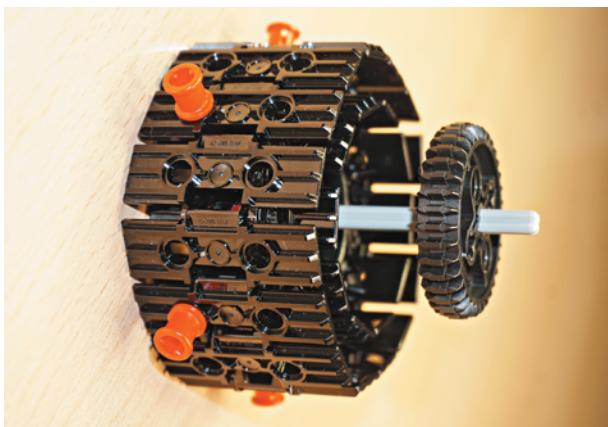
3. Закрепи внешнее кольцо вместе с внутренним с помощью пяти красных штифтов, вставив их насквозь через совмещённые отверстия в гусеницах, как показано на рисунке.



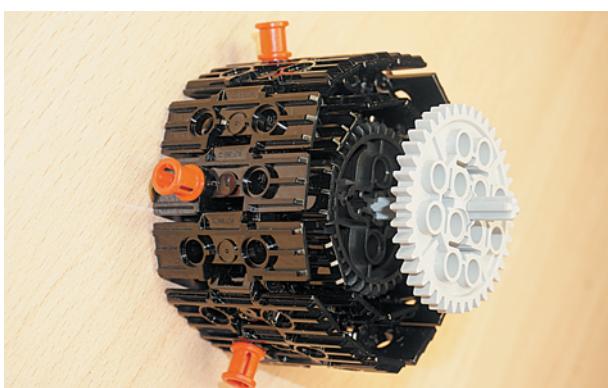
4. Переверни получившуюся деталь так, чтобы все штифты оказались ближе к поверхности стола. В центр зубчатого колеса вставь в его крестообразное отверстие ось № 7 так, чтобы она выступала только с одной стороны.



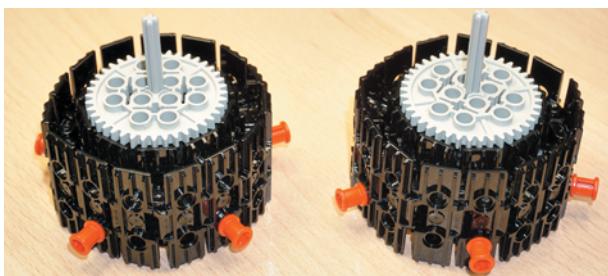
- 
5. Надень на длинный конец оси № 7 одно двойное коническое зубчатое колесо на 36 зубьев.



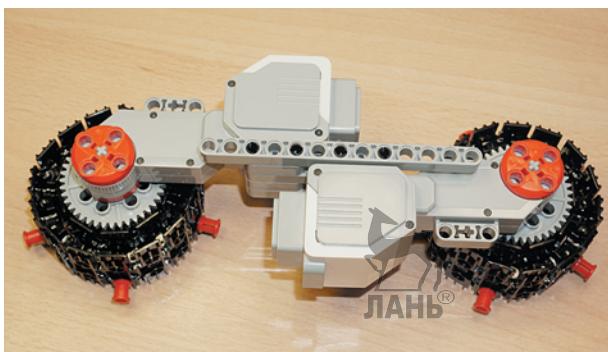
6. Надень сверху серое зубчатое колесо на 40 зубьев.



7. Аналогично собери ещё один такой же уборочный валик.



8. Возьми собранную конструкцию с моторами и установи в приводы мотора по одному валику с обратной стороны от балки № 13 так, чтобы оси валиков не выступали сверху.
На этом сборка функциональной части завершена.



ШАГ 3. СБОРКА КРЕПЛЕНИЯ И УСТАНОВКА МОДУЛЯ EV3 НА РОБОЧИСТА



Детали для сборки:

- соединительный штифт, 2-модульный, чёрный, 4x;
- соединительный штифт, 3-модульный, синий, 2x;
- программируемый модуль EV3, 1x;
- балка № 7, серая, 2x.



1. Возьми модуль EV3 и переверни его дисплеем вниз и портами, обозначенными буквами, к себе.



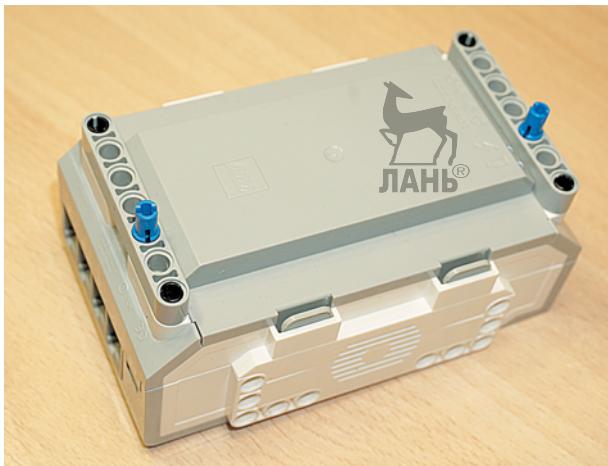
2. Возьми четыре чёрных соединительных штифта и вставь их в крайние модули EV3.



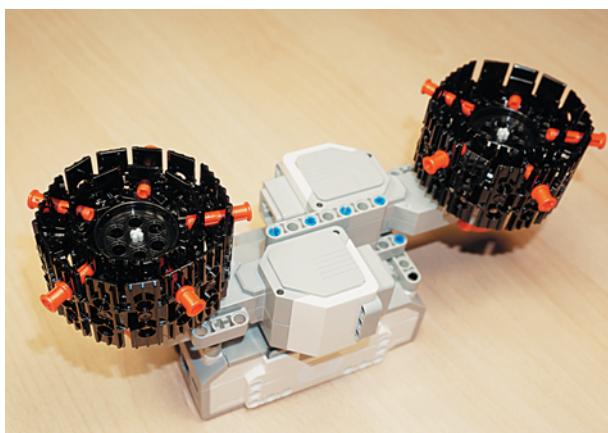
- 
3. Надень сверху на штифты по одной балке № 7 первым и седьмым модулями.



4. Возьми два синих 3-модульных штифта и установи их в пятые модули балки № 7 длинными концами вперёд.



5. Надень сверху на свободные концы синих штифтов собранную конструкцию с моторами балкой № 13 в её первый и тринадцатый модули.



Отлично! Теперь у твоего робота появились «мозги», и он сможет самостоятельно убираться! Осталось совсем немного!

ШАГ 4. УСТАНОВКА ДАТЧИКОВ НА РОБОЧИСТА

Детали для сборки:

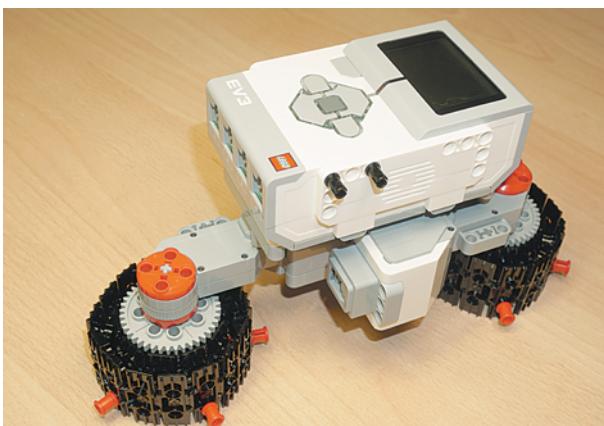
- гироскопический датчик, 1x;
- ультразвуковой датчик, 1x;
- датчик цвета, 1x;
- соединительный штифт, 2-модульный, чёрный, 6x;
- соединительный штифт, 3-модульный, синий, 2x;
- прямоугольная балка 3×5, белая, 2x;
- кабель, 25 см, 4x;
- кабель, 35 см, 1x.



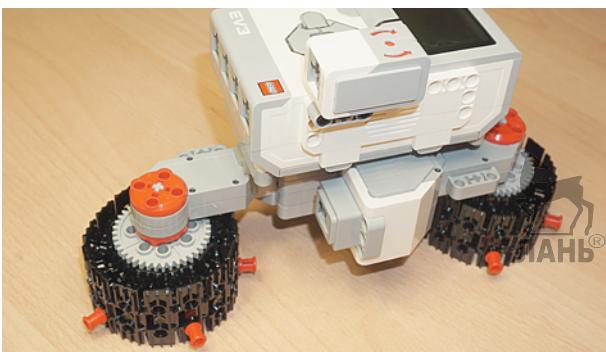
- Возьми собранную конструкцию вместе с EV3 и поставь её на опоры, чтобы порты, обозначенные цифрами, были слева.



- Возьми два чёрных соединительных штифта и вставь их в горизонтальные модули слева на блоке EV3, расположенные ближе к цифровым портам: в первый и третий.



- 
3. Надень на свободные концы чёрных штифтов гироскопический датчик разъёмом влево.



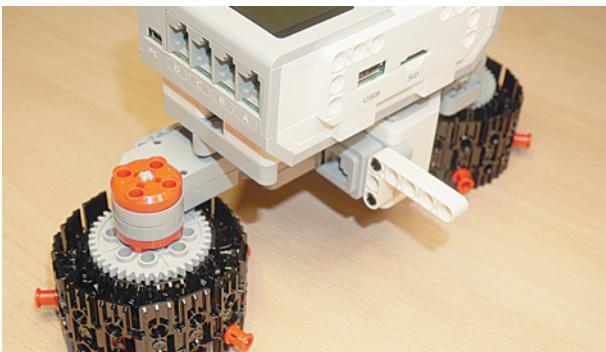
4. Теперь разверни собранную конструкцию.



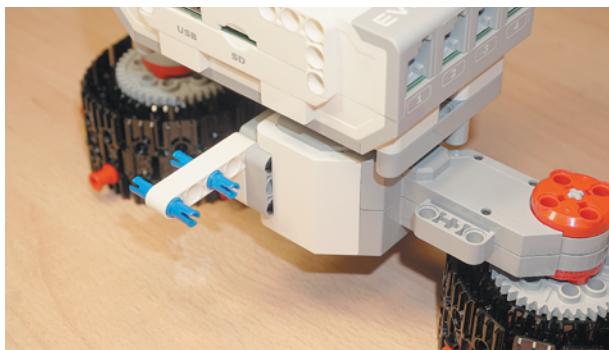
5. Возьми два чёрных штифта и установи их в первый и третий модули, расположенные на правом большом моторе.



6. Надень на свободные концы штифтов белую прямоугольную балку 3×5 короткой стороной в первый и третий модули так, чтобы длинная сторона балки находилась сверху.



7. Вставь в первый и третий модули длинной стороны прямоугольной балки справа два синих соединительных штифта длинными концами вперёд.



8. Надень на синие штифты справа ультразвуковой датчик.

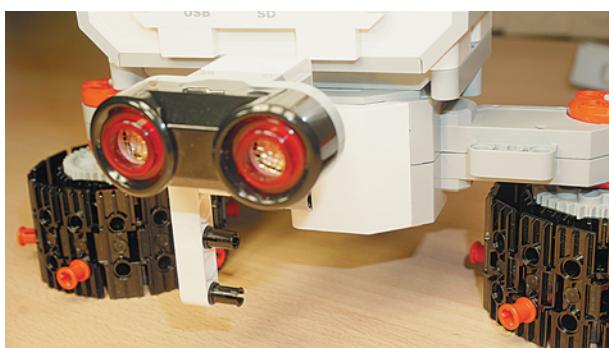


9. Установи слева от ультразвукового датчика белую прямоугольную балку 3×5 короткой стороной на свободные концы синих штифтов таким образом, чтобы длинный конец белой балки «смотрел» вниз.

ЛАНЬ®



10. Вставь в третий и пятый модули балки 3×5 два чёрных соединительных штифта.



11. Надень на свободные концы штифтов датчик цвета разъёмом вверх.



Теперь твой робот никогда не наткнётся на препятствие и не упадёт со стола!

ШАГ 5. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРОВОДОВ

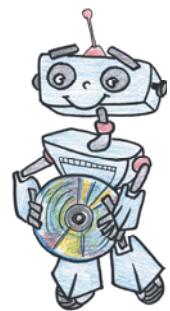


1. Возьми один кабель 25 см и соедини ультразвуковой датчик с цифровым портом № 3.
2. Возьми другой кабель 25 см и подключи гироскопический датчик к цифровому порту № 4.
3. Возьми третий кабель 25 см и соедини левый большой мотор с портом С.
4. Возьми четвёртый кабель 25 см и соедини большой мотор, «смотрящий» вправо, с портом В.
5. Возьми провод 35 см и соедини датчик цвета и порт № 2.

Молодец! Теперь ты сможешь порадовать родителей своим чистейшим столом и натёртыми до блеска полами!



Этап 2. Установка программного обеспечения на компьютере



1. Если ты приобрёл базовый набор LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 (LME-EV3) с лицензией на программное обеспечение LME-EV3, то действуй так, как написано в информационном листке, вложенном в набор.
2. Если такой лицензии у тебя нет, зайди на сайт <http://Education.LEGO.com> и перейди в раздел «Техническая поддержка», где ты сможешь скачать установочный файл LME-EV3. После запуска установочного файла откроется окно мастера установки, в котором тебе нужно следовать пошаговым указаниям. Не забудь проверить установочный путь! Если на твоём жёстком диске не останется свободного пространства, придётся удалить ненужные программы или файлы.

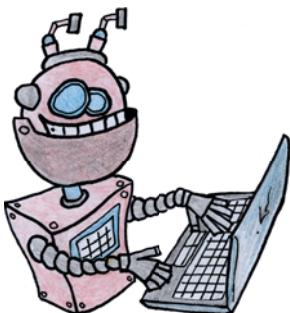


Внимание!

При любых затруднениях, возникших при установке программного обеспечения, обращайся в службу технической поддержки компании LEGO® Education по адресу <http://Education.LEGO.com>.



Этап 3. Создание программы для робочиста



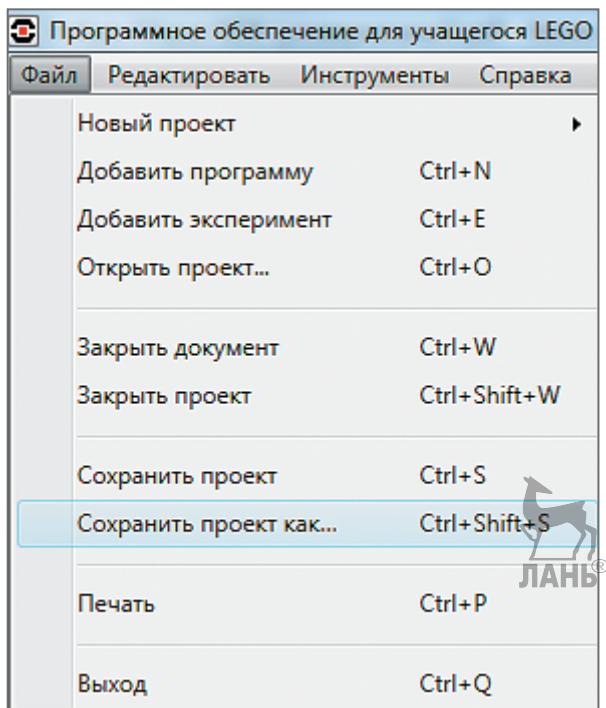
Запуск программного обеспечения

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

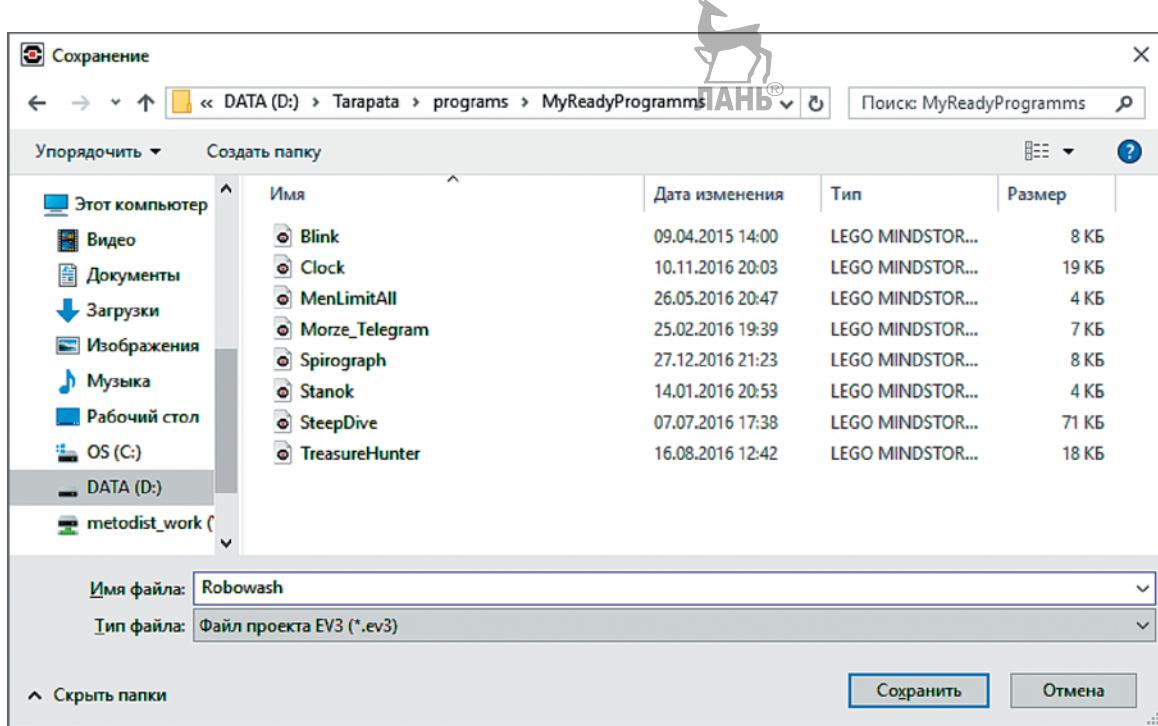
Программируемый модуль EV3 позволяет хранить в своей памяти десятки проектов. Это очень удобно: если захотел вернуться к какому-то проекту, не нужно искать его в компьютере, он всегда находится внутри робота.

Однако необходимо грамотно организовать хранение проектов. Папка с проектом должна иметь название, отражающее его суть, иначе тебе будет трудно её найти. Если в папке с проектом несколько программ, то назови их максимально понятно для себя.



1. Для начала сохрани свой проект в памяти компьютера, чтобы избежать его потери. Для этого выбери меню **Файл** в левом верхнем углу окна программы и в контекстном меню выбери пункт **Сохранить проект как...**

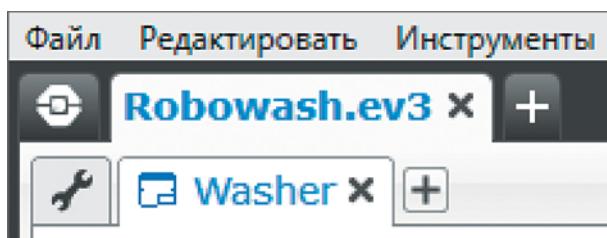
2. Выбери в открывшемся окне удобное расположение для всех файлов твоей программы, затем задай **Имя файла:** *Robowash* (от англ. «Робомойка») в нижней части окна и нажми **Сохранить**.



3. Именно так будет называться папка в памяти программируемого модуля EV3, в которой будут храниться все программы, написанные тобой в рамках этого или других проектов.

Внимание!
Настоящие программисты всегда дают имена своим программам на английском языке и без использования пробелов. Вместо них они, например, пишут каждое слово с большой буквы или используют нижнее подчёркивание.

4. Осталось дать имя самой программе (в нашем проекте она будет одна). Для этого дважды кликни по имени **Program** в левом верхнем углу поля программы, задай новое имя: *Washer* (от англ. «Мойщик») и нажми клавишу **Enter**.



Логика программы

Программа будет состоять из двух одновременно выполняющихся ветвей: одна будет отвечать за движение робота по прямой линии до препятствия и разворот, а другая — за предотвращение падения робота.

Кстати!

В данной программе будет несколько интересных алгоритмических конструкций и приёмов программирования. Один из них — это **вложенные циклы**, останавливающиеся при выполнении некоторых условий, и принудительные **прерывания**, а также запуск нескольких программ на **параллельное исполнение**.

Если робот будет двигаться по столу, то он может упасть. Во избежание этого мы предусмотрим его аварийную остановку и откат обратно с изменением направления дальнейшего движения.

В основном мы будем работать с градусами — это единицы измерения углов. Если понятие градусной меры угла тебе незнакомо, то ты можешь обратиться за помощью к своему учителю, учебнику математики, родителям или Интернету.

Составление программы для робочиста

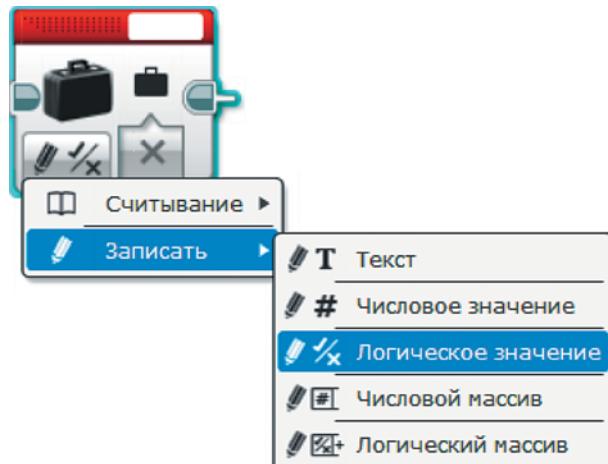
В открывшемся окне проекта начинай составлять программу для робочиста, перетаскивая блоки команд в рабочую область.

ПРОГРАММА 1. МОЙКА

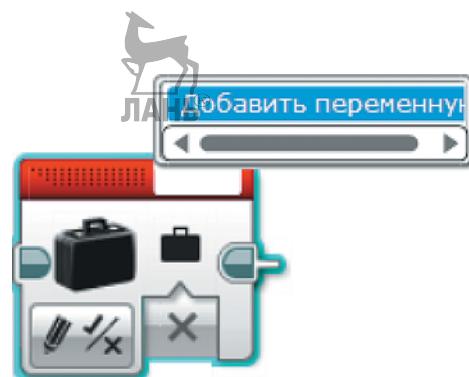


1. Нам понадобится логическая переменная (она принимает только два значения: истина и ложь). После обнаружения препятствия роботу нужно разворачиваться каждый раз в разные стороны, чтобы он не ездил по одной и той же траектории. Задать начальное значение переменной нужно в самом начале, поэтому сразу после команды **Начало** добавь команду **Переменная (красный блок)**.

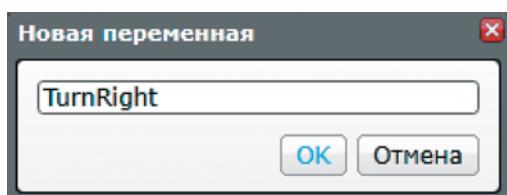
2. Выбери опцию **Записать** → **Логическое значение**.



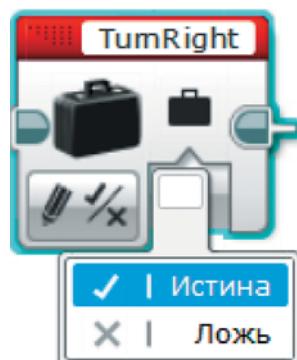
3. Кликни по правому верхнему окошку и в открывшемся меню выбери **Добавить переменную**.



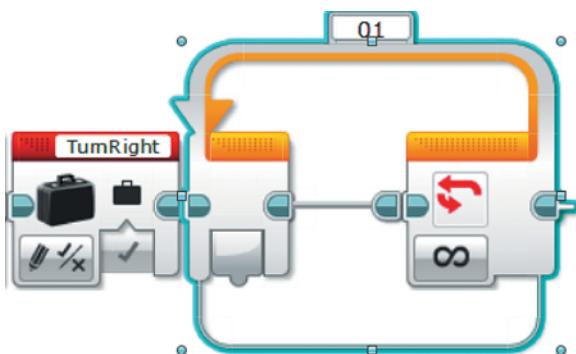
4. В открывшемся окне **введи**® имя переменной **TurnRight** (от англ. «Поворот направо») и нажми **ОК** – она будет отвечать за то, в какую сторону будет разворачиваться робот (в правую или в левую), в зависимости от истинности или ложности её значения.



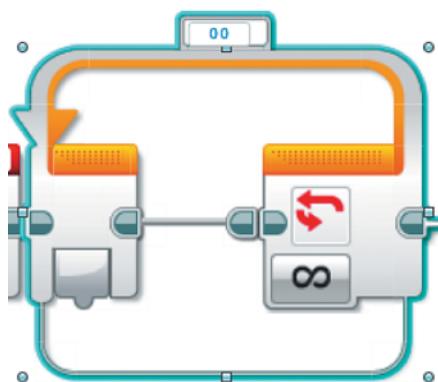
5. В качестве начального значения переменной выбери **Истина**.



6. Далее добавь бесконечный **Цикл** (оранжевый блок), так как робот будет работать до тех пор, пока его не выключат (ну или пока не сядет батарейка). Вся остальная часть этой программы будет содержаться внутри этого цикла.



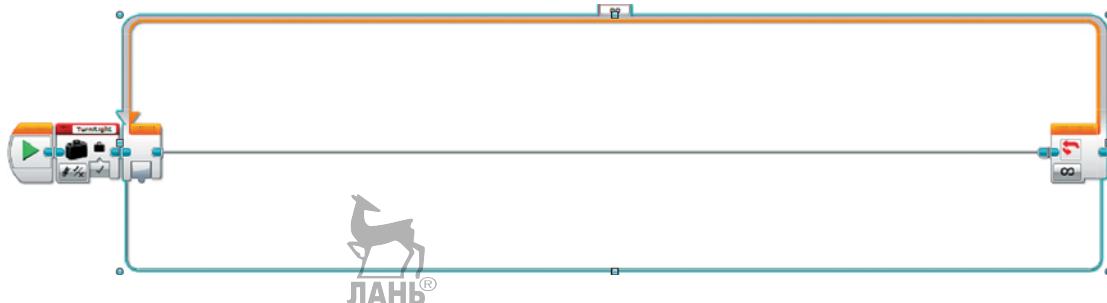
7. В нашей программе будет **несколько** циклов, поэтому необходимо их различать по номерам. В верхней части этой команды по умолчанию указан номер **01**. Такой цикл будет внешним, то есть находящимся на самом верхнем уровне, поэтому кликни дважды по номеру и замени его на номер **00**. Этот номер называется **идентификатором** цикла.



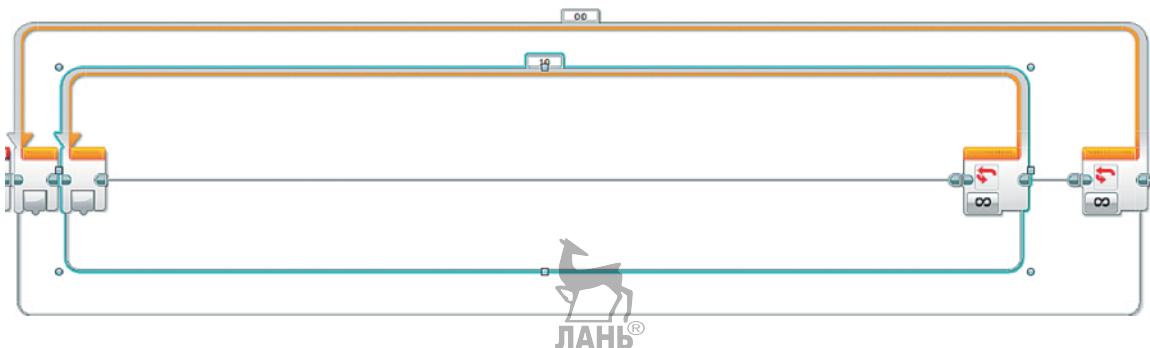
Кстати!

В компьютере, а также в программировании и информатике нумерация всегда начинается не с единицы, а с нуля. Это связано с электричеством — ноль означает отсутствие напряжения.

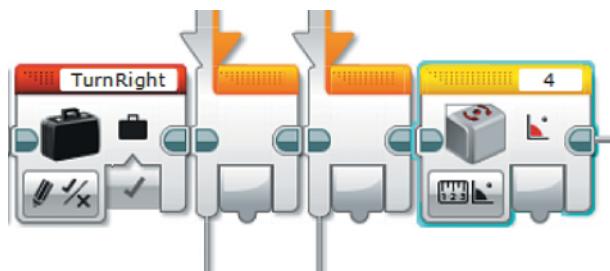
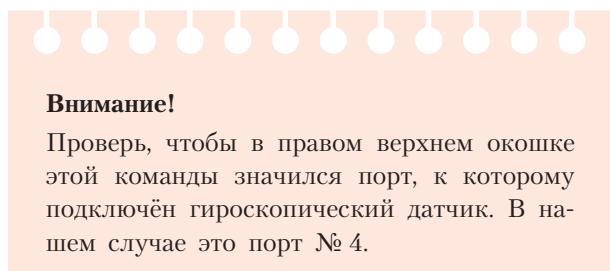
8. При выделении команды **Цикл** появляются кружочки и квадратики. Потяни за них и измени размер этого блока — сделай его побольше.



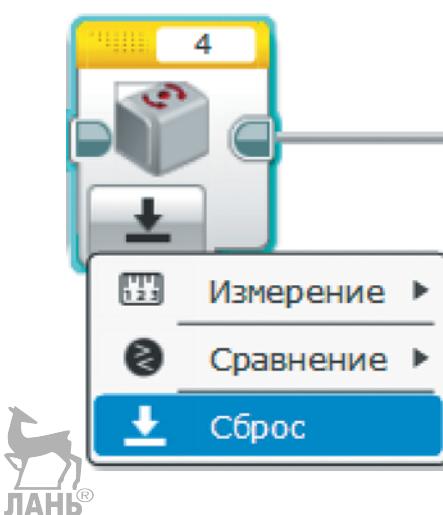
9. Внутрь этого цикла добавь ещё один бесконечный **Цикл** (оранжевый блок), расширь его так же, как и внешний, а идентификатор замени на число **10** (договоримся, что первая цифра будет указывать на уровень глубины цикла, а вторая — на номер цикла на этом уровне).

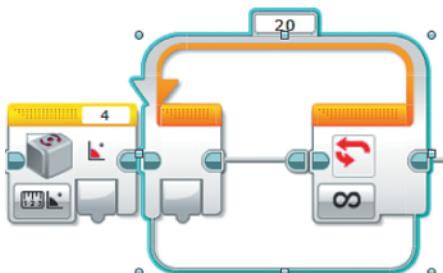


10. Добавь в этот цикл команду **Гирокопический датчик** (жёлтый блок).



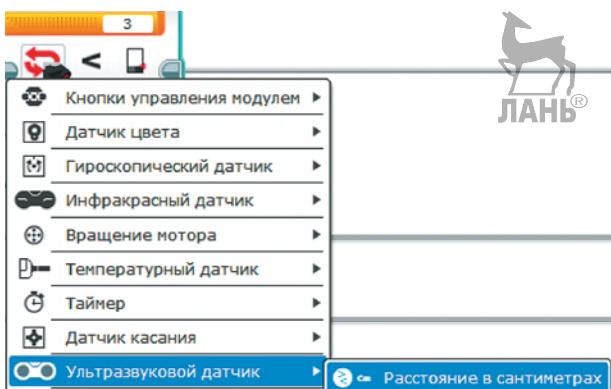
11. Для точности замеряемого угла нужно сбросить показания гирокопического датчика. Выбери опцию **Сброс**.





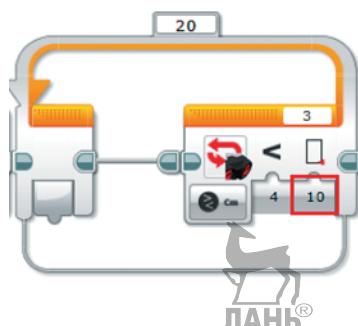
12. Далее тебе необходимо будет запускать поочерёдно валики робота, пока робот не «наткнётся» на препятствие. Для этого добавь ещё один **Цикл** (оранжевый блок) и задай его идентификатором число **20**.

13. Этот цикл не будет бесконечным и прервётся, когда в поле зрения ультразвукового датчика попадёт какой-либо объект на расстоянии менее 10 см. Чтобы произошло прерывание, в опции цикла выбери **Ультразвуковой датчик** → **Расстояние в сантиметрах**.

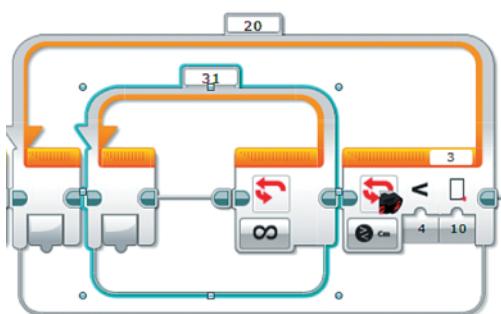


Внимание!

Проверь, чтобы в правом верхнем окошке этой команды значился порт, к которому подключён гироскопический датчик. В нашем случае это порт № 3.



14. В качестве порогового значения введи с клавиатуры число **10**.



15. Наверное, ты догадался, что внутри этого цикла будет ещё один цикл (вот такая сложная конструкция из четырёх циклов, но не беспокойся: дальше этого уровня мы не уйдём). Добавь команду **Цикл** (оранжевый блок) и задай его идентификатором число **31**.

16. Для этого цикла выбери опцию прерывания по **Логическому значению**.



17. Внутри этого цикла мы должны запустить валики на движение, а продолжаться движение должно либо до того, как робот повернётся на 30 градусов, или до того, как «увидит» препятствие. Поэтому добавь в него команду **Независимое управление моторами** (зелёный блок).

Внимание!

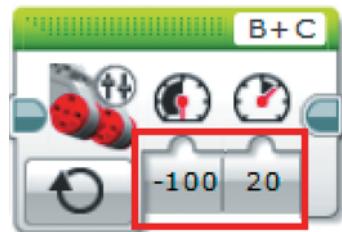
Проверь, чтобы в правом верхнем окошке этой команды значились порты, к которым подключены моторы. В нашем случае это порты B + C.



18. Выбери опцию **Включить**.



19. Включи один мотор на полную мощность, а другой на небольшую и в противоположную сторону, чтобы робот эффективнее поворачивался, поэтому задай: **Мощность на левый мотор:** -100; **Мощность на правый мотор:** 20.



20. Теперь добавь команду **Гирокосмический датчик** (жёлтый блок).



ДАНЬ®

21. Выбери опцию **Сравнение** → **Угол**.



ЛАНЬ®

22. Робот должен повернуться на 30 градусов, поэтому задай: **Тип сравнения:** 3 (больше или равно); **Пороговое значение:** 30.

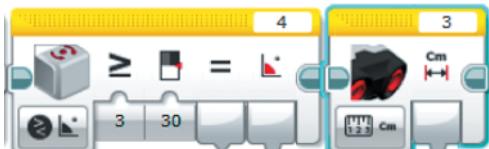


Внимание!

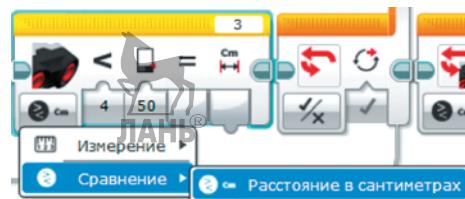
В разных наборах гирокосмический датчик работает по-разному и значения при повороте направо и налево меняются как в положительную, так и в отрицательную сторону. При этом сравнение и пороговое значение нужно изменить на противоположные.



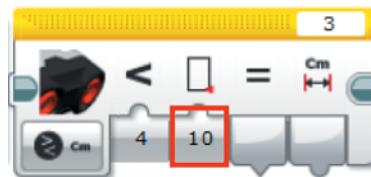
23. Далее добавь команду **Ультразвуковой датчик** (жёлтый блок).



24. Выбери опцию **Сравнение → Расстояние в сантиметрах**.



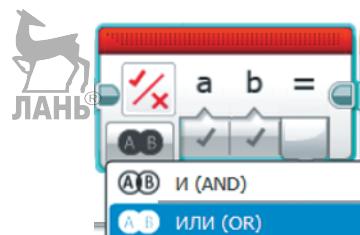
25. Задай в качестве **Порогового значения** число **10**.



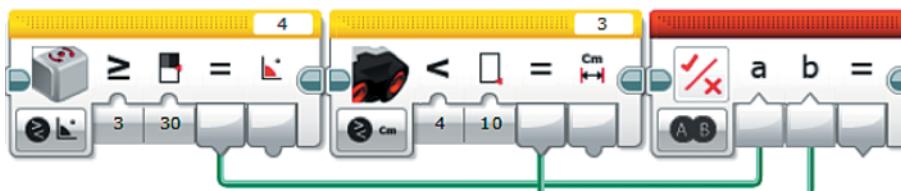
26. Теперь добавь команду **Логические операции** (красный блок).



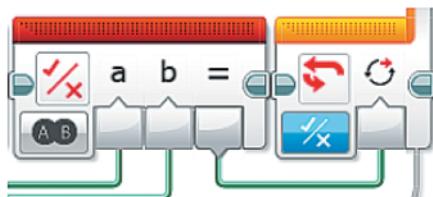
27. Выбери опцию **ИЛИ**.



28. Теперь соедини выход **=** команды **Гирокопический датчик** со входом **a** Логической операции **ИЛИ**, а выход **=** команды **Ультразвуковой датчик** со входом **b**.

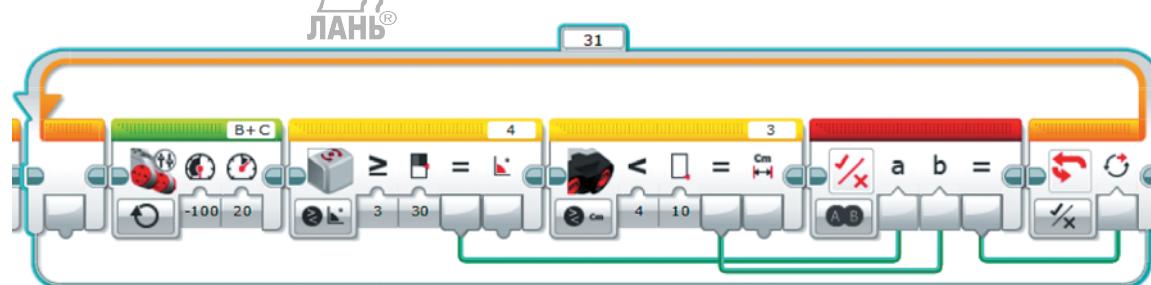


Созданная конструкция буквально говорит о следующем: «Робот уже повернулся на 30 градусов ИЛИ „увидел“ препятствие». Результатом этой операции является истина или ложь, причём истина получится при выполнении хотя бы одного из условий.

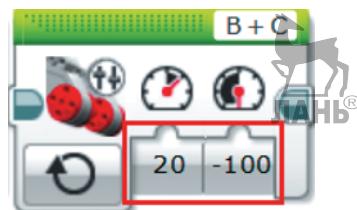
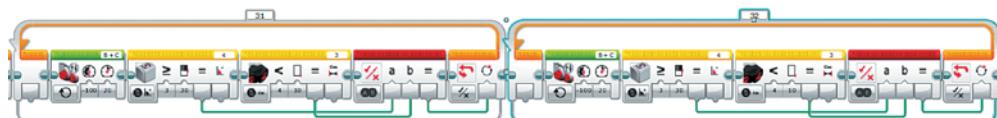


29. Если в результате операции получена истина, то цикл, в котором содержатся все эти команды (31), прервётся. Чтобы это произошло, соедини выход **= Логической операции** со входом **Цикла**.

30. Теперь проверь себя — **Цикл 31** должен иметь следующий вид:



31. Далее необходимо создать похожий цикл, но для движения робота в другую сторону, то есть фактически цикл и его содержимое будут такими же, но с немного другими параметрами команд. Поэтому зажми клавишу **CTRL** на клавиатуре и потяни **Цикл 31** в сторону — создастся его копия. Помести её сразу после него и задай идентификатор **32** (второй цикл на уровне 3).



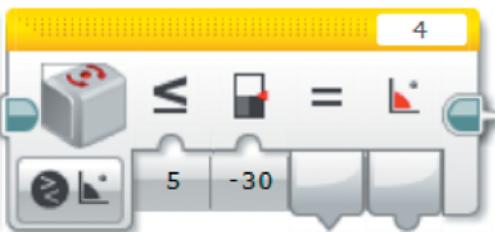
32. Теперь поработаем с его содержимым. Задай в команде **Независимое управление моторами**:
Мощность на левый мотор: 20;
Мощность на правый мотор: -100.

33. В команде **Гирокопический датчик**:

Тип сравнения: 5 (меньше или равно);

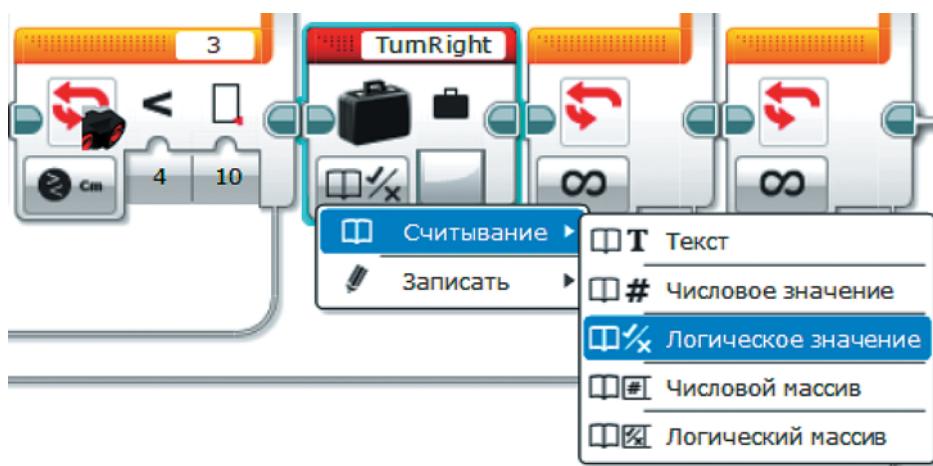
Пороговое значение: -30.

Остальные команды останутся без изменений.



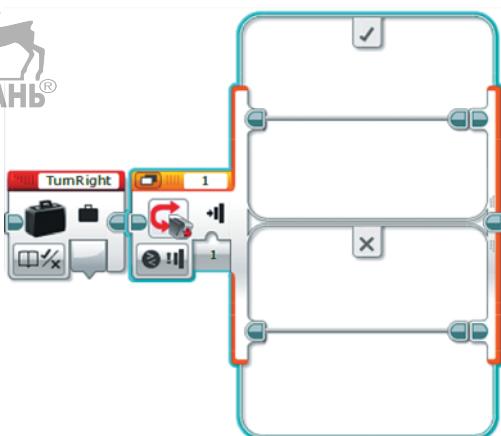
34. Отлично! Робот почти готов к работе, ты уже научил его основной функции. Однако нужно сделать его «умнее». После того как прервётся **Цикл 20** (он прерывается, если робот «видит» препятствие), нужно решить, в какую сторону ему разворачиваться. А за это отвечает содержимое переменной **TurnRight** – проверим её. Сразу за **Циклом 20** добавь команду **Переменная** (красный блок) и выбери опцию **Считывание → Логическое значение**.

ЛАНЬ®

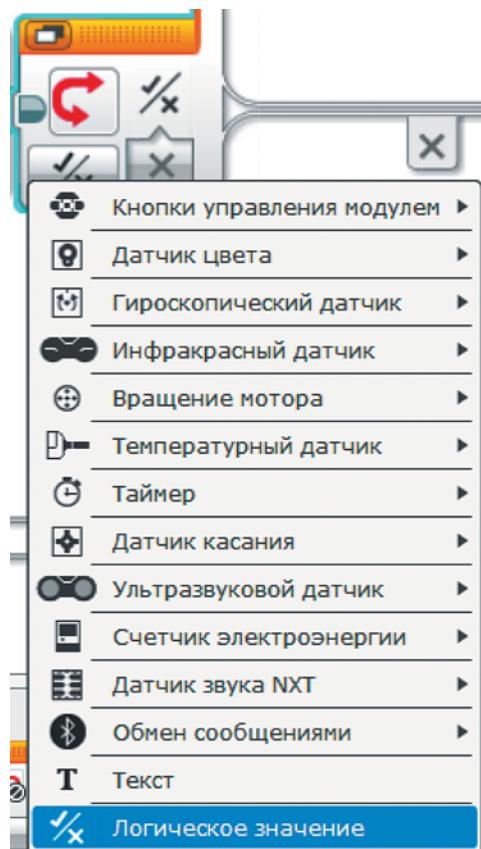


35. Далее добавь команду **Переключатель** (оранжевый блок).

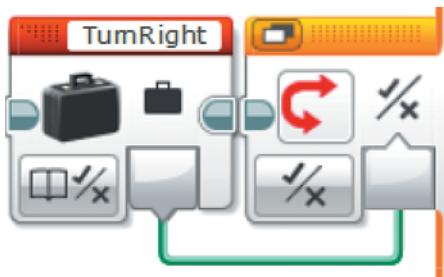
ЛАНЬ®



36. Выбери опцию **Логическое значение**.



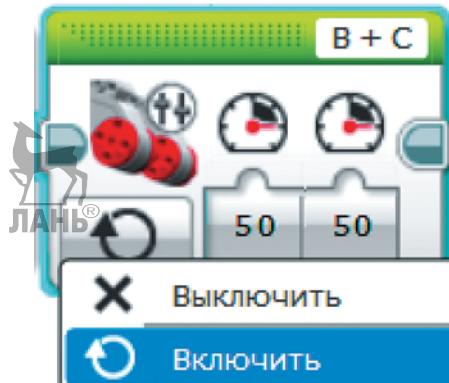
37. Соедини выход переменной TurnRight со входом Переключателя.



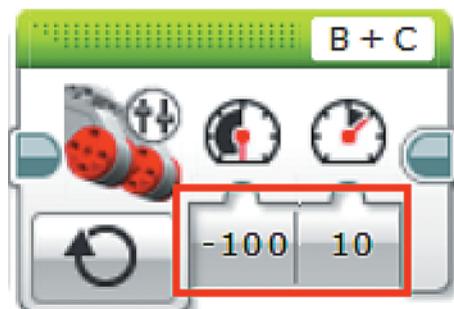
38. Если в этой переменной содержится истина, значит, робот должен повернуться направо на 180 градусов; если ложь, то налево. В верхней части Переключателя добавь Цикл (оранжевый блок), задай идентификатор 21 и выбери опцию Гирокопический датчик → Угол.



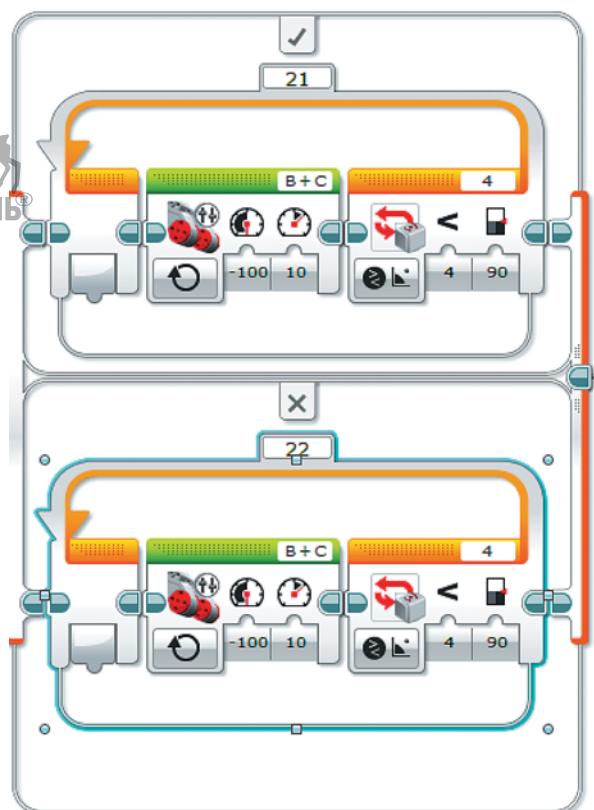
39. Внутри этого цикла нужна лишь одна команда **Независимое управление моторами** (зелёный блок) с опцией **Включить**.

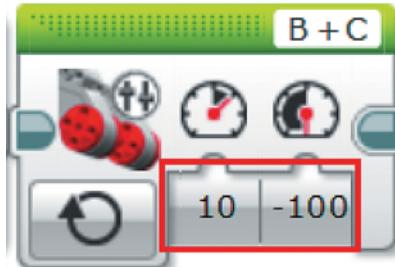


40. Настрой её параметры:
Мощность на левый мотор: -100;
Мощность на правый мотор: 10.

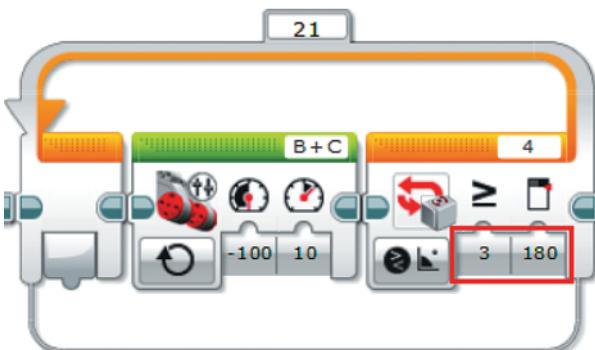


41. В нижней части **Переключателя** (в случае ложности переменной **TurnRight**) нужно создать точно такой же цикл, только настроить работу моторов противоположно. Скопируй цикл из верхней части: для этого удерживай клавишу **CTRL** и потяни этот цикл в сторону, а затем помести в нижнюю часть и смени идентификатор на **22**. В результате получится так:

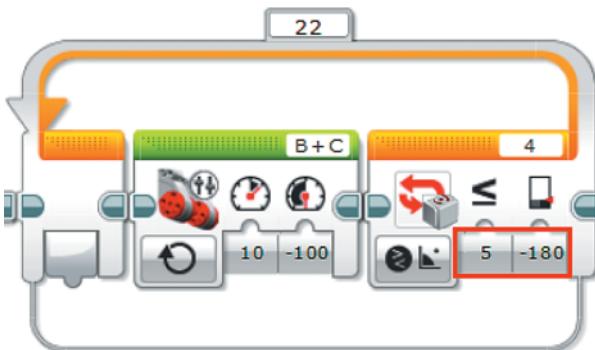




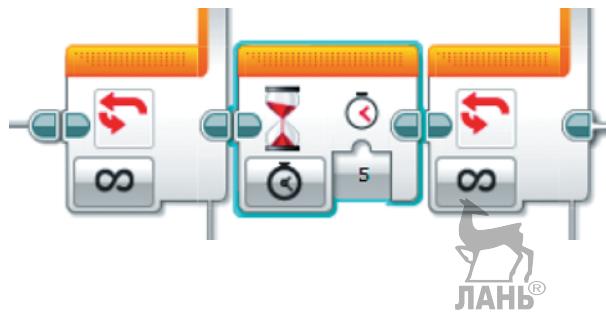
42. Смени параметры команды **Независимое управление моторами**:
Мощность на левый мотор: 10;
Мощность на правый мотор: -100.



43. Осталось поменять параметры прерывания циклов. Для **Цикла 21**:
Тип сравнения: 3 (больше или равно);
Пороговое значение: 180.
ЛАНЬ®



44. Для **Цикла 22**:
Тип сравнения: 5 (меньше или равно);
Пороговое значение: -180.



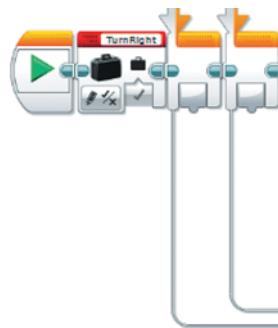
45. Осталась ещё одна команда в этой ветви. **Цикл 10** нужно прервать в аварийной ситуации, когда робот попадёт на край стола (или любой другой поверхности). При этом робот должен некоторое время не предпринимать никаких действий, кроме отката назад. Для этого после **Цикла 10** добавь команду **Ожидание** (оранжевый блок) и задай в качестве параметра задержки **5** секунд.

Молодец! Ты запрограммировал работу робочиста! Теперь остаётся предупредить аварию — падение робота с высоты!

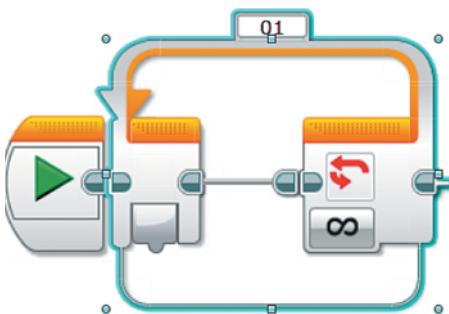
ПРОГРАММА 2. АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ

Как мы говорили, в твоей программе будут одновременно выполняться две её ветви. Поэтому сейчас ты добавишь ещё одно начало программы.

- Добавь команду **Начало** (оранжевый блок) чуть ниже первой ветви. Вся остальная программа будет прописываться в этой ветви.



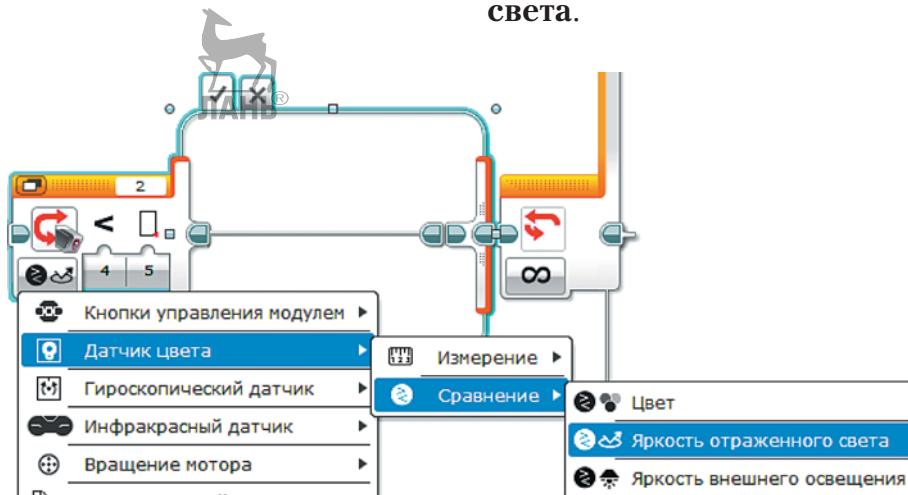
- Как мы обсуждали в логике программы, нам понадобится предупредить падение робота. Для этого у нас есть датчик цвета, который может работать по яркости отражённого света. Как раз-таки если робот подъедет к краю, а датчик перестанет «видеть» поверхность, то это будет означать, что яркость отражённого света равна нулю. Создадим такую проверку и действия при аварийной ситуации. Так как проверка должна производиться всегда, добавь бесконечный Цикл (оранжевый блок), его идентификатор можно оставить по умолчанию **01**.



Внимание!

Проверь, чтобы в правом верхнем окошке этой команды значился порт, к которому подключён датчик цвета. В нашем случае это порт № 2.

3. Единственное, что робот должен проверить, — это яркость отражённого света по датчику цвета, и если она упала, скажем, ниже пяти, то должен прерваться **Цикл 10**, а сам робот отъехать назад и повернуться в другую сторону. Поэтому внутри цикла добавь команду **Переключатель** (оранжевый блок). Для удобства перейди к **Виду с вкладками**, нажав кнопку в левом верхнем углу. Выбери опцию **Датчик цвета → Сравнение → Яркость отражённого света**.



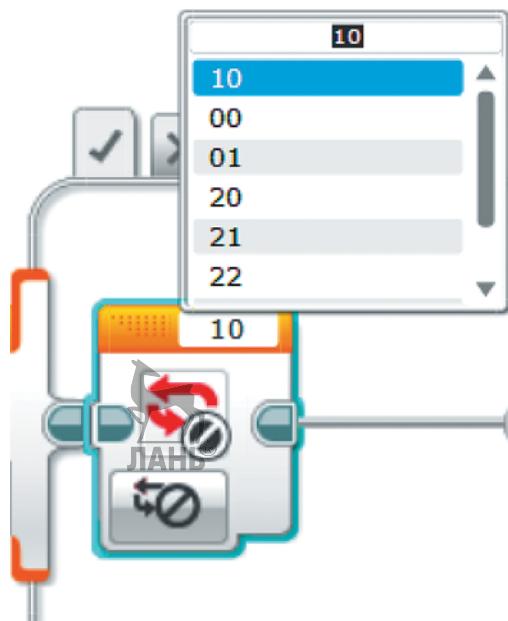
4. Настрой параметры **Переключателя**:
Тип сравнения: 4 (меньше);
Пороговое значение: 5.



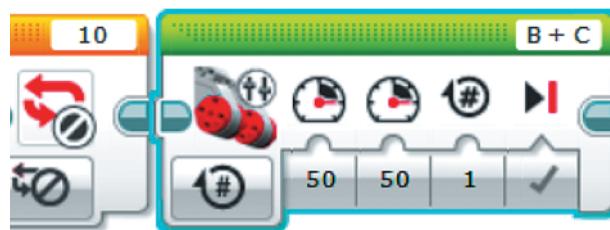
Внимание!

Если планируется работа робота на тёмной поверхности, то необходимо замерить показания датчика цвета на ней и внести корректизы в параметр проверки. Для замеров ты можешь воспользоваться режимом **Port View**, доступным на вкладке настроек в программируемом модуле EV3.

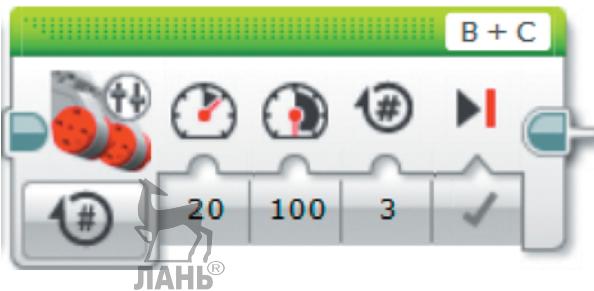
5. Добавь внутрь **Переключателя** на вкладке, отмеченный галочкой (истина), команду **Прерывание цикла** (оранжевый блок) и выбери в правом верхнем окошке **Цикл 10**.



6. Далее добавь команду **Независимое управление моторами** (зелёный блок), опцию оставь по умолчанию: **Включить на количество оборотов**.



7. Осталось задать параметры работы моторов:
Мощность на левый мотор: 20;
Мощность на правый мотор: 100;
Обороты: 3.



В нашем случае робот отъезжает назад и при этом рисунок поворачивается на 90 градусов. Это также зависит от типа поверхности работы робота и используемых моечных материалов на валиках. При необходимости измени параметр **Обороты**.

Поздравляем! Твоя программа готова к первому пуску!
Совсем скоро твой рабочий стол и полы заблестят от чистоты, а родители будут нескажанно рады и счастливы за своего юного инженера!

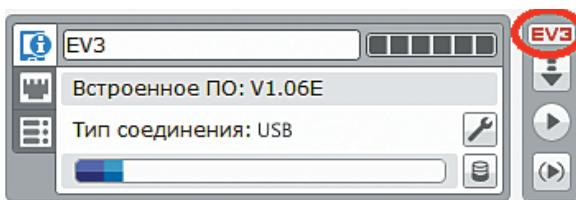


Этап 4. Загрузка программы и её тестирование

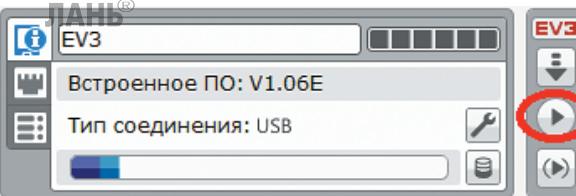
ШАГ 1. ЗАГРУЗКА ПРОГРАММЫ В ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МОДУЛЬ

Загрузи свою программу.

- Подключи программируемый модуль с помощью USB-кабеля к компьютеру (соединив порты PC на модуле и USB на компьютере). В окне программного обеспечения станет активным блок EV3.



- Нажми кнопку **Загрузить и запустить программу**. Программа запишется в память программируемого модуля и сразу запустится.



ШАГ 2. ТЕСТИРОВАНИЕ

- Перед запуском программы обязательно надень на моющие валики какие-нибудь тряпочки для протирки.
- Убедись, что роботу ничего не мешает для движения.
- При движении робот совершает повороты своим корпусом на 30 градусов от начального положения то в одну, то в другую сторону.

4. Если в поле зрения ультразвукового датчика попадает какой-либо объект на расстоянии 10 см и менее, робот поворачивается и продолжает свою работу.
5. Если ты проводишь тестирование на столе, то при подъезде к его краю робот должен отъезжать назад и немного поворачиваться, после чего продолжать свою работу. Будь осторожен! Во избежание падения робота подстраховывай его руками!

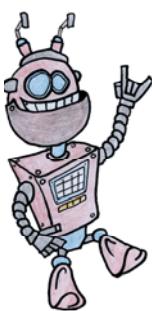
Внимание!

Наша программа — это бесконечный цикл. Поэтому остановить её можно только вручную с помощью кнопки **Отмена** на программируемом модуле. Если ты хочешь повторно запустить программу или продемонстрировать работу своего робота другу, то для его запуска компьютер тебе уже не нужен.

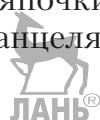
Включи программируемый блок, затем выбери папку **Robowash** и в ней программу **Washer**.



А теперь...



Надень на своего робота тряпочки для протирки, закрепив их, например, с помощью обычных канцелярских резинок.



Нанеси небольшое количество моющего средства или простой водопроводной воды и запусти робота по полу или своему столу (предварительно убрав с него все предметы).

Можешь отдохнуть и заниматься своими делами — робочист сделяет всю грязную работу! Главное, не забывай вовремя менять накладки!

Уборка с музыкой

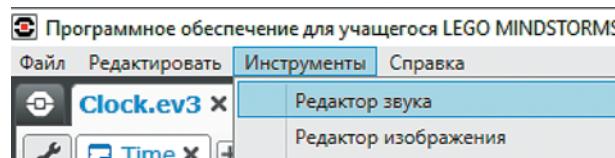
Ты можешь добавить в программу своего робота воспроизведение музыки (или каких-то сигналов), воспользовавшись редактором звука, встроенным в программное обеспечение EV3.

Давай посмотрим, как же научить твоего робота новому звучанию!

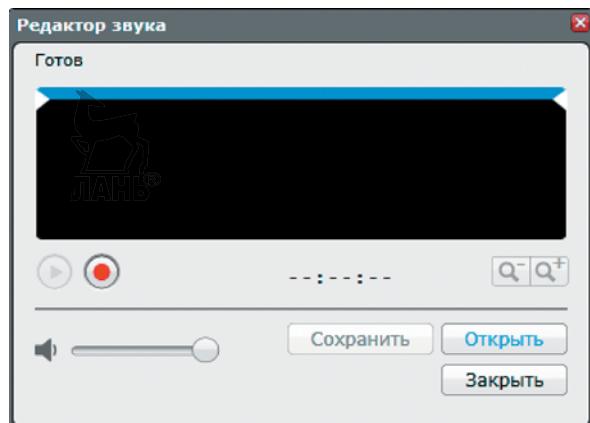
Снова открой свой проект **Robowash** в LME-EV3 (**Файл → Открыть проект → Открыть**).

1. Скачай либо запиши любую желаемую мелодию или звук и загрузи звуковой файл на компьютер.

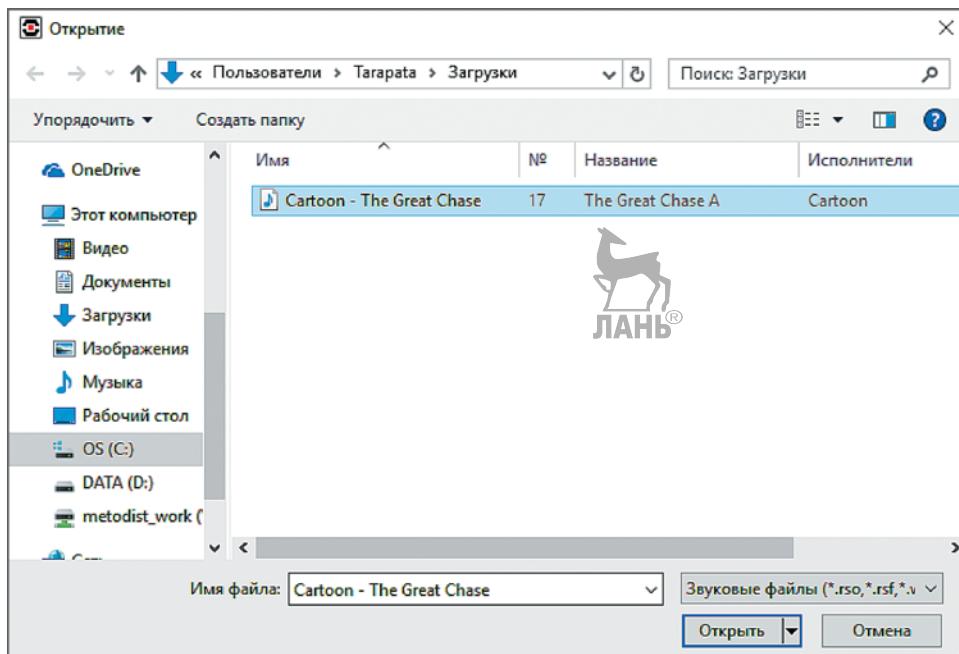
2. Открой сверху меню **Инструменты** → **Редактор звука**.

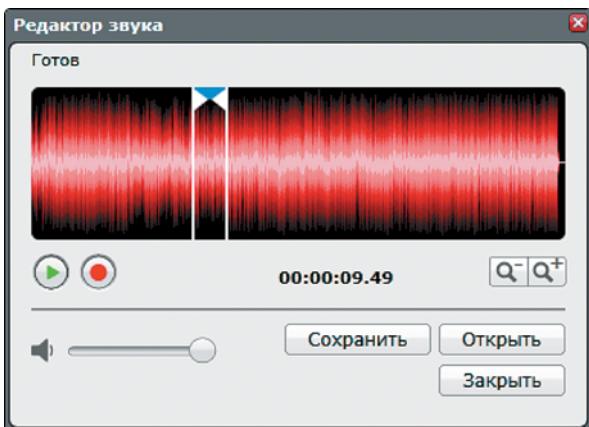


3. В открывшемся окне нажми кнопку **Открыть**.



4. Найди в памяти компьютера сохранённый звуковой файл и кликни по нему дважды.



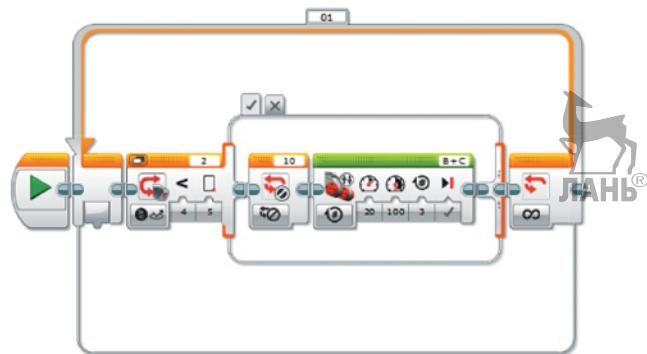
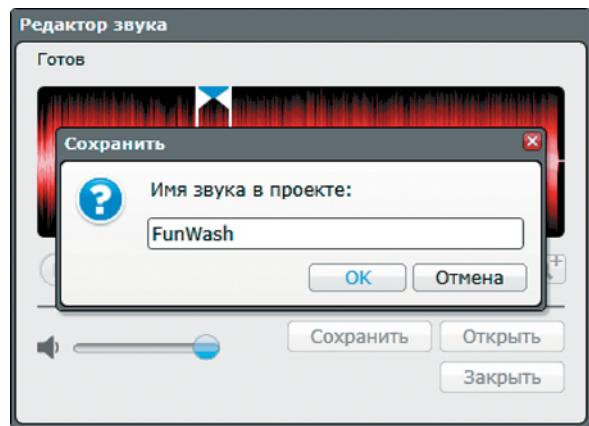


5. Звук откроется для предварительного редактирования. Так как ты ещё только начинающий инженер и твой конструктор тоже знакомит тебя с миром робототехники, длина звуковой дорожки ограничена 10 с. Поэтому тебе нужно будет выбрать понравившийся фрагмент и обрезать лишнее. Сделать это можно с помощью двух **бегунков сверху**: подвинь левый бегунок вправо, а правый влево.



ДАЛЕЕ Далее можешь прослушать этот звук, сначала нажав кнопку с зелёным треугольником, а затем нажав кнопку **Сохранить**. В открывшемся окне задай имя, по которому данный звук будет идентифицироваться в твоём проекте. В нашем примере мы назовём его **FunWash** («Веселая мойка»). И нажми кнопку **OK**.

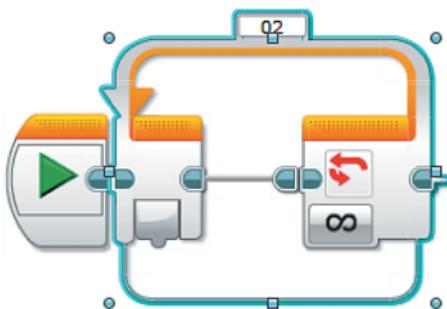
Затем нажми кнопку **Закрыть**.



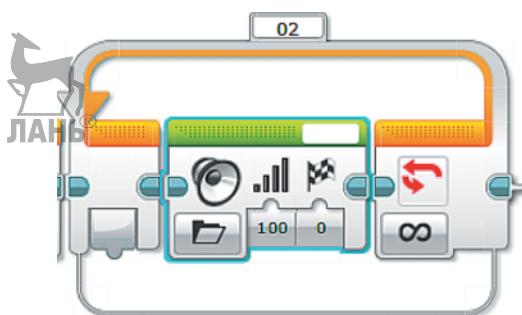
7. Теперь в программе тебе нужно создать ещё одну ветвь. Поэтому добавь ещё одну команду **Начало** (оранжевый блок).



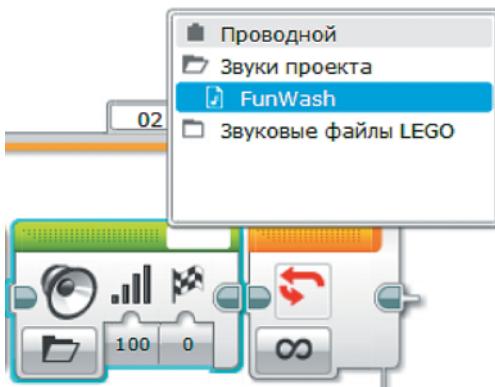
8. Далее добавь бесконечный **Цикл** (оранжевый блок).



9. Добавь внутри цикла команду **Звук** (зелёный блок), опцию **Воспроизвести файл** оставь по умолчанию.



10. Выбери в правом верхнем оконке папку **Звуки проекта** и в ней файл **FunWash**.



Готово! Теперь твой робот заиграет по-новому! Также ты можешь добавить ещё несколько различных звуковых файлов и наслаждаться многообразием звучаний!

Интересно, а что получилось у тебя?

До новых встреч...



Ты создал робота своими руками и научился автоматизировать процесс мойки пола, стола и любых других горизонтальных поверхностей. Но впереди ещё так много интересного! Читая серию книг «РОБО-ФИШКИ», ты можешь познакомиться с другими замечательными проектами и стать настоящим изобретателем!



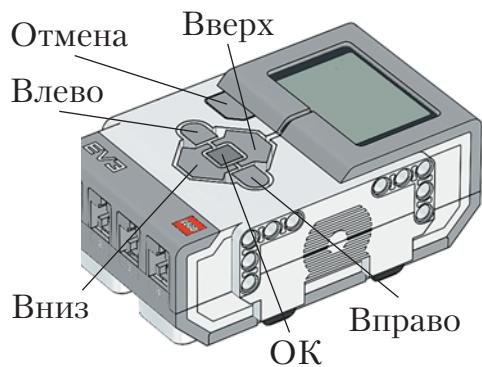
Содержание



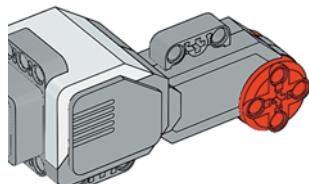
Здравствуйте!	3
Дорогой друг!	4
История гигиены помещений	5
Этап 1. Устройство робочиста	11
Шаг 1. Сборка приводов для робочиста	12
Шаг 2. Сборка уборочных валиков для робочиста	14
Шаг 3. Сборка крепления и установка модуля EV3 на робочиста	17
Шаг 4. Установка датчиков на робочиста	19
Шаг 5. Подключение проводов	22
Этап 2. Установка программного обеспечения на компьютере	23
Этап 3. Создание программы для робочиста	24
Программа 1. Мойка	26
Программа 2. Аварийная ситуация	39
Этап 4. Загрузка программы и её тестирование	42
Шаг 1. Загрузка программы в программируемый модуль	42
Шаг 2. Тестирование	42
А теперь...	44
До новых встреч...	48



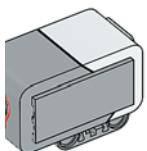
Программируемый модуль EV3, 1x



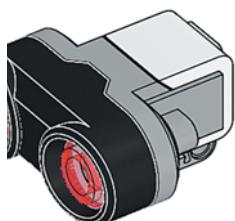
Большой мотор, 2x



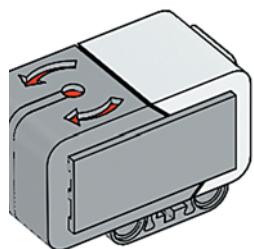
Датчик цвета, 1x



Ультразвуковой датчик, 1x



Гирокопический датчик,
1x



Зубчатые колёса

Зубчатое колесо на 40 зубьев,
серое, 1x



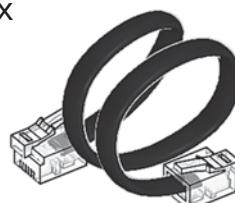
Двойное коническое зубчатое
колесо на 36 зубьев,
чёрное, 1x



Кабели

Кабель, 25 см, 4x;

Кабель, 35 см, 1x

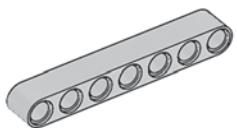


Балки

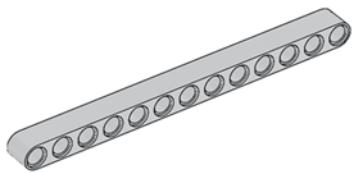
Прямоугольная балка 3×5,
белая, 2x



Балка № 7, серая, 4x

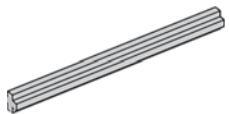


Балка № 13, серая, 1x



Ось

Ось № 7, серая, 1x



Гусеничный узел

Цепное колесо, чёрное, 1x



Звено гусеницы, чёрное, 25x



Штифты

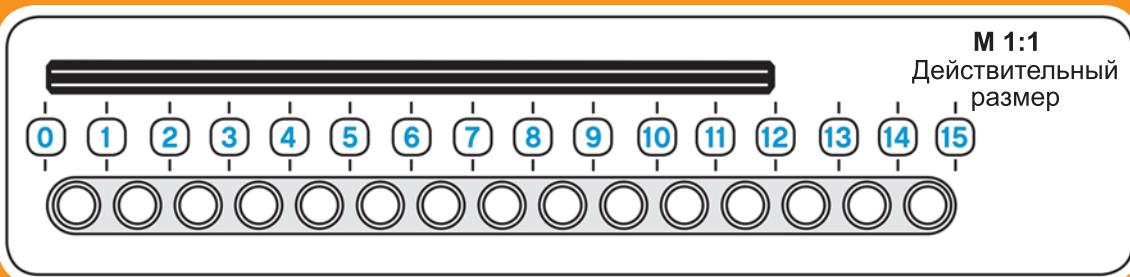
Соединительный штифт,
2-модульный, чёрный, 14x



Соединительный штифт
с втулкой, 3-модульный,
красный, 5x



Соединительный штифт,
3-модульный, синий,
8x





Минимальные системные требования определяются соответствующими требованиями программ Adobe Reader версии не ниже 11-й либо Adobe Digital Editions версии не ниже 4.5 для платформ Windows, Mac OS, Android и iOS; экран 10"

Электронное издание для дополнительного образования

Серия: «РОБОФИШКИ»

Валуев Алексей Александрович

**КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ НА LEGO® MINDSTORMS® EDUCATION EV3.
РОБОЧИСТ СПЕШИТ НА ПОМОЩЬ!**

Для детей среднего и старшего школьного возраста

Ведущий редактор Ю. А. Серова

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

Научный консультант канд. пед. наук Н. Н. Самылкина

Ведущий методист В. В. Тарапата

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

Фотосъемка: И. А. Федягин

Технический редактор Т. Ю. Федорова

Корректор Н. В. Бурдина

Компьютерная верстка: Е. Г. Ивлева

Подписано к использованию 05.04.21.

Формат 210×260 мм

*Издательство «Лаборатория знаний»
125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3*

Телефон: (499) 157-5272

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



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