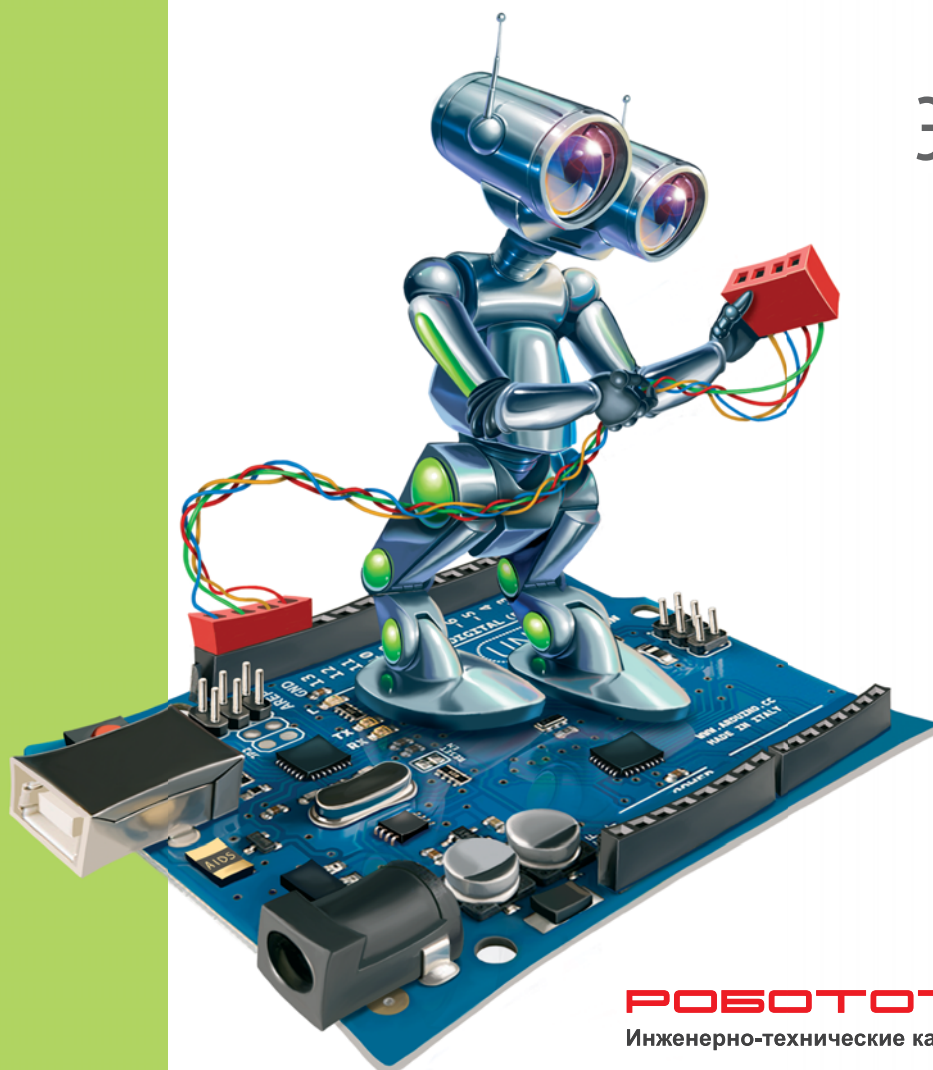


Р • О • Б • О • Ф • И • Ш • К • И

КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ

на **Arduino**[®]

Экостанция



РОБОТОТЕХНИКА
Инженерно-технические кадры инновационной России

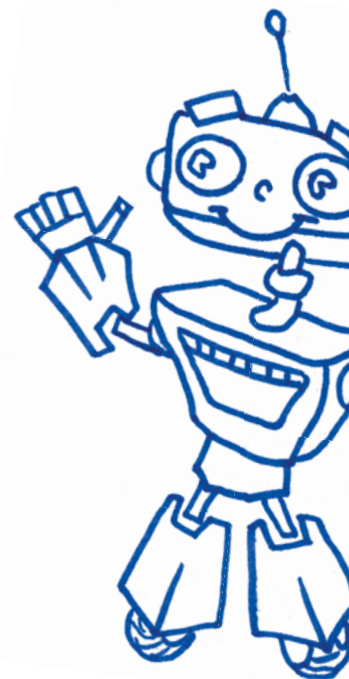
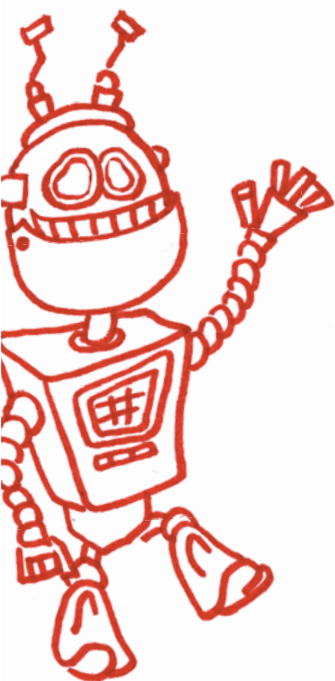


А. А. Салахова

КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ

на **Arduino**[®]

Экостанция



Лаборатория знаний
Москва



УДК 373.167
ББК 32.97
С16

Серия основана в 2016 г.

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

Салахова А. А.

С16 Конструируем роботов на Arduino®. Экостанция /
А. А. Салахова. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 64 с. :
ил. — (РОБОФИШКИ).

ISBN 978-5-00101-111-8

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

Вы соберете на платформе Arduino настоящую компактную
переносную экостанцию, позволяющую контролировать в поме-
щении качество воздуха, температуру, освещенность и другие
параметры.

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

УДК 373.167
ББК 32.97

Ⓜ

Учебное издание

Серия: «РОБОФИШКИ»

Салахова Алёна Антоновна

**КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ НА ARDUINO®.
ЭКОСТАНЦИЯ**

Для детей старшего школьного возраста

Ведущий редактор *М. С. Стригунова*

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

Научный консультант *Н. Н. Самылкина*

Ведущий методист *В. В. Тарапата*

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. Излева*

Подписано в печать 31.08.17. Формат 84×108/16.

Усл. печ. л. 6,72. Заказ

Издательство «Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

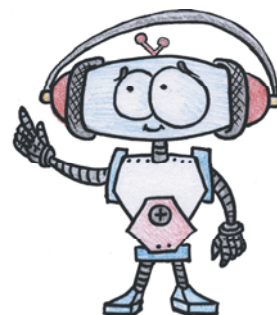
Телефон: (499) 157-5272

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

Содержание

Здравствуйте!	3
Дорогой друг!	4
Экология жилища	5
Этап 1. Устройство экостанции	12
Этап 2. Сборка экостанции	13
Шаг 1. Подключение модуля беспроводной связи	13
Шаг 2. Подключение датчика атмосферного давления	15
Шаг 3. Подключение датчика влажности DHT11	17
Шаг 4. Подключение датчика газа	18
Шаг 5. Подключение датчика освещённости	20
Шаг 6. Подключение звукового модуля	22
Этап 3. Установка программного обеспечения	26
Этап 4. Первый запуск и проверка оборудования	28
Этап 5. Создание декоративного корпуса экостанции	33
Этап 6. Создание программы для устройства	36
Шаг 1. Запуск программного обеспечения Arduino IDE	37
Шаг 2. Составление программы для экостанции	37
Этап 7. Загрузка программы и её тестирование	50
Шаг 1. Загрузка программы в модуль Arduino Uno	50
Шаг 2. Тестирование	50
Этап 8. Обработка полученных результатов	55
Этап 9. Использование для реальных задач	61
А теперь....	62
До новых встреч!	63

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.

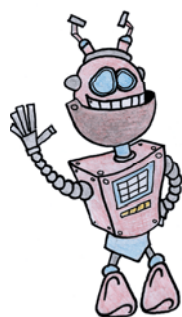
Создавать будущее — сложная и ответственная задача. Каждый день становится открытием, если он приносит новые знания, которые затем могут быть превращены в проекты. Особенно это важно для тех, кто выбрал дорогу инженера и технического специалиста. Знания — это база, которая становится основой для свершений.

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 создают 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 делаете очередной шаг по этой дороге.

Успехов вам!

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

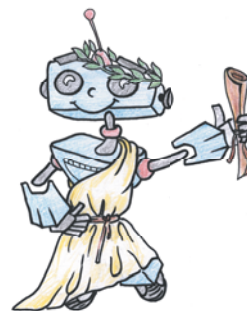


Дорогой друг!

Если ты добрался до платформы Arduino, значит, ты настоящий будущий инженер! Ты прошёл большой путь в робототехнике и решил перейти на новый уровень — роботов на Arduino! Теперь всё будет совершенно серьёзно! Тайны настоящего роботоконструирования ждут именно тебя!

Надоело, что проекты по робототехнике напоминают игрушки? Сделай по-настоящему полезное устройство! А что принесёт больше пользы, чем забота о здоровье? Большую часть времени ты проводишь внутри различных помещений: дома, в школе, центре творчества, технопарке, в гостях у друзей. Их стены и крыши спасают тебя от холода или жары, дождя или снега. Но знаешь ли ты, что внутри них тоже существуют собственная погода и микроклимат? Они оказывают сильное влияние на твоё здоровье. Что ж, пришло время изучить, что под этим подразумевается и как факторы «домашней погоды» связаны с твоим самочувствием. С помощью Arduino ты соберёшь и запрограммируешь настоящую компактную переносную экостанцию, позволяющую взять под контроль качество воздуха, температуру, освещённость и другие не менее важные показатели. Результаты измерений будут передаваться в реальном времени на экран твоего смартфона или планшета, где ты сможешь их сохранить в файл и составить подробный отчёт настоящего эколога!

Экология жилища



В эфире телеканалов, на различных мероприятиях и на уроках в школе ты часто можешь слышать о важности экологии и благоприятной экологической обстановки. Прежде чем думать об обстановке и решать, где же она должна быть благоприятной (где-то снаружи или в доме), необходимо разобраться, что же это за наука — экология. Экология — наука о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой. Под живыми организмами чаще понимают сообщества людей, однако не стоит забывать и о домашних животных, а также микробах и прочих существах, которые, хотим мы этого или нет, проживают вместе с нами в домах и на всей планете. Слово «экология» произошло от древнегреческого οἶκος — «жилище» или «дом» и λόγος — «учение», «наука». Дословно название науки можно перевести как «учение о доме». Конечно же, под домом понимается вся Земля. Но всё большое начинается с малого!

Большую часть времени мы проводим внутри помещений, которые защищают нас от пагубного влияния окружающей среды. Существует высказывание, что одежда — наша вторая кожа, а дом — третья. Но, как и наш собственный кожный покров, наружные стены и крыши жилищ подвергаются влиянию ветра, дождя, солнца. Все неблагоприятные воздействия, которые оказываются на помещение извне, при отсутствии должного ухода и несоблюдении определённых правил влияют на человека, многократно усиливаясь. Тогда говорят о неблагоприятных факторах жилища, или факторах риска.

На качество среды внутри дома влияют:



Современная домашняя метеостанция

Кстати! Несмотря на использование древнего языка, термину «экология» всего полтора века. Он был предложен немецким естествоиспытателем и философом Эрнстом Геккелем в труде «Общая морфология организмов» (1866 г.).

- состояние воздуха снаружи;
- вещества, возникающие при приготовлении пищи (жир, испарения, гарь и т. д.);
- продукты неполного сгорания газа (например, сажа);
- электромагнитное загрязнение (в том числе от работающих бытовых приборов);
- различная пыль;
- наличие комнатных растений;
- проведение регулярной влажной и сухой уборки;
- испарения от бытовой химии и средств гигиены;
- продукты табакокурения (курение вредно и для окружающих!);
- наличие домашних животных и уход за ними;
- интенсивное отопление


и другие факторы.

Среди важных следует также отметить те, что обычно применимы в повседневной речи к состоянию окружающей среды. Ты помнишь слова из известной песни: «Важней всего — погода в доме»? Погода в доме — это комплекс метеорологических условий внутри здания. К ним относятся температура воздуха и окружающих поверхностей, относительная влажность, воздухообмен, скорость движения воздуха, содержание в воздухе пыли (твёрдых частиц) и другие. Вместе они называются **микроклиматом** помещений. Он регламентируется в стандартах и утверждённых санитарных нормах, специальных для производственных (например, российский ГОСТ 12.1.005 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»), общественных и жилых помещений (межгосударственный ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»). Оптимальные (рекомендованные) показатели зависят не только от назначения помещения, но и от времени года и географического расположения здания. Факторы, которые влияют на микроклимат, образуют две большие категории: нерегулируемые и регулируемые. К первой категории относятся факторы, обусловленные особенностями климата данной местности,

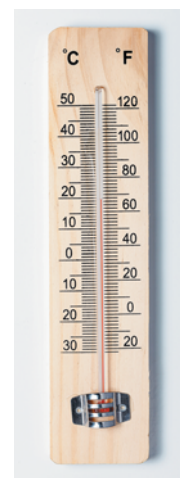
например длительные холодные полярные ночи. Регулируемые факторы — это особенности строительства, интенсивность теплового излучения от приборов отопления, воздухообмен, повышенная влажность из-за просушки белья в доме и прочие. Нарушение норм приводит к ухудшению самочувствия, напряжению, усталости, раздражительности, вялости и даже серьёзным заболеваниям.

Кстати! В начале 1970-х годов немецкие учёные в ходе исследований обнаружили, что в 90% обследованных домов микроклимат выходил за пределы нормы! Одной из причин оказалось применение дешёвых строительных материалов. Они не сохраняли тепло и способствовали запылению, накапливанию излишней влаги.

Сохранить здоровье поможет отслеживание показателей составляющих микроклимата и влияние на регулируемые факторы. Так, например, в холодное время температуру воздуха можно повысить с помощью систем отопления (централизованное водяное, печи, электрообогреватели), а влажность — уменьшить с помощью проветривания или увеличить с помощью специальных приборов.

 И так, давай разберёмся, какие показатели должны быть, чтобы чувствовать себя дома здоровым. Как уже было сказано, ГОСТ регламентирует отдельные нормы для холодного и тёплого времени года. Холодным называется период года, характеризующийся среднесуточной температурой окружающей среды на отметке ниже 8° по Цельсию. Тёплым же временем — с температурой выше или равной 8° по Цельсию.

В следующей таблице представлены оптимальные значения температуры в жилых и общественных помещениях согласно ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Для измерения используют специальный прибор — термометр, который может быть как электрическим, так и спиртовым.



Домашний термометр

Помещение	Холодное время года, °С	Тёплое время года, °С
Жилая комната	20–22	22–25
Детская комната	23–24	
Комната для учёбы, умственного труда	20–22	
Ванная, совмещённый санузел	24–26	
Кладовые	16–18	

Температура в комнате младенца должна быть в пределах 18–21 °С. Это связано с тем, что малыши тратят много энергии, когда двигаются, у них теплоотдача намного выше, чем у взрослых. Для пожилых людей ситуация обратная: им комфортно при 24–27 °С.

Температура — самый понятный и легко регулируемый фактор. Кроме перечисленных показаний, следует соблюдать лишь одно правило: разница температур по горизонтали от окон до противоположной стены не должна превышать 2 °С, а от потолка до пола 1 °С на 1 метр высоты.



Намного сложнее дело обстоит с **влажностью** воздуха. Её измеряют с помощью **гигрометра** (от греч. слов υγρός — влажный

и метрѐв — измеряю). Оптимальный показатель влажности для холодного времени года — 30–45%, для тёплого времени года — 40–60%. Однако процент влажности зависит и от температуры в доме: чем жарче в помещении, тем он ниже. Изменение уровня влажности сильно влияет на наше здоровье. Если дома воздух сухой, то иссушаются слизистые оболочки носоглотки, глаз, что приводит к неприятным ощущениям, покраснению глаз, снижению иммунитета, утомляемости. Казалось бы, тогда следует максимально увлажнить воздух! К сожалению, это тоже вредно. Слишком высокая влажность способствует развитию аллергических заболеваний, включая астму.

У нормальной влажности воздуха есть свои коварные враги — наши удобства. Звучит странно? Рассмотрим несколько примеров. Включѐнный летом кондиционер охлаждает воздух, нам становится легче дышать, но при этом кондиционер воздух сушит: испаряемая влага собирается в виде конденсата снаружи системы, за окном. Включѐнное отопление, согревающее нас зимой, также сушит воздух: именно поэтому зимой быстро высыхает одежда, если развесить её, допустим, на кухне. Но есть враг ещё коварнее — это твой компьютер! Он и его периферийное обо-

рудование также сушат воздух при работе. Повышению влажности способствует пар, образующийся во время принятия горячей ванны или душа, а также при приготовлении (несомненно, вкусной) пищи.

Если в квартире слишком сухо, стоит задуматься о покупке или разведении комнатных растений. Поскольку они требуют полива, часто в поддоне и горшках стоит вода, которая испаряется в воздух, увлажняя его. Кроме того, если цветы приходится слишком часто поливать, то и без специальных приборов видно, что воздух слишком сухой. Если же показатель влажности выше допустимой нормы, следует задуматься о более частом проветривании помещения.


✚ Ещё один регулируемый фактор, влияющий на микроклимат помещения, — это **скорость движения воздуха**. Её трудно измерить привычными средствами. Если в каждой квартире есть термометр, не в каж-


Кстати! Зимой влажность в квартире может составлять менее 20% — этот показатель ниже, чем в пустыне Сахара.



«Зимний враг» нормальной влажности

дой — гигрометр, то прибор для измерения скорости движения воздуха — **анемометр** (от греч. άνεμος — ветер и μετρέω — измеряю) почти не встречается. Обычно он состоит из чашечной вертушки, закреплённой на оси, соединённой с измерительным механизмом. Согласно ГОСТ скорость движения воздуха в общественном или жилом помещении не должна превышать 0,25 м/с в тёплое время года и 0,1–0,15 м/с в холодное. Никаких сквозняков!

 Оставшимся регулируемым фактором микроклимата помещения, на который стоит обратить внимание, является качество воздуха. Мы рассмотрим только один его компонент. Тебе приходилось слышать фразу: «Здесь мало кислорода»? Обычно её произносят, когда в помещении начинает болеть голова, трудно дышать. На самом деле виноват не недостаток, а избыток, но совершенно другого газа — **углекислого** (CO₂, диоксид углерода), который мы выдыхаем. Оптимальным для здоровья человека уровнем CO₂, согласно ГОСТ, считается 800–1000 мд. Врачи отмечают, что лучше сдвинуть границы до 600–800 мд. Под сокращением «мд» скрываются миллионные доли — количество миллионных долей конкретного вещества от всего множества (в данном случае воздуха как смеси газов). Если проводить аналогию с процентным содержанием, то 1% = 10 000 мд. Углекислый газ не только участвует в процессах глобального потепления и парникового эффекта, но и оказывает негативное влияние на человека. Повышенная концентрация CO₂ в помещении приводит к учащению пульса, головной боли, невозможности сосредоточиться на чём-либо, потливости и затруднённому дыханию.

 Есть ещё один немаловажный нерегулируемый фактор, оказывающий сильное влияние на здоровье человека, но не входящий в понятие микроклимата помещений. Этот показатель один и тот же на улице и в доме, а также присутствует в любом прогнозе погоды. Уже догадался? Правильно, речь идёт об **атмосферном давлении**. Для его измерения используют **барометры** (от греч. βάρος — тяжесть и μετρέω — измеряю).

В СИ давление измеряется в паскалях (Па) в честь великого физика и математика Блеза Паскаля (1623–1662 гг.),

$$1 \text{ Па} = \frac{1 \text{ кг}}{\text{м} \times \text{с}^2}.$$

Кстати! Хотя в ГОСТ приводится верхняя допустимая граница 1000 мд, при подобном показателе практически у половины людей наблюдаются головные боли и повышенная утомляемость.



Важно проветривать помещение!

Однако традиционно в России для метеорологических наблюдений используют другую величину — миллиметры ртутного столба (мм рт. ст.).

Нормальным считается атмосферное давление около 760 мм рт. ст. — именно такое давление фиксируется на уровне моря на широте 45° при температуре 0°C . Большинство городов находятся на другой высоте и тем более широте, поэтому для них нормальным является другое давление. Например, Москва расположена в среднем на высоте 120 м над уровнем моря, поэтому для неё характерно атмосферное давление 748 мм рт. ст., а для Санкт-Петербурга, расположенного на высоте 30 м над уровнем моря, нормальным считается давление 753–755 мм рт. ст. Также на изменение давления сильное влияние оказывает изменение температуры. При нагревании воздух увеличивается в объёме, и из-за этого уменьшается атмосферное давление.

Почему же так важно вовремя отслеживать изменение атмосферного давления? Отклонение всего на 10 мм рт. ст. в любую сторону может вызвать сильное ухудшение самочувствия: мигрень, тошноту, сонливость и др. Особенно опасно понижение или повышение давления на 1 мм рт. ст. в течение 3 часов. К сожалению, доказано, что 50% женщин и 30% мужчин страдают от перепадов давления. В группе риска находятся практически все подростки и пожилые люди.

Кстати! Блез Паскаль изобрёл прототип калькулятора — суммирующую машинку, получившую название «Паскалина». Великий математик начал её разработку в 1642 году в возрасте 19 лет.

Итак, ты выяснил, что для хорошего самочувствия и крепкого здоровья очень важно следить не только за микроклиматом помещений, но и за атмосферным давлением. Готов создать домашнюю компактную эко-станцию?

Вперёд, эколог!

Обозначения

1. Скетч — программа, которую обрабатывает Arduino.
2. 5 V (5 вольт) — обозначение напряжения питания платы.
3. 3,3 V (3,3 вольт) — обозначение альтернативного напряжения платы (по конкретным выходам).
4. GND (от англ. *Ground* — земля) — заземление электрических элементов.
5. // — обозначение в программе однострочных комментариев, в которых приводится пояснительная информация.
6. /*текст*/ — обозначение в программе комментариев из нескольких строк.

Оборудование:

- Компьютер (минимальные требования): Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10 (32/64 bit)/Linux Mint, Ubuntu, Fedora/Mac OS X, оперативная память не менее 512 Мб, процессор — 1,1 ГГц (или быстрее), свободное место на диске — 200 Мб.
- Среда программирования Arduino IDE.
- Плата Arduino Uno.
- Плата расширения Wireless Shield (для беспроводного взаимодействия).
- Модуль Bluetooth Bee или аналогичный (для беспроводного взаимодействия).
- Макетная плата BreadBoard Mini (170 точек).
- Датчик освещённости (Тройка Module).
- Датчик атмосферного давления и температуры BMP180.
- Датчик газа MQ-135.
- Датчик влажности и температуры DHT11.
- Звуковой модуль ISD1820 с динамиком.



- Соединительные провода с двумя концами типа штекер, 13 шт. (4 чёрных, 4 красных, 1 синий, 1 белый, 1 оранжевый, 1 зелёный, 1 жёлтый).
- Соединительные провода с концами типа штекер и гнездо, 3 шт. (2 красных и 1 зелёный).
- Соединительный тройной шлейф с двумя концами типа гнездо (входит в комплект датчика освещённости Тройка Module).
- Кабель USB (A-B) для подключения Arduino к компьютеру.
- Импульсный блок питания для мобильных устройств (2А) или внешний аккумулятор типа PowerBank (необязательно).
- Мобильное устройство с поддержкой технологии Bluetooth (смартфон или планшет под управлением Android 2.0+, iOS 6+, Windows Phone).
- Карандаш.
- Линейка.
- Ножницы или канцелярский нож.
- Скотч или клей для бумаги.
- Лист картона или картонная коробка.

Arduino — платформа с открытой аппаратной архитектурой. Это значит, что в свободном доступе опубликовано подробное описание самой платы, её компонентов, а также все электрические схемы, т. е. *спецификация*. Она позволяет любому производителю создать копию продуктов для платформы, тем самым делая их доступными большему количеству людей, а также создавать улучшенные, более эффективные версии плат и модулей или новые совместимые устройства.

Для своего проекта ты можешь использовать модули, аналогичные указанным в списке, но других производителей.

[. . .]

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 свет»
- ◆ «Да будет свет!» и другие.

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

Создай своего робота,
учись и играй вместе с ним!

Стань настоящим изобретателем!

info@pilotLZ.ru
www.pilotLZ.ru



EAL