

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

6+

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

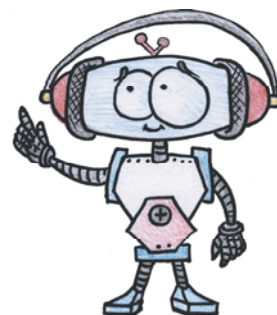
Телефон: (499) 157-5272

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.

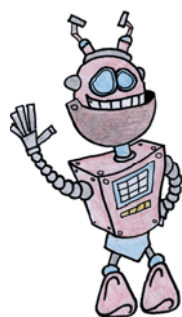
Создавать будущее — сложная и ответственная задача. Каждый день становится открытием, если он приносит новые знания, которые затем могут быть превращены в проекты. Особенно это важно для тех, кто выбрал дорогу инженера и технического специалиста. Знания — это база, которая становится основой для свершений.

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 местно-

сти, 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.


 Итак, 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.

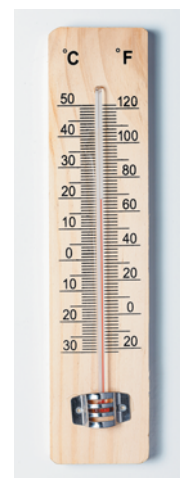
В следующей таблице представлены оптимальные значения температуры в жилых и общественных помещениях согласно ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Для измерения используют специальный прибор — термометр, который может быть как электрическим, так и спиртовым.

| 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



Домашний термометр

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 °С. 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 экостанцию?

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