

ИНФОРМАТИК А

“Динозавру” ИС —

30 лет!





НА ОБЛОЖКЕ

► Наши ученики (да и некоторые наши молодые коллеги) много лучше представляют себе, скажем, птеродактиля, нежели, например, Norton Commander или VisiCalc. Но в недолгой истории программных продуктов было немало "динозавров", оставивших столь заметный след, что помнить их будут еще долгие годы. "Лексикон", "Тетрис", "Микромир" (последний, конечно, наше родное и специальное). Легенды. У каждой — своя история и своя судьба. Свой взлет, свое угасание. Одной из таких легенд — NC — исполняется 30 лет.

В НОМЕРЕ

- 3** ПАРА СЛОВ
 - Динозавры вымерли с изменением климата...
- 4** УЧЕБНИКИ
 - Робототехника
- 12** ОГЭ + ЕГЭ
 - Таблицы выигрышных позиций в задачах на стратегию
- 16** ЕГЭ
 - Задание нового типа в ЕГЭ по информатике
 - Вспоминаем прошлое, или Методика выполнения задания 27 из демонстрационного варианта ЕГЭ по информатике 2015 года
 - Задания на использование рекурсивных функций и процедур в ЕГЭ (задания 11)
- 42** ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА
 - Вопросы для конкурсов "Что? Где? Когда?" и "Брейн-ринг"
- 46** ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПЫТЛИВЫХ УЧЕНИКОВ И ИХ ТАЛАНТЛИВЫХ УЧИТЕЛЕЙ
 - "В мир информатики" № 212

В ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ

Облачные технологии от Издательского дома "Первое сентября"

Все подписчики журнала имеют возможность получать электронную версию, которая является полной копией бумажной. Для получения электронной версии:

1) Откройте Личный кабинет на портале "Первое сентября" (www.1september.ru).

2) В разделе "Газеты и журналы / Получение" выберите свой журнал и кликните на кнопку "Я — подписчик бумажной версии".

3) Появится форма, посредством которой вы сможете отправить нам копию подписной квитанции.

После этого в течение одного рабочего дня будет активирована электронная подписка на весь период действия бумажной. Справки: podpiska@1september.ru или через службу поддержки на портале "Первое сентября".

ИНФОРМАТИКА

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ

по каталогу "Почта России": 79066 — бумажная версия, 12684 — электронная версия

<http://inf.1september.ru>

Учебно-методический журнал для учителей информатики
Основан в 1995 г.
Выходит один раз в месяц

РЕДАКЦИЯ:
гл. редактор С.Л. Островский
редакторы

Е.В. Андреева,
Д.М. Златопольский
(редактор вкладки
"В мир информатики")

Дизайн макета И.Е. Лукьянов
верстка Н.И. Пронская
корректор Е.Л. Володина
секретарь Н.П. Медведева
Фото: фотобанк Shutterstock
Журнал распространяется по подписке
Цена свободная
Тираж 18 000 экз.
Тел. редакции: (499) 249-48-96
E-mail: inf@1september.ru
<http://inf.1september.ru>

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
"ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ"

Главный редактор:
Артем Соловейчик
(генеральный директор)

Коммерческая деятельность:
Константин Шмарковский
(финансовый директор)

Развитие, IT
и координация проектов:
Сергей Островский
(исполнительный директор)

Реклама, конференции
и техническое обеспечение
Издательского дома:
Павел Кузнецов

Производство:
Станислав Савельев

Административно-
хозяйственное обеспечение:
Андрей Ушков

Педагогический университет:
Валерия Арсланьян (ректор)

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА
"ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ"

Английский язык — Е. Богданова
Библиотека в школе — О. Громова
Биология — Н. Иванова
География — и.о. А. Митрофанов
Дошкольное образование — Д. Тюттерин
Здоровье детей — Н. Сёмина
Информатика — С. Островский
Искусство — О. Волкова
История — А. Савельев
Классное руководство
и воспитание школьников — М. Битанова

Литература — С. Волков
Математика — Л. Рослова
Начальная школа — М. Соловейчик
Немецкий язык — М. Бузоева
ОБЖ — А. Митрофанов
Русский язык — Л. Гончар
Спорт в школе — О. Леонтьева
Технология — А. Митрофанов
Управление школой — Е. Рачевский
Физика — Н. Козлова
Французский язык — Г. Чесновицкая
Химия — О. Блохина
Школа для родителей — Л. Печатникова
Школьный психолог — М. Чибисова

УЧРЕДИТЕЛЬ:

ООО "ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
«ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»"

Зарегистрировано
ПИ № ФС77-58447
от 25.06.2014

в Роскомнадзоре

Подписано в печать:
по графику 12.08.2015,
фактически 12.08.2015
Заказ №
Отпечатано в ОАО "Первая
Образцовая типография"
Филиал "Чеховский Печатный Двор"

ул. Полиграфистов, д. 1,
Московская область,
г. Чехов, 142300
Сайт: www.chpd.ru
E-mail: sales@chpk.ru
Факс: 8 (495) 988-63-76
АДРЕС ИЗДАТЕЛЯ:
ул. Киевская, д. 24,
Москва, 121165
Тел./факс: (499) 249-31-38

Отдел рекламы:

(499) 249-98-70
<http://1september.ru>
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:
Телефон: (499) 249-47-58
E-mail: podpiska@1september.ru



Школа цифрового века:
facebook.com/School.of.Digital.Age



Робототехника

К.Ю. Поляков,
д. т. н., Санкт-Петербург,
<http://kpolyakov.spb.ru>,

Е.А. Еремин,
к. ф.-м. н., г. Пермь

Условные обозначения:

+ — материал для расширенного курса

Введение

Ключевые слова:

- робот
- автономный робот
- андроид
- робототехника
- исполнительное устройство
- микроконтроллер
- датчик

Роботы и робототехника

Конечно, вы слышали слово “робот” и знаете, что роботом называют техническое устройство, которое может заменить человека во время выполнения сложных, утомительных и опасных работ.

1 Используя дополнительные источники, выясните, как появилось слово “робот”. Кто его придумал?

Большинство роботов не похожи на человека. На современных заводах

используется огромное количество промышленных роботов — станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Такие станки обрабатывают детали по заложенной в них программе. Для того чтобы перестроить станок на изготовление другого типа деталей, достаточно просто заменить программу.

Роботы используются на конвейерных линиях, изготавливающих микросхемы для компьютеров: процессоры, память и др.

Все более популярными становятся технологии 3D-печати, позволяющие с помощью роботов специального типа (3D-принтеров) послойно изготавливать различные детали.

Нас окружают автоматизированные системы, которые тоже можно назвать роботами, например, система управления движением поездов метро, система управления отопления дома.

Роботы в отличие от людей не устают, работают 24 часа в сутки, не болеют, могут работать при повышенной

и пониженной температуре, в опасных для человека условиях. Во многих странах используются роботизированные установки пожаротушения. Уже продаются бытовые роботы — автоматические пылесосы, которые могут убрать пыль и самостоятельно вернуться на место для подзарядки. В XXI веке роботам стали “доверять” даже выполнение хирургических операций.

Некоторые роботы похожи на человека, их называют *андроидами*. Самый известный робот-андроид Asimo выпущен компанией *Honda*.

Существует особый класс роботов, которые работают “самостоятельно”. Они называются **автономными роботами**. Полностью автономный робот может:

- перемещаться и работать длительное время без вмешательства человека;
- собирать информацию об окружающей среде;
- приспосабливаться к изменению обстановки, изменяя алгоритмы своей работы.

Автономные роботы очень важны для исследования космоса и океана, существуют также беспилотные автомобили и самолеты.

② *Используя дополнительные источники, выясните:*

- зачем используются беспилотные автомобили *Google*;
- что такое “дрон”;
- какие автономные роботы применялись при исследованиях Луны и Марса?

Робототехника — это наука о разработке и использовании автоматизированных технических систем.

③ *Используя дополнительные источники, выясните, кто и когда впервые использовал слово “робототехника” и как оно записывается по-английски.*

Робототехника использует результаты таких наук, как механика, автоматика, кибернетика, информатика. Некоторые алгоритмы управления роботами используют элементы “искусственного интеллекта”.

④ *Используя дополнительные источники, найдите и запишите в тетрадь три закона робототехники, сформулированные известным писателем-фантастом. Согласны ли вы с ними?*

Из чего состоит робот?

Прежде всего робот — это механическое устройство. Поэтому его постройка — это инженерная, конструкторская работа. Нужно, чтобы все детали были хорошо закреплены и робот не потерял равновесия и не развалился во время выполнения задания. В то же время, все подвижные детали должны исправно двигаться и крутиться.

Роботом нужно как-то управлять, поэтому необходима система управления, которая в современ-



Робот Asimo
(www.robotonline.net)

ных роботах строится на микроконтроллерах. Микроконтроллер — это миниатюрный компьютер, все части которого размещены на одном кристалле кремния. Он содержит процессор, разъемы для управления внешними устройствами (порты), оперативную и постоянную память. В память микроконтроллера записана программа, которую он при включении сразу начинает выполнять.

⑤ *Используя дополнительные источники, выясните, кто и когда впервые получил патент на микроконтроллер.*

Для того чтобы робот мог двигаться, нужны исполнительные устройства — моторы, которые преобразуют электри-

ческую энергию в механическую энергию вращения. Автономные роботы чаще всего передвигаются с помощью колес или гусениц, для неровных поверхностей иногда используют шагающие системы. Существуют также ползающие и плавающие роботы.

Для того чтобы получать данные об окружающей обстановке, роботу нужны датчики (сенсоры, чувствительные элементы) — устройства, которые измеряют какую-то физическую величину и выдают информацию о ней в виде электрического сигнала. Поскольку этот сигнал затем будет обрабатывать цифровой компьютер, его нужно преобразовать в двоичный код, в число. Эту работу выполняет аналого-цифровой преобразователь (АЦП).



Рис. 1

Существуют различные типы датчиков (рис. 1):

- датчики температуры, давления, скорости;
 - датчики освещенности, датчики цвета (различающие цвета);
 - датчики касания (“кнопки”);
 - датчики расстояния (используют время, за которое ультразвук отражается от препятствия и возвращается обратно);
 - инфракрасные датчики для поиска и обнаружения объектов;
- и многие другие.

Более сложные роботы используют системы компьютерного зрения, которые могут “узнавать” простые предметы, определять их расположение в пространстве и достраивать невидимые части, используя информацию из своей базы данных.

Таким образом, встроенный микроконтроллер робота управляет исполнительными устройствами и обрабатывает данные, поступающие с датчиков (рис. 2).

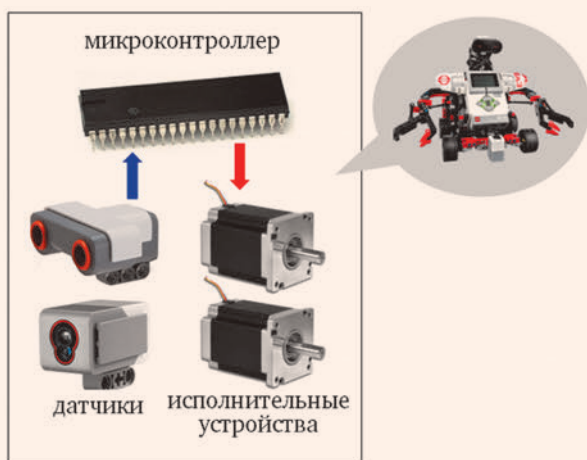


Рис. 2

- 6 Используя дополнительные источники, выясните, какие микроконтроллеры используются — в наборах LEGO Mindstorms; — на платах Arduino.

На какой тактовой частоте они работают?

Выводы:

- Робот — это техническое устройство, которое может заменить человека во время выполнения сложных, утомительных и опасных работ.
- Автономные роботы способны собирать информацию об окружающей среде и работать длительное время без вмешательства человека.
- Робототехника — это наука о разработке и использовании автоматизированных технических систем.
- Системы управления роботами строятся на микроконтроллерах — миниатюрных компьютерах, все части которых размещены на одном кристалле кремния.
- Встроенный микропроцессор робота управляет исполнительными устройствами и обрабатывает данные, поступающие с датчиков.

- 7 Нарисуйте интеллект-карту этого параграфа.

Контрольные вопросы

1. В каких ситуациях, на ваш взгляд, роботы не способны заменить человека?
2. Какие требования должны предъявляться к встроенным микроконтроллерам?
3. Петя написал программу для управления роботом, которая занимает 6 Мбайт. С какими проблемами он может столкнуться?
4. Если у робота откажут все датчики, к каким последствиям это может привести?

Темы сообщений:

- а) “Беспилотные транспортные средства”
- б) “Боевые роботы”
- в) “Роботы Big Dog”
- г) “Роботы в медицине”
- д) “Роботы-андроиды”

Управление роботами

Ключевые слова:

- контакты ввода и вывода
- порты

- команды управления
- команды обратной связи

Порты

Встроенный компьютер робота использует электрические сигналы для управления моторами, лампочками, устройствами вывода звука и т.п. Данные из внешнего мира (от датчиков) он тоже получает в виде электрических сигналов. Поэтому у него должны быть контакты ввода и вывода для связи с внешним миром. На рис. 3 показаны контакты ввода и вывода (так называемые “пины”) на плате Arduino Uno.

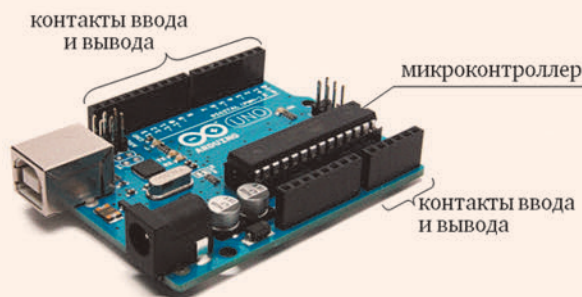


Рис. 3

- 1 Используя дополнительные источники, выясните, от какого слова образовано слово “пин”.

Микроконтроллер может подать на любой контакт вывода электрический сигнал. Если мы подключим между этим выходом и сигналом “земля” (“минусом”) какую-нибудь лампочку, например, светодиод, то при подаче сигнала она загорится, причем яркость лампочки будет зависеть от величины сигнала (точнее, от величины электрического напряжения между контактом и “землей”). Светодиод имеет очень маленькое сопротивление, поэтому, для того чтобы ограничить силу тока, в цепь включают небольшой резистор (иначе светодиод может сгореть).

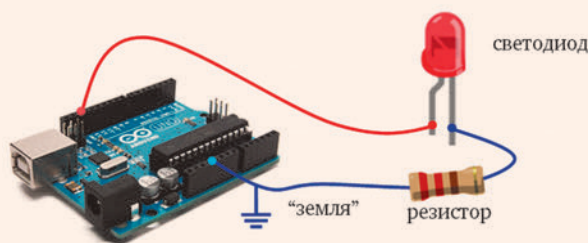


Рис. 4

- 2 Используя дополнительные источники, выясните, почему на электрических схемах и платах “земля” обозначается буквами GND.

Часто используют не отдельные контакты, а многоконтактные разъемы — порты. Например, для ввода и вывода данных в настольных компьютерах и ноутбуках часто используют порты USB. На рис. 5 показан управляющий блок из набора LEGO Mindstorms EV3, имеющий четыре порта вывода (для управления моторами) и четыре порта ввода для приема данных с датчиков.

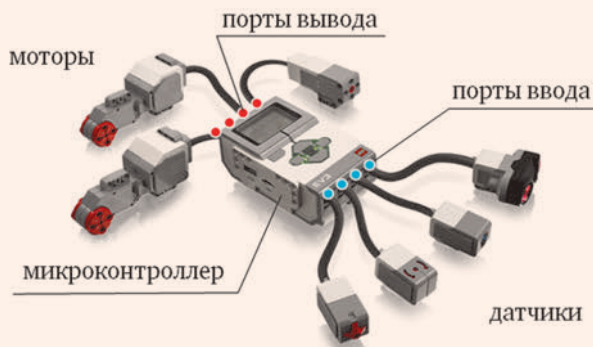


Рис. 5

Управление лампочками

При записи алгоритмов управления отдельными контактами (“пинами”) мы будем использовать алгоритмический язык, расширив его командой

записать (n, d)

Здесь **n** — это номер пина, а **d** — данные, которые определяют уровень сигнала на пине. Будем считать, что **d** — это целое число от 0 до 255, где 0 обозначает нулевой уровень сигнала (то же, что и “земля”), а 255 — максимальный уровень.

❸ Определите, сколько бит нужно для хранения значения от 0 до 255? От 0 до 1023? От 0 до 65 535?

Рассмотрим схему на рис. 4, в которой лампочка подсоединена к пину 11. Если ввести и выполнить такую программу:

записать (11, 255)

ждать (1000)

записать (11, 0)

то лампочка загорится, будет гореть 1000 миллисекунд (пока работает команда “ждать”) и снова потухнет. Можно сделать, чтобы лампочка мигала бесконечно долго, “завернув” эти команды в бесконечный цикл:

нц

записать (11, 255)

ждать (1000)

записать (11, 0)

кц

В заголовке этого цикла нет ни условия, ни пределов изменений переменной. Это бесконечный цикл, который будет работать, пока мы не остановим программу. Такие циклы считаются плохим стилем в “обычном” программировании, но часто применяются при программировании роботов.

❹ В только что рассмотренной программе есть ошибка. Исправьте ее.

Система команд роботов

Управлять движущимся роботом можно вручную или с помощью программы, заранее записанной в память микроконтроллера. Система команд робота, то есть перечень действий, которые он может выполнять, очень ограничена. Как правило, можно

- задать уровень мощности каждого мотора (например, в процентах от максимальной);
- выбрать направление вращения;
- включить мотор;
- выключить мотор;
- подождать некоторое время.

В более сложных системах есть возможность провернуть вал мотора на определенное число оборотов или градусов.

Для приема данных с датчиков существуют команды обратной связи. Их действие сводится к тому, что встроенный компьютер читает числа, которые пришли с датчика на один из портов ввода. Что дальше делать с этими данными, определяет управляющая программа. Таким образом, алгоритмы работы роботов полностью определяются программным обеспечением и могут быть легко изменены.

Управление без обратной связи

В задачах с движущимися роботами мы будем управлять моторами, поэтому расширим алгоритмический язык командой

мотор [n] = d

Здесь **n** — это порт вывода, а **d** — мощность мотора в процентах, которая нам требуется (от 0 до 100%). Будем обозначать порты для подключения моторов заглавными латинскими буквами: A, B, C и т.д. Вот так можно включить мотор A на полную мощность на две секунды, а затем выключить:

мотор [A] = 100

ждать (2000)

мотор [A] = 0

Далее мы будем работать с роботом, у которого два мотора, связанные с двумя ведущими колесами. Мотор 0 вращает левое колесо, а мотор 1 — правое.

❺ Запишите программу, выполняя которую робот сначала проедет вперед, потом назад, потом снова вперед, и так будет продолжать бесконечно долго.

Практическая работа № 33.

Управление без обратной связи

Выводы:

- Встроенный компьютер робота обменивается данными с внешним миром с помощью электрических сигналов.
- Для ввода и вывода данных используются контакты ввода и вывода (так называемые “пины”).
- На каждый из контактов вывода микроконтроллер может подавать сигналы разных уровней.
- Часто несколько контактов вывода объединяют в многоконтактный разъем — порт.
- При простейшем управлении моторами движущегося робота можно установить уровень мощности мотора и включить мотор на заданное время.
- Для приема данных с датчиков существуют команды обратной связи. Их действие сводится к тому, что встроенный компьютер читает числа, которые пришли с датчика на один из портов ввода.

❻ Нарисуйте интеллект-карту этого параграфа.

Контрольные вопросы

1. Что требуется для того, чтобы мотор можно было повернуть на заданное число оборотов?
2. Какие задачи управления движущимся роботом сложно решить, не используя сигналы с датчиков?

Задачи

1. Напишите программу для моделирования работы железнодорожного семафора, в котором попеременно мигают две красные лампочки. Лампочки подключены к пинам 10 и 11.
2. Напишите программу для моделирования работы автомобильного семафора. Красная, желтая и зеленая лампочки подключены, соответственно, к пинам 10, 11 и 12.



3. Напишите программу, выполнив которую робот поворачивается на 90 градусов по часовой стрелке. Для выбора временной задержки используйте тренажер или реальную модель робота.
4. Напишите программу, выполняя которую робот будет двигаться по квадрату.

Темы сообщений:

- а) "Платы Arduino"
- б) "Порты персональных компьютеров"

Алгоритмы управления роботами

Ключевые слова:

- порт ввода
- чтение из порта
- датчик касания
- датчик расстояния
- датчик освещенности
- ошибка измерения
- калибровка датчика
- движение по линии
- релейный регулятор
- П-регулятор

Управляющие кнопки

Простейший управляющий элемент — кнопка, с помощью которой включается или выключается какой-то режим работы робота. Рассмотрим простой пример — управление светодиодом. При нажатии на кнопку лампочка должна загораться. Схема, которую можно собрать на плате *Arduino*, показана на рис. 6.

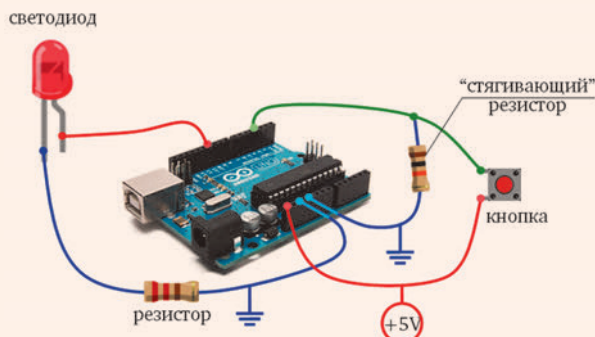


Рис. 6

На один контакт кнопки подается питание, второй подсоединен к входному пину, с которого микроконтроллер может прочитать значение сигнала. При нажатии на кнопку цепь замыкается и на входной пин подается сигнал высокого уровня (например, 5 В). А какой сигнал будет на этом пине, если кнопка не нажата? Оказывается, в этом случае он может "плавать", то есть меняться случайным образом из-за электромагнитных шумов. Чтобы этого не происходило, ставят специальный "стягивающий" резистор, который связывает входной пин с сигналом нулевого уровня.

Перейдем к программированию. Нам нужно постоянно читать значение из пина. Если на пин подан высокий уровень сигнала (кнопка нажата), нужно включить лампочку, то есть подать сигнал высокого уровня (255) на выходной пин, с которым она связана. Если кнопка не нажата, на выходной пин подаем сигнал низкого уровня (0), лампочка выключается.

Будем считать, что лампочка управляется пином 11, а сигнал от кнопки приходит на пин 2. Команда **прочитать** читает значение из пина, номер которого записан в скобках. Это функция, она возвращает значение, которое можно записать в переменную.

```
цел x
нц
  x := прочитать ( 2 )
  если x = 255
    записать ( 11, 255 )
  иначе
    записать ( 11, 0 )
кц
```

❶ Запишите в тетради вариант программы, в которой нет оператора "если".

❷ Запишите в тетради программу для схемы, которая работает "наоборот" — когда кнопка нажата, лампочка не горит, а когда отпущена — лампочка включается. Постарайтесь найти два варианта программы.

Движение в лабиринте

Теперь перейдем к программированию движущихся роботов в лабиринте. Робота нужно как-то ориентироваться — определить, куда можно ехать, а куда нельзя. Если человеку завязать глаза, то он все равно сможет обнаружить стену — на ощупь. У роботов для этого служат датчики касания. Они подают на входной порт значение 0, если касания нет, и значение 255, если касание произошло. Если перед роботом есть стена, то, для того чтобы доехать до стены, нужно использовать цикл "пока не сработал датчик касания".

Будем считать, что у платы управления роботом есть порты ввода с номерами 0, 1, 2 и т.д., и датчик касания подключен к порту 0. Программу движения до стенки можно записать так:

```
нц пока датчик[0] <> 255
  мотор[A] := 100
  мотор[B] := 100
  ждать (1)
кц
мотор[A] := 0
мотор[B] := 0
```


Мы дополнили язык программирования командой **датчик[A]**. Это функция, которая возвращает число, записанное датчиком в порт ввода А. Команда **ждать** в конце тела цикла нужна для того, чтобы микроконтроллер смог при необходимости выполнить какие-то другие задачи, а не “зависал” во время выполнения цикла.

❸ Как вы думаете, можно ли сразу разворачивать робота влево или вправо, если сработал датчик касания? Проверьте ваш вывод на тренажере или при эксперименте с роботом.

Чаще всего не нужно допускать столкновение робота с препятствием — его лучше остановить заранее. Для решения этой задачи датчик касания уже не подходит — нужно определять расстояние до ближайшей стенки. Для этого используют датчики расстояния, чаще всего ультразвуковые (их еще называют **сонарами**).

❹ Используя дополнительные источники, выясните, откуда произошло слово “сонар”. Что оно означает?

❺ Используя дополнительные источники, выясните, что такое ультразвук. Можно ли его услышать?

Ультразвуковые датчики расстояния состоят из излучателя и приемника. Датчик излучает звуковую волну высокой частоты, она отражается от препятствия и возвращается обратно, где ее “ловит” приемник. Чем больше интервал между запуском волны и приемом отраженного сигнала, тем больше расстояние.

Значение, поступающее на выходной порт с датчика расстояния¹, — это целое число от 0 до 255. Как же нам определить само расстояние, например, в сантиметрах? Для этого нужно прочитать описание этого датчика и выяснить, как вычислить расстояние по коду. Например, если датчик измеряет расстояния от 0 до 10 м, то расстояние в сантиметрах можно получить так:

$$S = d \cdot \frac{10 \cdot 100}{255} \text{ см,}$$

где d — числовое показание датчика. Обычно максимальное кодовое значение (в нашем случае — 255) означает, что препятствий не обнаружено.

❻ Определите, какому расстоянию соответствует показание датчика 100.

❼ Определите, какое показание датчика соответствует расстоянию 20 см.

Пусть нам нужно остановить робота на расстоянии 0,3 м от стены. Вычислив соответствующее значение d , получаем 7,65. Но показание датчика должно быть целым числом, поэтому округляем это значение до 8.

У любого датчика есть неизбежная **ошибка измерения**, вызванная неидеальностью деталей и электромагнитными помехами от систем самого робота и других устройств. Обычно допустимая ошибка составляет од-

ну единицу, то есть показание датчика вместо 8 может быть равно 7 или 9. Для $d = 7$ получаем расстояние 27,45 см, а для $d = 9$ — значение 35,39 см. Это значит, что с помощью такого датчика мы определим расстояние с ошибкой ± 5 см. Относительная ошибка в процентах составит

$$\Delta S = \frac{5}{30} \cdot 100\% \approx 17\%.$$

❽ Как вы думаете, при увеличении измеряемого расстояния, скажем, до 1 м относительная ошибка будет уменьшаться или увеличиваться? Проверьте свое предположение вычислениями.

Будем считать, что датчик расстояния “смотрит” вперед (по направлению движения) и подключен к порту ввода А. Программа, согласно которой робот едет вперед и останавливается, очень похожа на предыдущую:

```
нц пока датчик[A] > 8
  мотор[A] := 100
  мотор[B] := 100
  ждать(1)
```

```
кц
мотор[A] := 0
мотор[B] := 0
```

❾ Объясните, почему не стоит записывать условие работы цикла в виде

```
нц пока датчик[A] <> 8
  ...
кц
```

Движение по линии

В последние годы проводятся многочисленные соревнования роботов, в том числе Всемирные олимпиады. Классические задачи спортивной робототехники — движение робота по линии. Мы рассмотрим только одну задачу этого типа: робот должен ехать вдоль границы между черной и белой полосами. Для того чтобы “увидеть” эту границу, робот использует один или несколько датчиков освещенности (рис. 7).



Рис. 7

датчик освещенности
из набора LEGO NXT



Датчик освещает поверхность светодиодами и измеряет количество отраженного света. Черные предметы отражают меньше всего света, белые — больше всего.

Датчик освещенности выдает код в интервале от 0 до 255, где 0 означает полное отсутствие отраженного света, а 255 — полное отражение. Однако не существует идеально черных и идеально белых предметов. Даже полоска, которая кажется нам совсем черной, отражает немного света, поэтому датчик покажет на ней не 0, а, например, 10. Также и на белой полосе вместо 255

¹ Многие реальные датчики выдают цифровое значение в диапазоне от 0 до 1023.

мы получим, например, 230. Среднее арифметическое между этими значениями называют “средним значением серого”. Теоретически такой сигнал выдает датчик, когда он находится точно над границей черной и белой полос (рис. 8). К этому состоянию мы и будем стремиться.

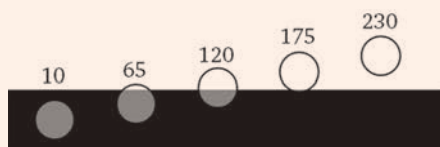


Рис. 8

Определение среднего значения серого в конкретных условиях называется *калибровкой датчика*.

Пусть требуется, чтобы слева от робота была белая полоса, а справа — черная (как на рис. 7). Для управления мы будем использовать очень простой принцип, который называют **релейным регулированием**. Если показания датчика больше, чем 120 (среднее значение серого), робот зашел на белую полосу и нужно повернуть его вправо. Если датчик показывает меньше, чем 120, поворачиваем влево.

10 Используя дополнительные источники, узнайте, что такое реле. Откуда произошло это слово?

11 Запишите в тетради команды управления моторами для поворота влево и вправо. Мотор А находится с левой стороны робота, мотор В — с правой.

Получается такая программа, работающая в бесконечном цикле:

```
нц
  если датчик[A] > 120 то
    motorA := 100
    motorB := 0
  иначе
    motorA := 0
    motorB := 100
  все
кц
```

Если запустить такую программу, мы увидим, что робот движется зигзагом, рывками. Дело в том, что мы задали ему такой алгоритм — резкое переключение между двумя состояниями. Это и есть релейное управление.

Для более плавного движения нужно создавать вращающий момент, который зависит от ошибки, то есть от того, насколько робот отклонился от линии. Чем меньше ошибка, тем меньше вращающий момент. Если ошибки нет (датчик выдает значение, равное среднему значению серого), подаем одинаковую мощность на оба мотора, робот едет прямо.

Можно использовать, например, такой закон управления:

```
цел k = 0.5
нц
  u = k * (120 - датчик[A])
  мотор[A] = 50 - u
  мотор[B] = 50 + u
кц
```

12 Изучите программу и определите, какой сигнал подается на моторы, когда датчик выдает значение 100? 120? 140?

Выражение **120 - датчик[A]** — это ошибка управления, то есть отклонение значения, полученного с датчика, от заданного значения 120. Сигнал управления u , который изменяет мощность моторов, пропорционален ошибке, поэтому такой регулятор называется **пропорциональным**, или **П-регулятором**.

Коэффициент k — это коэффициент усиления П-регулятора. Правила выбора коэффициентов в законах управления изучает теория автоматического управления. Мы же будем выбирать коэффициенты экспериментально, не углубляясь в теорию.

Чем больше k , тем сильнее реакция робота на ошибку; чем меньше k , тем более плавно движется робот. Но при малых значениях k его реакция замедлена, и он может потерять линию на повороте.

13 Проведите эксперимент (с тренажером или с реальным роботом) и выясните, при каком наименьшем коэффициенте k робот проходит всю трассу.

14 Проведите эксперимент и выясните, что происходит при выборе слишком большого значения k . При каком наибольшем коэффициенте k робот выполняет задание?

15 По результатам экспериментов выберите наилучшее, на ваш взгляд, значение k .

Практическая работа № 34. Движение в лабиринте

Практическая работа № 35. Движение по линии

Выводы:

- Для получения данных от внешних источников микропроцессор читает значения с портов, к которым подключены датчики.
- Для движения в помещении с препятствиями роботы могут использовать датчики касания и датчики расстояния (чаще всего ультразвуковые).
- Числовой код, полученный с датчика, нужно пересчитать в значение физической величины в соответствии с документацией на датчик.
- У датчика есть ошибка измерения, вызванная неидеальностью деталей и электромагнитными помехами от систем самого робота и других устройств.
- При движении робота по линии используются один или несколько датчиков освещенности.
- Для удержания робота на линии используют регуляторы — автоматические управляющие устройства.
- Релейный регулятор включает один из двух режимов движения в зависимости от сигналов с датчиков.
- Пропорциональный регулятор (П-регулятор) вырабатывает сигнал управления, пропорциональный ошибке управления. Для выбора коэффициента усиления П-регулятора используют методы теории автоматического управления или эксперимент.

16 Нарисуйте интеллект-карту этого параграфа.

Контрольные вопросы

1. Почему в программах управления роботами часто используются бесконечные циклы?
2. У робота вышел из строя датчик касания. Можно ли использовать вместо него датчик расстояния, который остался работоспособен?
3. Как нужно установить датчик расстояния, чтобы робот мог двигаться параллельно стенке?
4. У вас оказался датчик расстояния, на который нет документации. Как вы будете его использовать?
5. Как нужно установить два датчика освещенности, если нужно обеспечить движение робота вдоль тонкой черной линии?
6. Почему на черной линии датчик освещенности выдает ненулевое значение?
7. Зависит ли результат, который выдает датчик освещенности, от внешнего освещения?
8. Какой регулятор обеспечивает более плавное движение: релейный или пропорциональный?

Задачи

1. Напишите программу работы кнопочного выключателя: первое нажатие кнопки включает лампочку, второе — выключает, следующее — снова включает и т.д.

2. Напишите программу движения робота по границе черной и белой областей, так чтобы слева от робота оставалась черная полоса.

3. Напишите программу движения робота вдоль стены. Датчик расстояния находится на оси робота и направлен вправо перпендикулярно ей.



4. Напишите программу для работы светофора на перекрестке. Три лампочки (красная, желтая и зеленая) регулируют движение автомашин, еще две (красная и зеленая) — переход улицы пешеходами. Пешеходный переход включается только тогда, когда кто-то нажмет кнопку.

Темы сообщений:

- а) “Соревнования роботов”
- б) “Кегельринг”
- в) “ПИД-регулятор”

Для изучения алгоритмов управления роботами LEGO и платой Arduino можно использовать разработанные автором компьютерные тренажеры, работающие в современных браузерах. Они размещены по адресу <http://kpolyakov.spb.ru/school/robotics.htm>.

