

дан на **рис. 6**. Для передачи команд в IDE указывают порт (у автора это COM6, скорость передачи — 9600 бод и режим NL (новая строка) в настройках монитора. Далее отсылают поочередно одиночные символы: 1 — идти в первом направлении, 2 — идти во втором направлении, А — остановиться, 4 — разворачиваться на месте и т. д. На этом этапе экспериментов можно самостоятельно формировать виды движений, сценарии их использования и протокол команд управления, обрабатывая все этапы на опытах и получая варианты рабочих скетчей.

После получения желаемого результата можно приступить к созданию системы управления гексаподом. Автор разработал три варианта (**рис. 7** — **рис. 9**): приложение-пульт для ПК, приложение-пульт для смартфона и действующий макет дистанционного пульта на МК. За основу был выбран сцена-

действий оператора. Настройка сводится к указанию в скетче приложения порта для связи с Arduino. В строке **myPort = new Serial(this, Serial.list()[1], 9600);** надо указать индекс элемента массива подключённых портов. Этот пульт работает совместно со скетчами **test_12_5** и **test_12_6**.

Вариант приложения для смартфона работает полноценно вместе со скетчем **test_12_5**. Оно реализовано в среде MIT App Inventor 2. Структура его блоков идентична приложению, описание которого приведено в [1]. Внешний вид экрана показан на **рис. 8**. Номера кнопок совпадают с номерами направлений движения робота (см. **рис. 2**).

Аппаратный пульт (**рис. 9**) собран по схеме, показанной на **рис. 10**. Модуль A1 предварительно настроен на работу в режиме master с помощью AT-команд. Как это сделать, подробно изложено в [2]. Кроме этого, понадобится



Рис. 8

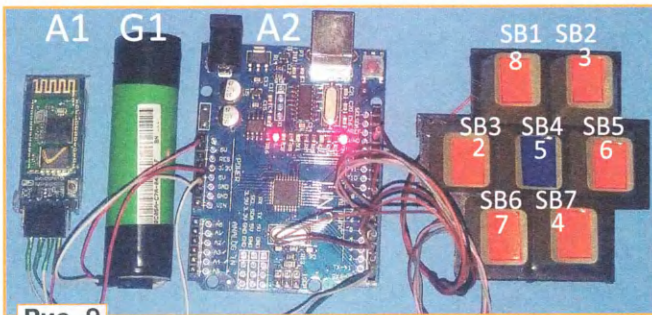


Рис. 9

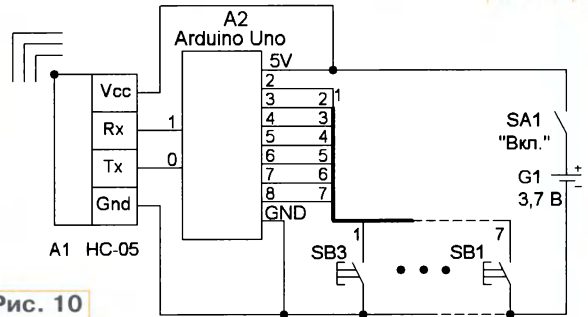


Рис. 10

рий семи видов движения — из них шесть направлений и разворот на месте. Элементом управления является кнопка. Нажатие на неё и удержание реализует тот или иной вид движения, а отпускание приводит к остановке робота.

Компьютерный вариант реализован в среде Processing. Приложение содержит четыре виртуальные кнопки, нажатием на которые можно управлять с помощью мыши. Подведя курсор в поле нарисованной кнопки и нажимая на левую клавишу мыши, мы имитируем нажатие. Кнопки задают три направления движения и разворот на месте. Всего реализуется шесть изображений экрана приложения в зависимости от

MAC-адрес сопрягаемого модуля гексапода. Его, как вариант, также можно узнать с помощью AT-команд. Соответствие подключения кнопок к модулю A2 поясняет **рис. 9**. Так, например, кнопка SB1 подключена к выводу 8. Скетч пульта — PULT_. В нём реализовано подключение программируемых встроенных подтягивающих резисторов сопротивлением 20 кОм к плюсовой линии питания. Подробнее об этом сказано в [3]. Кнопки извлечены из старой клавиатуры ПК.

Получив практический опыт при повторении этой конструкции, можно её улучшить, например, добавив возможность дистанционной загрузки скетчей в робот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамичев Д. Мультипульт для управления группой гексаподов. — Радио, 2020, № 9, с. 59—61.
2. HC05 как настроить Bluetooth модуль в качестве slave или master и как объединить две Arduino no Bluetooth. — URL: <https://kolotushkin.com/article.php?id=30> (13.10.20).
3. Arduino. Цифровые выводы. — URL: <http://arduino.ru/Tutorial/DigitalPins> (13.10.20).

От редакции. Скетчи и файлы проекта, а также видеозапись работы устройства с одним из вариантов пульта управления находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2021/03/hexapod12.zip> на нашем FTP-сервере.

Викторина "Arduino:

программная часть-3"

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Проект Arduino изначально был задуман как недорогой стенд для обучения студентов азам программирования микроконтроллеров семейст-

ва AVR. Лишь позднее выяснилось, что платы на основе Arduino хорошо вписываются в конструкцию всевозможных роботизированных устройств.

Диапазон применения — от летающих геликоптеров до 3D-манипуляторов.

На страницах журнала "Радио" тема Arduino занимает определённую

нишу и имеет своих поклонников. Большой популярностью пользуются разработки различных самодвижущихся механизмов и роботов. Каждый из них, кроме платы Arduino, имеет на "борту" один или несколько сервоприводов. Управление ими от микроконтроллера — это отдельное направление в современном радиолюбительстве.

Особенности аппаратного подключения и программной начинки в роботизированных устройствах предлагается рассмотреть на базе конструкций с сервоприводами SG90, которые часто применяются в любительских проектах. Причина — доступность,

невысокая цена и наличие программных библиотек для Arduino.

Вопросы в **таблице** проиллюстрированы схемами и частями программ к ним, которые взяты из статей Дмитрия Мамичева в журнале "Радио" за 2017—2020 гг. Названия скетчей приведены в верхних, а названия файлов, размещённых на сервере <ftp://ftp.radio.ru/pub/>, — в нижних строках программ. Каждый скетч содержит "выжимку" из исходных текстов, но так, чтобы не возникло ошибок при компиляции. В программах имеется достаточно сведений для получения ответа на вопрос. Дополнительную информацию мож-

но почерпнуть из оригинальных текстов скетчей, которые их автор, Д. Мамичев, предусмотрительно снабдил подробными комментариями.

На каждый вопрос викторины следует выбрать ответ 0 или 1, после чего записать их в ряд слева направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 46497, значит, все ответы правильные.

От редакции. Правильные ответы и пояснения к ним будут даны в следующем номере журнала.

<p>1</p> <p>Для чего применяется раздельное питание платы Arduino и сервопривода SG90? 0 - для повышения экономичности; 1 - для повышения устойчивости работы</p>	<p>2</p> <pre> 1 // Скетч "Alfavit.ino" 2 int tabl[10][10] = { 540, 1410, 1355 }; 3 int x = 0; int y = 0; int i = 1; 4 void setup() { pinMode(7, OUTPUT); } 5 void loop() { 6 for (i=1; i<=75; i=i+1) { // Одна буква 7 digitalWrite(7, HIGH); 8 delayMicroseconds(tabl[x][y]); 9 digitalWrite(7, LOW); 10 delayMicroseconds(10000-tabl[x][y]); 11 delayMicroseconds(10000); 12 } 13 } </pre> <p>// Радио, 10/2017, файл "alfavit.zip"</p> <p>Сколько времени длится выполнение операторов между строками 8...10? 0 - 0,01 с 1 - 0,02 с</p>	<p>3</p> <pre> 1 // Скетч "TELEGKA_c.ino" 2 #include <Servo.h> 3 #define V3 7 4 byte a0 = 128; byte a = a0; 5 Servo servo1; // Сервопривод A2 6 void setup() { 7 servo1.attach(V3); 8 servo1.write(a0); 9 } 10 void loop() { 11 void ServoPovorot() { 12 while (a > a0 - 100) { 13 a--; servo1.write(a); delay(7); 14 } 15 } 16 } </pre> <p>// Радио, 7/2019, файл "telegka.zip"</p> <p>Можно ли заменить сервопривод A2 SG90-HV? 0 - можно, ничего не изменится; 1 - нельзя, будет нарушена работа</p>	<p>4</p> <pre> 1 // Скетч "pikseliA.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo servo1; 4 byte K = 0; byte N = 63; 5 byte A; 6 long long tablB[38] = { 0b00000000 }; 7 void setup() { 8 void loop() { 9 servo1.write(A); 10 if (bitRead(tablB[K], N) == 1) { 11 // Функция рисования точки 12 } 13 } </pre> <p>// Радио, 10/2018, файл "ris2.zip"</p> <p>Можно ли увеличить массив пикселей рисунка до 255 строк оператором long long tablB[255]? 0 - можно; 1 - нельзя</p>
<p>5</p> <p>Что надо сделать для поворота качалки сервопривода A2 на 0...270 градусов при вращении движка переменного резистора R1? 0 - заменить сервопривод A2; 1 - изменить программу Arduino</p>	<p>6</p> <pre> 1 // Скетч "potenz-manip.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo servo3; // Сервопривод A2 4 byte a03 = 105; 5 int da3; 6 void setup() { 7 servo3.attach(7); // Вывод A1:7 8 servo3.write(a03); 9 } 10 void loop() { 11 da3 = analogRead(A2); // АЦП 12 da3 = map(da3, 0, 1023, 20, -20); 13 servo3.write(a03 + da3); 14 } </pre> <p>// Радио, 9/2018, файл "ris.zip"</p> <p>На какой угол повернётся качалка A2, если с резистора R1 через АЦП считано число 400? 0 - 109 градусов; 1 - 110 градусов</p>	<p>7</p> <pre> 1 // Скетч "bukvichetserialA.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo servo3; // Сервопривод A2 4 byte a03 = 110; byte a3 = a03; byte n = 15; 5 void setup() { 6 void loop() { 7 void f(byte k) { // Подъём / опускание 8 while (a3 < 85 && k == 1) { 9 { servo3.write(a3); a3 = a3 - 1; delay(n); } 10 if (k == 1) { a3 = 85; } 11 while (a3 < a03 && k == 0) { 12 { servo3.write(a3); a3 = a3 + 1; delay(n); } 13 if (k == 0) { a3 = a03; } 14 } 15 } 16 } 17 } </pre> <p>// Радио, 10/2018, файл "ris2.zip"</p> <p>За какое время качалка сервопривода A2 поднимется вверх или опустится вниз? 0 - примерно за 425 мс; 1 - примерно за 125 мс</p>	<p>8</p> <pre> 1 // Скетч "TEST_B.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo myservoSH; // Сервоприв. A2 4 int pos = 0; 5 void setup() { 6 myservoSH.attach(8); // Выв. A1:8 7 myservoSH.write(80); 8 } 9 void loop() { 10 pos = map(analogRead(A2), 11 0, 1023, 20, 140); 12 myservoSH.write(pos); 13 } 14 // файл "animal.zip" </pre> <p>Какие проблемы могут возникнуть при замене строки 11 строкой 0, 1023, 0, 180;? 0 - снижение быстродействия; 1 - заклинивание серводвигателя</p>
<p>9</p> <p>Сколько сервоприводов марки SG90 можно подключить к Arduino UNO, соединяя их выводы PWM только с одной линией порта? 0 - не более 12; 1 - не более 20</p>	<p>10</p> <pre> 1 // Скетч "BLUECHIKEN.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo myservoRT; // Движение "рта" 4 Servo myservoGL; // Движение "глаз" 5 int pos = 60; 6 void setup() { 7 myservoRT.attach(7); // Активация 8 myservoGL.attach(6); // Активация 9 myservoGL.write(90); // Запись 10 myservoRT.write(pos); // Запись 11 } 12 void loop() { } // Радио, 4/2020, 13 // файл "bluechiken.zip" </pre> <p>Какой из сервоприводов в функции setup() будет установлен на больший угол? 0 - сервопривод A2; 1 - сервопривод A3</p>	<p>11</p> <pre> 1 // Скетч "robozavr.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo myservo1; // Сервопривод A2 4 Servo myservo2; // Сервопривод A3 5 boolean fl = true; long Y3 = 0; 6 void setup() { 7 void loop() { 8 if (millis() - Y3 > 120000) { // Останов 9 fl = false; 10 myservo1.detach(); 11 myservo2.detach(); 12 } 13 } </pre> <p>// Радио, 6/2020, файл "robozavr.zip"</p> <p>Через какое время остановятся сервоприводы, если изменить строку 5 long Y3 = 120000;? 0 - через 1,8 минуты; 1 - через 2,2 минуты</p>	<p>12</p> <pre> 1 // Скетч "scetch_apr07a.ino" 2 #include <Servo.h> 3 Servo myservoB6; // Сервоприв. A2 4 Servo myservoK7; // Сервоприв. A3 5 int n = 500; int a06 = 97; int a07 = 90; 6 void setup() { 7 myservoB6.attach(6); 8 myservoK7.attach(7); 9 myservoB6.write(a06); delay(n); 10 myservoK7.write(a07); delay(n); 11 } 12 void loop() { 13 } 14 // Радио, 8/2018, файл "robot3.zip" </pre> <p>Что произойдёт, если закоментировать пустую функцию loop() в строках 12—14? 0 - появится сообщение об ошибке в скетче; 1 - однократно выполнится функция setup()</p>
<p>13</p> <p>Что будет, если перепутать полярность цепей питания VCC и GND у сервоприводов A2, A3? 0 - выйдут из строя (с большой долей вероятности); 1 - будут нормально работать (после правильной подачи питания)</p>	<p>14</p> <pre> 1 // Скетч "GUSENIZE.ino" 2 #include <Servo.h> 3 #define V1 10 // Правый мотор 4 #define V2 11 // Левый мотор 5 byte PR = 65; byte LE = 79; 6 Servo servoPR; // Двигатель A3 7 Servo servoLE; // Двигатель A2 8 void setup() { 9 servoPR.attach(V1); 10 servoPR.write(PR); 11 servoLE.attach(V2); 12 servoLE.write(LE); 13 } 14 void loop() { } // Радио, 10/2019, 15 // файл "tank.zip" </pre> <p>Где находятся операторы, которыми можно отрегулировать состояние покая двигателями? 0 - в верхней половине скетча, строки 1—7; 1 - в нижней половине скетча, строки 8—14</p>	<p>15</p> <pre> 1 // Скетч "GUSENIZE.ino" 2 #include <Servo.h> 3 byte dPR = 20; byte PR = 65; 4 byte dLE = 25; byte LE = 79; 5 Servo servoPR; // Двигатель A3 6 Servo servoLE; // Двигатель A2 7 void setup() { 8 void loop() { 9 void MakeCmd() { int cmd; 10 if (cmd == "3") { // Команда "3" 11 servoPR.write(PR - dPR); 12 servoLE.write(LE + dLE); 13 } 14 } 15 } </pre> <p>// Радио, 10/2019, файл "tank.zip"</p> <p>Для чего двигатели вращаются в разные стороны при выполнении строк 11, 12? 0 - для поворота устройства; 1 - для торможения и остановки</p>	<p>16</p> <pre> 1 // Скетч "TELEGKA_bb.ino" 2 #include <Servo.h> 3 #define V3 7 4 #define V4 8 5 byte a0 = 120; byte b0 = 78; 6 Servo servo1; // Это двигатель? 7 Servo servo4; // Это сервопривод? 8 void setup() { 9 servo1.attach(V3); 10 servo1.write(a0); 11 servo4.attach(V4); 12 servo4.write(b0); 13 } 14 void loop() { } // Радио, 7/2019, 15 // файл "telegka.zip" </pre> <p>Можно ли по отрывку скетча без схемы определить, где сервопривод, а где двигатель? 0 - можно; 1 - нельзя</p>