

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
«КРАСНОДАРСКИЙ КОЛЛЕДЖ ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

**Выпускная квалификационная работа на тему:  
«Моделирование устройства распознавания жестов с  
функцией электронного замка»**

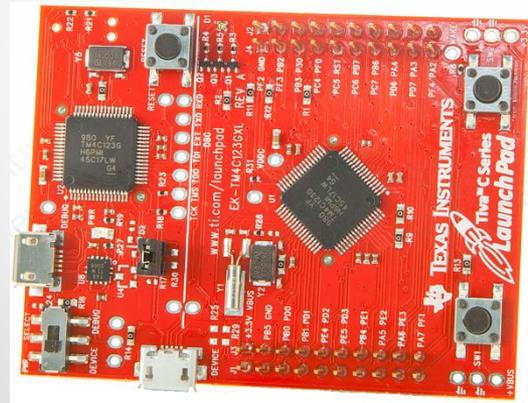
**Группа: 552-КД9-4РРТ**  
**Шифр специальности: 11.02.10**  
**Специальность: «Радиосвязь,  
радиовещание и телевидение»**

**Разработчик: Иванов И.И.**  
**Руководитель: Рузова В.И.**

**Краснодар**  
**2017**

# Поставленные задачи:

- Провести анализ и сравнение микроконтроллеров и сред программирования, и выбрать наилучшие для реализации устройства;
- Написать программный код для работы устройства распознавания жестов с функцией электронного замка.



```
Файл Правка Эскиз Инструменты Помощь
sketch_may30a$

void loop()
{
  uint8_t data = 0; // Read Bank_0_Reg_0x43/0x44 for gesture result.
  pa37620ReadReg(0x43, 1, &data);

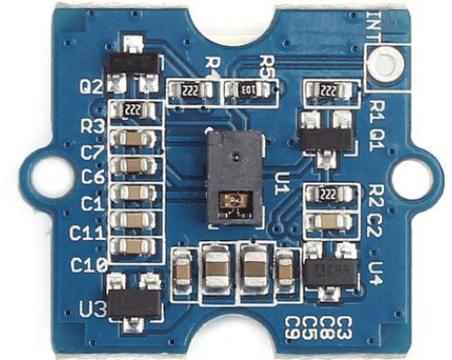
  if (data == 31 && m==0){
    m=m+1;
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(led, LOW);
    digitalWrite(vd2, HIGH);
  }
  if (data == 32 && m==1){
    m=m+1;
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(led, LOW);
    digitalWrite(vd1, HIGH);
  }
  if (data == 33 && m==2){
    m=m+1;
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(100);
  }
}
```

157

Arduino Uno en COM3

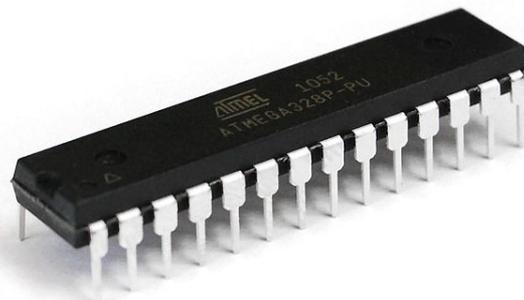
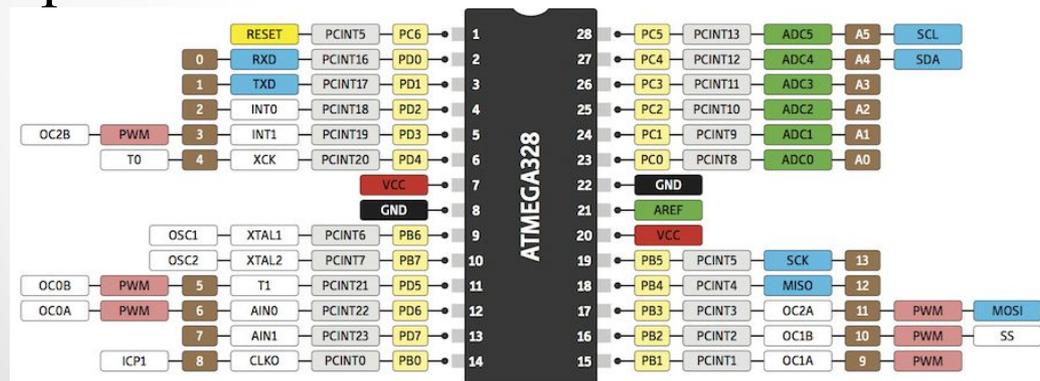
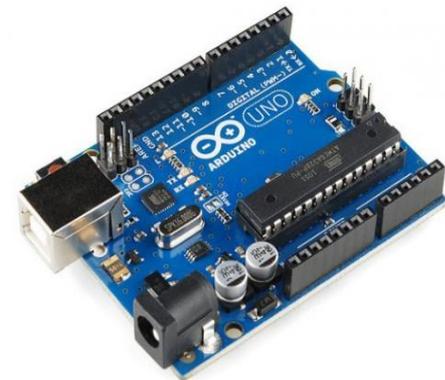
# Актуальность устройства:

- Разработанное устройство призвано вытеснить механические замки электронными, а также упростить жизнь тем, кто по физическим или иным причинам не в состоянии открыть обычный замок;
- Устройство собрано из недефицитных компонентов, что позволяет собрать подобное устройство, любому разработчику;
- Можно использовать совместно с обычными замками, для повышения мер безопасности.



# Выбранный микроконтроллер:

Для разрабатываемого устройства выбран микроконтроллер ATmega328P-PU, который будет использоваться в плате Arduino Uno R3, так как плата имеет встроенный программатор, поддержку линии I2C, удобную и компактную компоновку для сборки и настройки устройства.

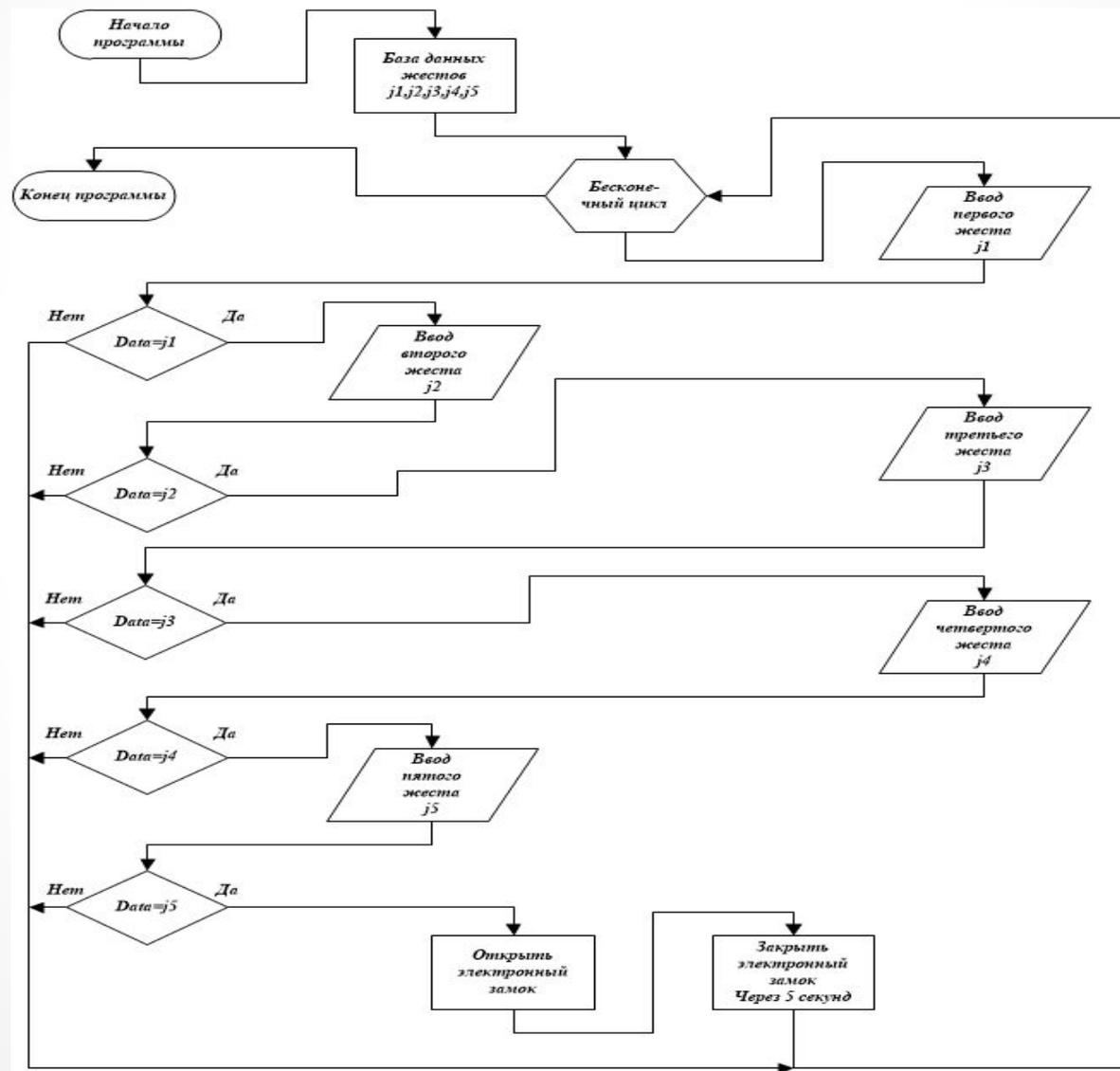


# Среда программирования:

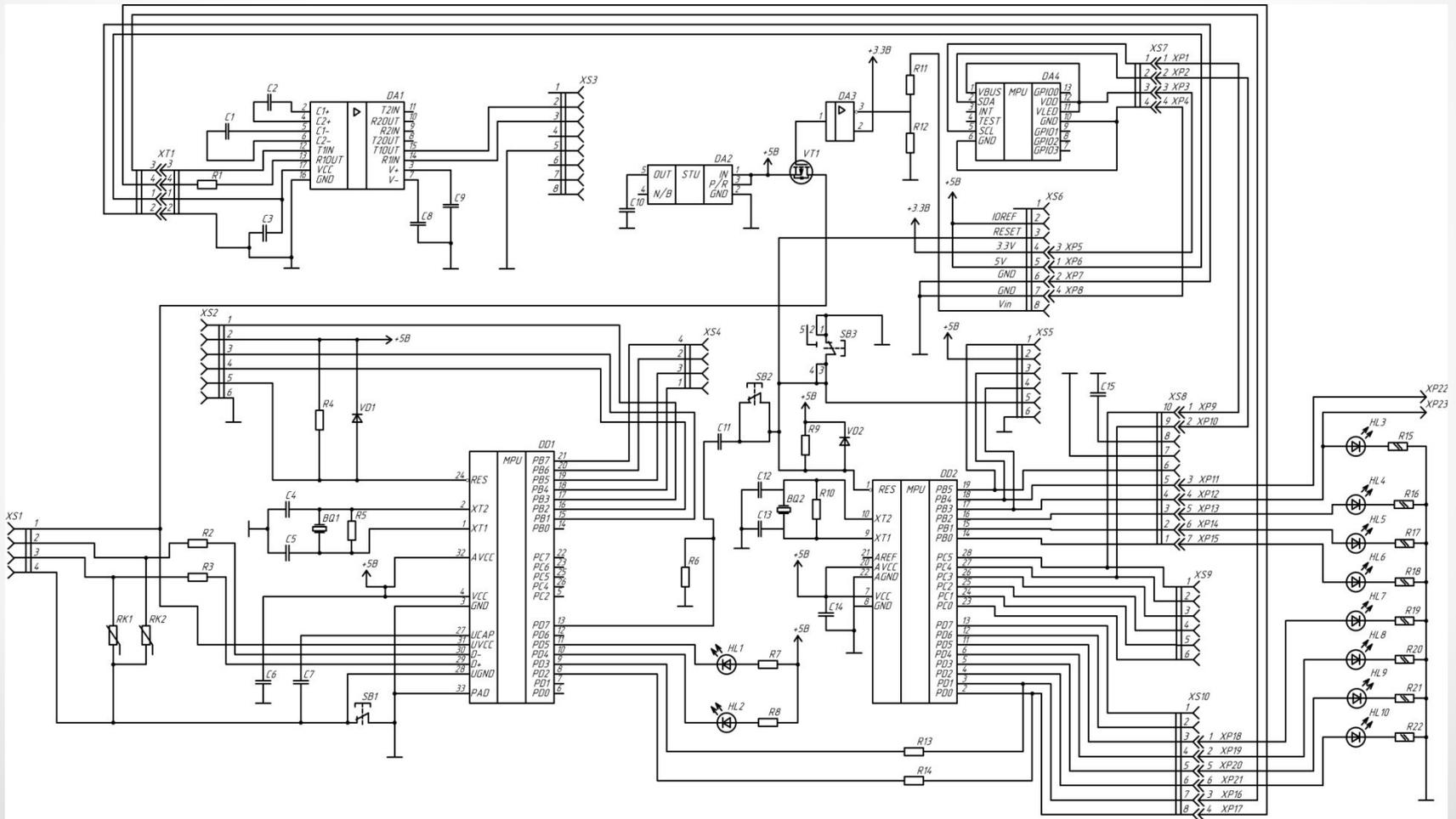
Для программирования была выбрана среда Arduino IDE, так как она распространяется бесплатно, занимает мало пространства на жестком диске. Другие среды программирования, такие как VirtualBreadBoard и CodeComposerStudio, распространяются платно, а также требуют подключения дополнительных плагинов для работы с платами Arduino.



# Блок-схема программы:



# Схема электрическая принципиальная:



# Программный код:

- Написан на языке C++ в среде программирования плат Arduino – Arduino IDE;
- Для работы с датчиком по линии I2C подключаются библиотеки Wire.h и rai7620.h;
- С помощью команды rai7620ReadReg считываются данные с регистра датчика 0x43 и записываются в указанную переменную;
- В функции setup() устанавливаются состояния выводов и производится инициализация датчика командой rai7620Init(). В функции Loop() производится основная часть программы, где циклически производится сравнение введенных жестов с установленными.

# Программный код:

```
Файл Правка Скetch Инструменты Помощь
sketch_jun15h
1 //-----Подключение библиотек-----
2 #include <ctype.h> //заголовочный файл
3 #include <Wire.h> //шина I2C
4 #include "paj7620.h" //grove-gesture
5 //-----Объявление переменных-----
6 int power = 12; //питание +5В на 12 выходе
7 int gnd = 11; //земля на 11 выходе
8 int m=0; //счетчик
9 int w=0; //2
10 int u=GES_UP_FLAG; //вверх
11 int d=GES_DOWN_FLAG; //вниз
12 int l=GES_LEFT_FLAG; //влево
13 int r=GES_RIGHT_FLAG; //вправо
14 int f=GES_FORWARD_FLAG; //вперед
15 int b=GES_BACKWARD_FLAG; //назад
16 int c=GES_CLOCKWISE_FLAG; //по часовой стрелке
17 int cc=GES_COUNTER_CLOCKWISE_FLAG; //против часовой стрелки
18 int buttonState=0;
19 String message; //счетчик символов
20 //-----Записанные жесты-----
21 int j1=1; //первый жест
22 int j2=4; //второй жест
23 int j3=7; //третий жест
24 int j4=1; //четвертый жест
25 int j5=5; //пятый жест
26 int j6=0; //шестой жест
27 int j7=0; //седьмой жест
28 int j8=0; //восьмой жест
29 //-----Индикация-----
30 int vd1=10; //первый светодиод
31 int vd2=9; //второй светодиод
32 int vd3=8; //третий светодиод
33 int vd4=7; //четвертый светодиод
34 int vd5=6; //пятый светодиод
35 int vd6=5; //шестой светодиод
36 int vd7=4; //седьмой светодиод
37 int vd8=3; //восьмой светодиод
38 //-----Установка состояний выводов-----
39 void setup(){paj7620Init(); //инициализация датчика
40 pinMode(2, OUTPUT); //2 на выход
41 digitalWrite(2, LOW);
42 pinMode(13, OUTPUT); //13 на выход
43 digitalWrite(13, LOW);
44 pinMode(vd1, OUTPUT); //vd1 на выход
45 pinMode(vd2, OUTPUT); //vd2 на выход
46 pinMode(vd3, OUTPUT); //vd3 на выход
47 pinMode(vd4, OUTPUT); //vd4 на выход
48 pinMode(vd5, OUTPUT); //vd5 на выход
49 pinMode(vd6, OUTPUT); //vd6 на выход
50 pinMode(vd7, OUTPUT); //vd7 на выход
51 pinMode(vd8, OUTPUT); //vd8 на выход
52 pinMode(14, OUTPUT);
53 digitalWrite(14, HIGH);
54 pinMode(A1, INPUT);
55 pinMode(power, OUTPUT); //power на выход
56 digitalWrite(power, HIGH); //power пассивный
57 pinMode(gnd, OUTPUT); //gnd на выход
58 digitalWrite(gnd, LOW); //gnd на пассивный
59 Serial.begin(9600); //установить соединение
60 //-----Основная программа в цикле-----
61 void loop(){
62 uint8_t data = 0; //регистр считывания в 0
63 paj7620ReadReg(0x43, 1, &data); //регистр считывания
64 buttonState = analogRead(A1);
65 if (buttonState == HIGH) {
66 data=0;m=0;w=0;
67 digitalWrite(vd8, LOW);
68 digitalWrite(vd7, LOW);
69 digitalWrite(vd6, LOW);
70 digitalWrite(vd5, LOW);
71 digitalWrite(vd4, LOW);
72 digitalWrite(vd3, LOW);
73 digitalWrite(vd2, LOW);
74 digitalWrite(vd1, LOW);
75 }
76 if (data == j1 && m==0) {
77 m=1;
78 data=0;
79 digitalWrite(vd1, HIGH);
80 }
81 if (data == j2 && m==1) {
82 m=2;
83 data=0;
84 digitalWrite(vd2, HIGH);
85 }
86 if (data == j3 && m==2) {
87 m=3;
88 data=0;
89 digitalWrite(vd3, HIGH);
90 }
91 if (data == j4 && m==3) {
92 m=4;
93 data=0;
94 digitalWrite(vd4, HIGH);
95 }
96 if (data == j5 && m==4) {
97 m=5;
98 data=0;
99 digitalWrite(vd5, HIGH);
100 }
101 if (data == j6 && m==5) {
102 m=6;
103 data=0;
104 digitalWrite(vd6, HIGH);
105 }
106 if (data == j7 && m==6) {
107 m=7;
108 data=0;
109 digitalWrite(vd7, HIGH);
110 }
111 if (data == j8 && m==7) {
112 m=8;
113 data=0;
114 digitalWrite(vd8, HIGH);
115 }
116 }
117 }
118 //звезден неправильный жест
119 if (!(data == j1) && !(data==0) && m==0) {
120 m=1;
121 data=0;
122 w=1;
123 digitalWrite(vd1, HIGH);
124 }
125 if (!(data == j2) && !(data==0) && m==1) {
126 m=2;
127 data=0;
128 w=1;
129 digitalWrite(vd2, HIGH);
130 }
131 if (!(data == j3) && !(data==0) && m==2) {
132 m=3;
133 data=0;
134 w=1;
135 digitalWrite(vd3, HIGH);
136 }
137 if (!(data == j4) && !(data==0) && m==3) {
138 m=4;
139 }
140 }
141 }
142 }
143 }
144 }
145 }
146 }
147 }
148 }
149 }
150 }
151 }
152 }
153 }
154 }
155 }
156 }
157 }
158 }
159 }
160 }
161 }
162 }
163 }
164 }
165 }
166 }
167 }
168 }
169 }
170 }
171 }
172 }
173 }
174 }
175 }
176 }
177 }
178 }
179 }
180 }
181 }
182 }
183 }
184 }
185 }
186 }
187 }
188 }
189 }
190 }
191 }
192 }
193 }
194 }
195 }
196 }
197 }
198 }
199 }
200 }
201 }
202 }
203 }
204 }
205 }
206 }
207 }
208 }
209 }
210 }
211 }
212 }
213 }
214 }
215 }
216 }
217 }
218 }
219 }
220 }
221 }
222 }
223 }
224 }
225 }
226 }
227 }
228 }
229 }
230 }
231 }
232 }
233 }
234 }
235 }
236 }
237 }
238 }
239 }
240 }
241 }
242 }
243 }
244 }
245 }
246 }
247 }
248 }
249 }
250 }
251 }
252 }
253 }
254 }
255 }
256 }
257 }
258 }
259 }
260 }
261 }
262 }
263 }
264 }
265 }
266 }
267 }
268 }
269 }
270 }
271 }
272 }
273 }
274 }
275 }
276 }
277 }
278 }
279 }
280 }
281 }
282 }
283 }
284 }
285 }
286 }
287 }
288 }
289 }
290 }
291 }
292 }
293 }
294 }
295 }
296 }
297 }
298 }
299 }
300 }
301 }
302 }
303 }
304 }
305 }
306 }
307 }
308 }
309 }
310 }
311 }
312 }
313 }
314 }
315 }
316 }
317 }
318 }
319 }
320 }
321 }
322 }
323 }
324 }
325 }
326 }
327 }
328 }
329 }
330 }
331 }
332 }
333 }
334 }
335 }
336 }
337 }
338 }
339 }
340 }
341 }
342 }
343 }
344 }
345 }
346 }
347 }
348 }
349 }
350 }
351 }
352 }
353 }
354 }
355 }
356 }
357 }
358 }
359 }
360 }
361 }
362 }
363 }
364 }
365 }
366 }
367 }
368 }
369 }
370 }
371 }
372 }
373 }
374 }
375 }
376 }
377 }
378 }
379 }
380 }
381 }
382 }
383 }
384 }
385 }
386 }
387 }
388 }
389 }
390 }
391 }
392 }
393 }
394 }
395 }
396 }
397 }
398 }
399 }
400 }
401 }
402 }
403 }
404 }
405 }
406 }
407 }
408 }
409 }
410 }
411 }
412 }
413 }
414 }
415 }
416 }
417 }
418 }
419 }
420 }
421 }
422 }
423 }
424 }
425 }
426 }
427 }
428 }
429 }
430 }
431 }
432 }
433 }
434 }
435 }
436 }
437 }
438 }
439 }
440 }
441 }
442 }
443 }
444 }
445 }
446 }
447 }
448 }
449 }
450 }
451 }
452 }
453 }
454 }
455 }
456 }
457 }
458 }
459 }
460 }
461 }
462 }
463 }
464 }
465 }
466 }
467 }
468 }
469 }
470 }
471 }
472 }
473 }
474 }
475 }
476 }
477 }
478 }
479 }
480 }
481 }
482 }
483 }
484 }
485 }
486 }
487 }
488 }
489 }
490 }
491 }
492 }
493 }
494 }
495 }
496 }
497 }
498 }
499 }
500 }
501 }
502 }
503 }
504 }
505 }
506 }
507 }
508 }
509 }
510 }
511 }
512 }
513 }
514 }
515 }
516 }
517 }
518 }
519 }
520 }
521 }
522 }
523 }
524 }
525 }
526 }
527 }
528 }
529 }
530 }
531 }
532 }
533 }
534 }
535 }
536 }
537 }
538 }
539 }
540 }
541 }
542 }
543 }
544 }
545 }
546 }
547 }
548 }
549 }
550 }
551 }
552 }
553 }
554 }
555 }
556 }
557 }
558 }
559 }
560 }
561 }
562 }
563 }
564 }
565 }
566 }
567 }
568 }
569 }
570 }
571 }
572 }
573 }
574 }
575 }
576 }
577 }
578 }
579 }
580 }
581 }
582 }
583 }
584 }
585 }
586 }
587 }
588 }
589 }
590 }
591 }
592 }
593 }
594 }
595 }
596 }
597 }
598 }
599 }
600 }
601 }
602 }
603 }
604 }
605 }
606 }
607 }
608 }
609 }
610 }
611 }
612 }
613 }
614 }
615 }
616 }
617 }
618 }
619 }
620 }
621 }
622 }
623 }
624 }
625 }
626 }
627 }
628 }
629 }
630 }
631 }
632 }
633 }
634 }
635 }
636 }
637 }
638 }
639 }
640 }
641 }
642 }
643 }
644 }
645 }
646 }
647 }
648 }
649 }
650 }
651 }
652 }
653 }
654 }
655 }
656 }
657 }
658 }
659 }
660 }
661 }
662 }
663 }
664 }
665 }
666 }
667 }
668 }
669 }
670 }
671 }
672 }
673 }
674 }
675 }
676 }
677 }
678 }
679 }
680 }
681 }
682 }
683 }
684 }
685 }
686 }
687 }
688 }
689 }
690 }
691 }
692 }
693 }
694 }
695 }
696 }
697 }
698 }
699 }
700 }
701 }
702 }
703 }
704 }
705 }
706 }
707 }
708 }
709 }
710 }
711 }
712 }
713 }
714 }
715 }
716 }
717 }
718 }
719 }
720 }
721 }
722 }
723 }
724 }
725 }
726 }
727 }
728 }
729 }
730 }
731 }
732 }
733 }
734 }
735 }
736 }
737 }
738 }
739 }
740 }
741 }
742 }
743 }
744 }
745 }
746 }
747 }
748 }
749 }
750 }
751 }
752 }
753 }
754 }
755 }
756 }
757 }
758 }
759 }
760 }
761 }
762 }
763 }
764 }
765 }
766 }
767 }
768 }
769 }
770 }
771 }
772 }
773 }
774 }
775 }
776 }
777 }
778 }
779 }
780 }
781 }
782 }
783 }
784 }
785 }
786 }
787 }
788 }
789 }
790 }
791 }
792 }
793 }
794 }
795 }
796 }
797 }
798 }
799 }
800 }
801 }
802 }
803 }
804 }
805 }
806 }
807 }
808 }
809 }
810 }
811 }
812 }
813 }
814 }
815 }
816 }
817 }
818 }
819 }
820 }
821 }
822 }
823 }
824 }
825 }
826 }
827 }
828 }
829 }
830 }
831 }
832 }
833 }
834 }
835 }
836 }
837 }
838 }
839 }
840 }
841 }
842 }
843 }
844 }
845 }
846 }
847 }
848 }
849 }
850 }
851 }
852 }
853 }
854 }
855 }
856 }
857 }
858 }
859 }
860 }
861 }
862 }
863 }
864 }
865 }
866 }
867 }
868 }
869 }
870 }
871 }
872 }
873 }
874 }
875 }
876 }
877 }
878 }
879 }
880 }
881 }
882 }
883 }
884 }
885 }
886 }
887 }
888 }
889 }
890 }
891 }
892 }
893 }
894 }
895 }
896 }
897 }
898 }
899 }
900 }
901 }
902 }
903 }
904 }
905 }
906 }
907 }
908 }
909 }
910 }
911 }
912 }
913 }
914 }
915 }
916 }
917 }
918 }
919 }
920 }
921 }
922 }
923 }
924 }
925 }
926 }
927 }
928 }
929 }
930 }
931 }
932 }
933 }
934 }
935 }
936 }
937 }
938 }
939 }
940 }
941 }
942 }
943 }
944 }
945 }
946 }
947 }
948 }
949 }
950 }
951 }
952 }
953 }
954 }
955 }
956 }
957 }
958 }
959 }
960 }
961 }
962 }
963 }
964 }
965 }
966 }
967 }
968 }
969 }
970 }
971 }
972 }
973 }
974 }
975 }
976 }
977 }
978 }
979 }
980 }
981 }
982 }
983 }
984 }
985 }
986 }
987 }
988 }
989 }
990 }
991 }
992 }
993 }
994 }
995 }
996 }
997 }
998 }
999 }
1000 }
```

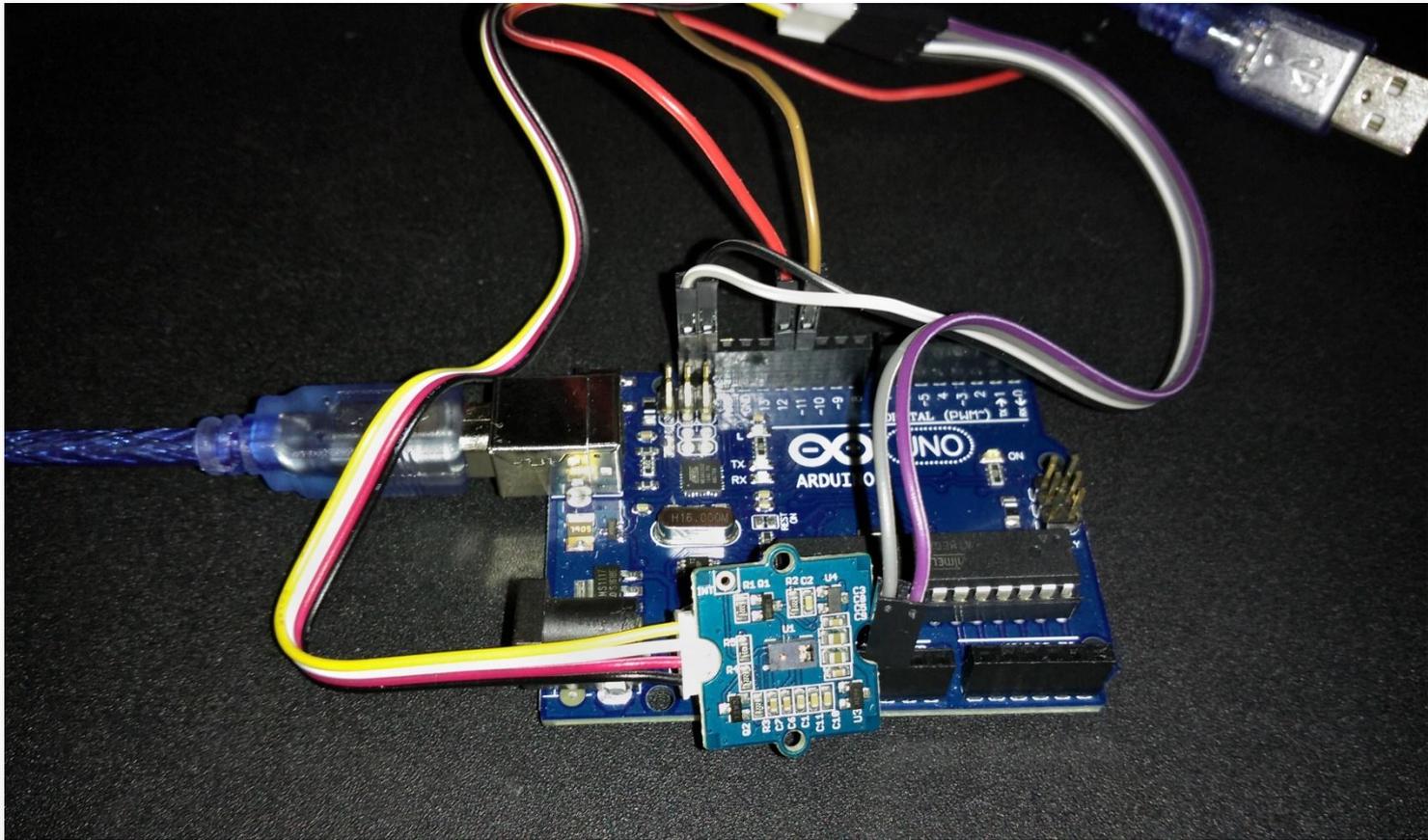
# Программный код:

```
Файл Плавка Скetch Инструменты Помощь
sketch_jun15h $
231 int (message=="j3=u") { j3=0;message=""; } //жест 3 отсутствует
232 if (message=="j4=u") { j4=0;message=""; } //жест 4 вверх
233 if (message=="j4=d") { j4=d;message=""; } //жест 4 вниз
234 if (message=="j4=l") { j4=l;message=""; } //жест 4 влево
235 if (message=="j4=r") { j4=r;message=""; } //жест 4 вправо
236 if (message=="j4=f") { j4=f;message=""; } //жест 4 вперед
237 if (message=="j4=b") { j4=b;message=""; } //жест 4 назад
238 if (message=="j4=c") { j4=c;message=""; } //жест 4 по часовой
239 if (message=="j4=cc") { j4=cc;message=""; } //жест 4 против часовой
240 if (message=="j4=0") { j4=0;message=""; } //жест 4 отсутствует
241 if (message=="j5=u") { j5=0;message=""; } //жест 5 вверх
242 if (message=="j5=d") { j5=d;message=""; } //жест 5 вниз
243 if (message=="j5=l") { j5=l;message=""; } //жест 5 влево
244 if (message=="j5=r") { j5=r;message=""; } //жест 5 вправо
245 if (message=="j5=f") { j5=f;message=""; } //жест 5 вперед
246 if (message=="j5=b") { j5=b;message=""; } //жест 5 назад
247 if (message=="j5=c") { j5=c;message=""; } //жест 5 по часовой
248 if (message=="j5=cc") { j5=cc;message=""; } //жест 5 против часовой
249 if (message=="j5=0") { j5=0;message=""; } //жест 5 отсутствует
250 if (message=="j6=u") { j6=0;message=""; } //жест 6 вверх
251 if (message=="j6=d") { j6=d;message=""; } //жест 6 вниз
252 if (message=="j6=l") { j6=l;message=""; } //жест 6 влево
253 if (message=="j6=r") { j6=r;message=""; } //жест 6 вправо
254 if (message=="j6=f") { j6=f;message=""; } //жест 6 вперед
255 if (message=="j6=b") { j6=b;message=""; } //жест 6 назад
256 if (message=="j6=c") { j6=c;message=""; } //жест 6 по часовой
257 if (message=="j6=cc") { j6=cc;message=""; } //жест 6 против часовой
258 if (message=="j6=0") { j6=0;message=""; } //жест 6 отсутствует
259 if (message=="j7=u") { j7=0;message=""; } //жест 7 вверх
260 if (message=="j7=d") { j7=d;message=""; } //жест 7 вниз
261 if (message=="j7=l") { j7=l;message=""; } //жест 7 влево
262 if (message=="j7=r") { j7=r;message=""; } //жест 7 вправо
263 if (message=="j7=f") { j7=f;message=""; } //жест 7 вперед
264 if (message=="j7=b") { j7=b;message=""; } //жест 7 назад
265 if (message=="j7=c") { j7=c;message=""; } //жест 7 по часовой
266 if (message=="j7=cc") { j7=cc;message=""; } //жест 7 против часовой
267 if (message=="j7=0") { j7=0;message=""; } //жест 7 отсутствует
268 if (message=="j8=u") { j8=0;message=""; } //жест 8 вверх
269 if (message=="j8=d") { j8=d;message=""; } //жест 8 вниз
270 if (message=="j8=l") { j8=l;message=""; } //жест 8 влево
271 if (message=="j8=r") { j8=r;message=""; } //жест 8 вправо
272 if (message=="j8=f") { j8=f;message=""; } //жест 8 вперед
273 if (message=="j8=b") { j8=b;message=""; } //жест 8 назад
274 if (message=="j8=c") { j8=c;message=""; } //жест 8 по часовой
275 if (message=="j8=cc") { j8=cc;message=""; } //жест 8 против часовой
276 if (message=="j8=0") { j8=0;message=""; }
---
```

```
Файл Плавка Скetch Инструменты Помощь
sketch_jun15h
139 data=0;
140 w=1;
141 digitalWrite(vd4,HIGH);
142 }
143 if (!(data == j5) && !(data==0) && m==4){
144 m=5;
145 data=0;
146 w=1;
147 digitalWrite(vd5,HIGH);
148 }
149 if (!(data == j6) && !(data==0) && m==5){
150 m=6;
151 data=0;
152 w=1;
153 digitalWrite(vd6,HIGH);
154 }
155 if (!(data == j7) && !(data==0) && m==6){
156 m=7;
157 data=0;
158 w=1;
159 digitalWrite(vd7,HIGH);
160 }
161 if (!(data == j8) && !(data==0) && m==7){
162 m=8;
163 data=0;
164 w=1;
165 digitalWrite(vd8,HIGH);
166 }
169 if(m==8 && !(w==1)){
170 digitalWrite(power, LOW); //power пассивный
171 delay(5000);
172 digitalWrite(vd8,LOW);
173 delay(100);
174 digitalWrite(vd7,LOW);
175 delay(100);
176 digitalWrite(vd6,LOW);
177 delay(100);
178 digitalWrite(vd5,LOW);
179 delay(100);
180 digitalWrite(vd4,LOW);
181 delay(100);
182 digitalWrite(vd3,LOW);
183 delay(100);
184 digitalWrite(vd2,LOW);
```

```
Файл Плавка Скetch Инструменты Помощь
sketch_jun15h $
185 data=0;
186 digitalWrite(vd1,LOW);
187 digitalWrite(power, HIGH); //power пассивный
188 }
189 if(m==8 && w==1){
190 digitalWrite(vd8,LOW);
191 digitalWrite(vd7,LOW);
192 digitalWrite(vd6,LOW);
193 digitalWrite(vd5,LOW);
194 digitalWrite(vd4,LOW);
195 digitalWrite(vd3,LOW);
196 digitalWrite(vd2,LOW);
197 digitalWrite(vd1,LOW);
198 m=0;
199 w=0;}
200 //-----Изменение жестов через параллельный порт-----
201 while (Serial.available()){ //пока порт доступен
202 char incomingchar=Serial.read(); //считывать символы
203 if (incomingchar!='\n') //если считан символ
204 message+=incomingchar; //прибавить символ
205 if (message=="j1=u") { j1=0;message=""; } //жест 1 вверх
206 if (message=="j1=d") { j1=d;message=""; } //жест 1 вниз
207 if (message=="j1=l") { j1=l;message=""; } //жест 1 влево
208 if (message=="j1=r") { j1=r;message=""; } //жест 1 вправо
209 if (message=="j1=f") { j1=f;message=""; } //жест 1 вперед
210 if (message=="j1=b") { j1=b;message=""; } //жест 1 назад
211 if (message=="j1=c") { j1=c;message=""; } //жест 1 по часовой
212 if (message=="j1=cc") { j1=cc;message=""; } //жест 1 против часовой
213 if (message=="j1=0") { j1=0;message=""; } //жест 1 отсутствует
214 if (message=="j2=u") { j2=0;message=""; } //жест 2 вверх
215 if (message=="j2=d") { j2=d;message=""; } //жест 2 вниз
216 if (message=="j2=l") { j2=l;message=""; } //жест 2 влево
217 if (message=="j2=r") { j2=r;message=""; } //жест 2 вправо
218 if (message=="j2=f") { j2=f;message=""; } //жест 2 вперед
219 if (message=="j2=b") { j2=b;message=""; } //жест 2 назад
220 if (message=="j2=c") { j2=c;message=""; } //жест 2 по часовой
221 if (message=="j2=cc") { j2=cc;message=""; } //жест 2 против часовой
222 if (message=="j2=0") { j2=0;message=""; } //жест 2 отсутствует
223 if (message=="j3=u") { j3=0;message=""; } //жест 3 вверх
224 if (message=="j3=d") { j3=d;message=""; } //жест 3 вниз
225 if (message=="j3=l") { j3=l;message=""; } //жест 3 влево
226 if (message=="j3=r") { j3=r;message=""; } //жест 3 вправо
227 if (message=="j3=f") { j3=f;message=""; } //жест 3 вперед
228 if (message=="j3=b") { j3=b;message=""; } //жест 3 назад
229 if (message=="j3=c") { j3=c;message=""; } //жест 3 по часовой
230 if (message=="j3=cc") { j3=cc;message=""; } //жест 3 против часовой
```

# Основная конструкция устройства:



# Демонстрация работы устройства:



# Заключение

По итогу выполнения ВКР были созданы:

- Схема электрическая принципиальная;
- Блок-схема программы;
- Программный код для работы устройства.

Проанализированы и изучены:

- Микроконтроллеры megaAVR и платы Arduino;
- Среды программирования микроконтроллеров.

Спасибо за внимание!