

Министерство образования Пензенской области  
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа им. М.Ю.Лермонтова  
с. Засечное Пензенского района

## Научно-практическая конференция «Старт в науку»

секция «Информатика»

### Универсальный демонстрационный измерительный прибор на базе микроконтроллера Arduino



Выполнил:  
Кулаков Дмитрий  
ученик 10 класса  
МБОУ СОШ им.М.Ю.Лермонтова  
с.Засечное  
Пензенского района  
Научный руководитель:  
Емельянов Игорь Борисович  
учитель информатики



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>3</b>
<b>Разработка электрической схемы.....</b>	<b>4</b>
<b>Разработка кода прошивки микроконтроллера.....</b>	<b>7</b>
<b>Разработка приложения.....</b>	<b>7</b>
<b>Тестирование комплекта.....</b>	<b>9</b>
<b>Дальнейшее развитие проекта.....</b>	<b>9</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>9</b>
<b>Список использованной литературы .....</b>	<b>10</b>
<b>Приложения.....</b>	<b>11</b>

## 1. Введение.

### Актуальность работы:

Изучение основ электротехники и тем школьной физики, связанных с изучением электромагнитных явлений не только формирует научное мировоззрение и позволяет успешно сдать государственную аттестацию, но и позволяет накопить навыки, применяемые в повседневной жизни, например, при использовании электрических приборов и устройств.

Важнейшей составляющей частью урока физики является демонстрационный эксперимент. Я учусь в современной школе, оборудованной по последнему слову техники, но у небольших сельских школ зачастую не хватает финансирования для оснащения кабинета физики современным оборудованием, а приборы, приобретенные ранее, со временем приходят в негодность.

Цена на новые приборы очень высока. Приведу некоторые расценки на оборудование, которые я нашел в сети Интернет.

*Амперметр с гальванометром демонстрационный .....7377.00 руб.*

*Вольтметр с гальванометром демонстрационный.....7987.00 руб.*

(информация с сайта <http://labbox.ru/>)

В тоже самое время практически каждый кабинет физики, даже в сельской школе, оборудован проекционным оборудованием, подключенным к компьютеру.

Возникла идея создать устройство на базе микроконтроллера Ардуино, подключаемое к компьютеру, и написать программу, которая позволяет считывать данные с микроконтроллера и отображать цифровую и аналоговую информацию на монитор или экран проектора.

В результате успешной реализации идеи школа получит значительный выигрыш в бюджете.

### Цель исследования:

1. Изучить принципы измерения электрических величин. Познакомится со схемотехникой деления напряжения, выпрямления напряжения.
2. Изучить вопрос преобразования электрического сигнала в цифровую информацию.
3. Исследовать возможность применения полученного программного продукта проведения демонстрационного эксперимента и лабораторных работ на школьных уроках физики.

### Задачи:

1. Разработать электрическую схему подключения микроконтроллера к реальным электрическим схемам.
2. Разработать код прошивки микроконтроллера для преобразования электрических величин и передачи цифровой информации через COM порт.

3. Разработать кроссплатформенное десктопное приложение, которое позволит интерпретировать информацию и представить ее для отображения на мониторе или экране проектора.

**Предмет исследования:** Электрические схемы, микроконтроллер, компьютер.

**Методы исследования:** измерение, сравнение, эксперимент, тестирование программных продуктов.

**Практическая значимость:** полученное в результате работы программное обеспечение будет иметь невысокую стоимость и позволит заменить демонстрационные измерительные приборы.

## 2. Разработка электрической схемы.

### 2.1. Постановка задачи

Аналоговые входы микроконтроллера позволяют измерить постоянное напряжение от 0 до 5 вольт.

Требуется разработать схему, которая позволит привести измеряемые величины к заданному значению.

### 2.2. Измерение постоянного напряжения.

Для измерения постоянного напряжения решено было выбрать два диапазона: 0-5 В и 0-50 В. Первый диапазон позволяет подключить напряжение напрямую к аналоговому входу, а второй потребует делитель напряжения.

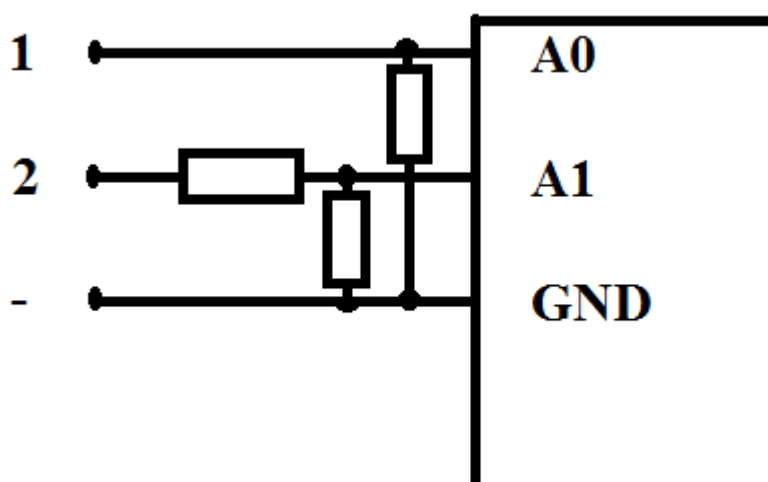


Рисунок 1. Схема делителя напряжения.

Вход 1 подключается к измеряемому напряжению до 5 вольт, вывод 2 до 50 В. Между входами микроконтроллера и GND обязательно включение «противошумных» резисторов. Резистор «деления» для измеряемого диапазона 0-50 В должен быть в 10 раз больше, чем «противошумный».

### 2.3 Измерение переменного напряжения.

Схема подключения делителя на два диапазона для переменного напряжения отличается включением в цепь выпрямительных диодов и сглаживающих электролитических конденсаторов.

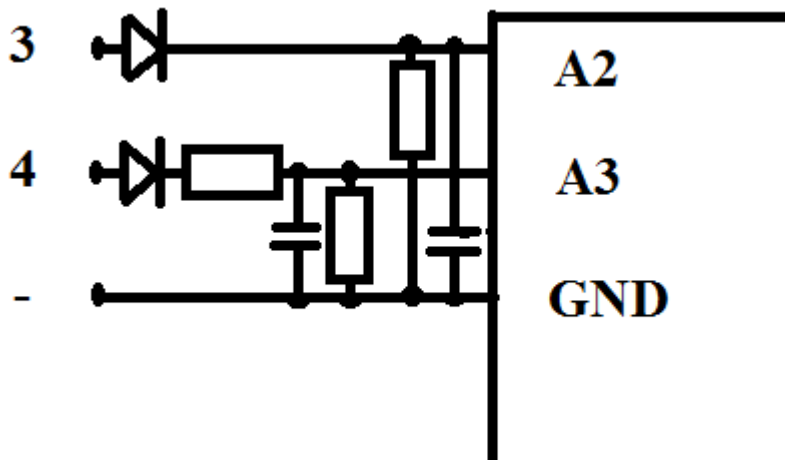


Рисунок 2. Делитель для переменного напряжения.

Коэффициент деления и диапазоны измерения такие же, как и для измерения постоянного напряжения.

### 2.4 Измерение постоянного тока.

Измерение силы тока в моем комплекте основано на измерении падения напряжения на резисторе малого сопротивления и достаточно большой мощности. В качестве резистора использовалась нихромовая проволока диаметром 0,6 мм. Длина проволоки найдена экспериментальным путем.

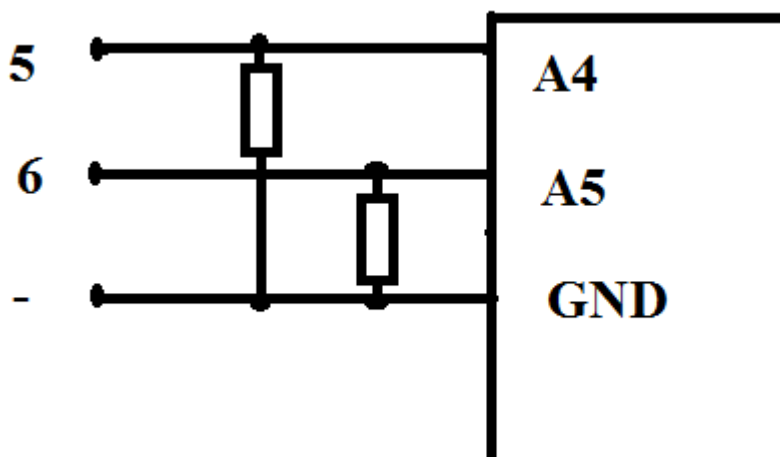


Рисунок 3. Измерение постоянного тока.

## 2.5 Измерение переменного тока.

Измерение переменного тока происходит путем выпрямления и сглаживания падающего напряжения.

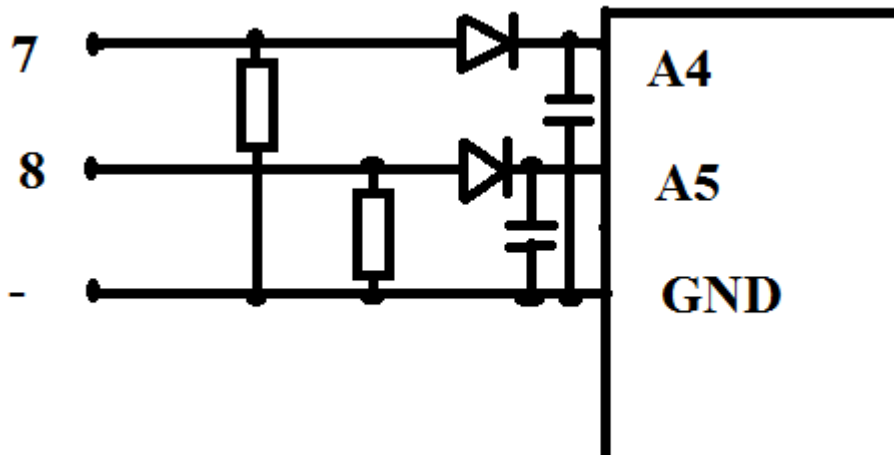


Рисунок 4. Измерение переменного тока.

## 2.6 Измерение сопротивления.

Измерение сопротивления происходит путем измерения падения напряжения на «опорном» резисторе, которое будет меняться в зависимости от величины измеряемого сопротивления.

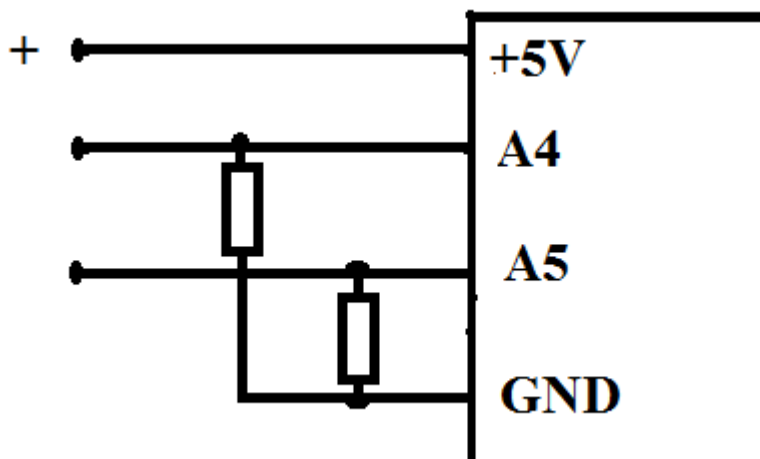


Рисунок 5. Измерение сопротивления.

Монтажная плата выполнена методом химического травления фольгированного текстолита хлорным железом.

Для переключения входов измерителя решено было отказаться от галетного переключателя с целью рассмотрения вопроса проведения одновременных измерений различных электрических параметров.

### 3. Разработка кода прошивки микроконтроллера.

Программа прошивки микроконтроллера выполняет следующие функции:

- обеспечивает передачу данных по СОМ-порту.
  - в зависимости от принимаемых данных производит считывание уровня сигнала с соответствующего аналогового входа.
  - передает с установленной периодичностью уровень считанного сигнала.
- Полный код прошивки можно посмотреть в приложении 1.

### 4. Разработка приложения.

Приложение разрабатывалось в интегрированной среде разработки Eclipse. Для обеспечения кроссплатформенности приложения для разработки использовался язык программирования Java SE8.

Оконный интерфейс приложения реализован с помощью библиотеки **javax.swing**, обработка событий **java.awt.event**.

В проект подключены сторонние библиотеки **arduino.jar** и **jSerialComm.jar**.

Структура проекта изображена на рисунке 7.

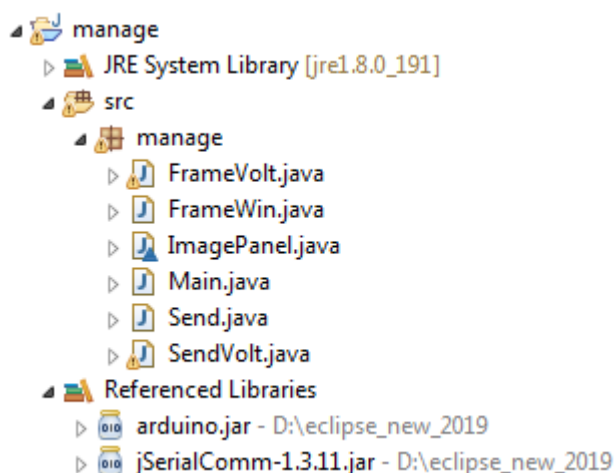


Рисунок 7. Структура проекта..

#### 4.1 Интерфейс приложения.

Так как есть решение дальнейшего развития проекта, то перед запуском приложения необходимо пройти своеобразную «авторизацию» подключаемого микроконтроллера:

- ввести номер порта СОМ
- выбрать наименование виртуального измерителя.

К одному компьютеру можно подключать несколько микроконтроллеров и перед запуском их необходимо «авторизовать».

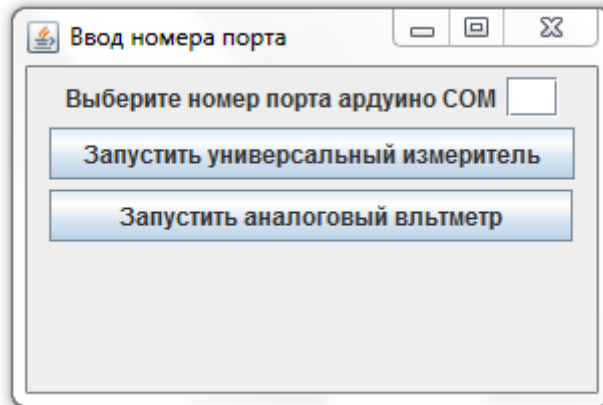


Рисунок 8. Окно «авторизации» микроконтроллера.

Если номер порта указан верно, то запустится выбранный измеритель.

Слева отображается схема подключения измерителя. Схема показывает, каким образом необходимо подключить измеритель в схему.

Сверху аналоговый индикатор (типа прогресс-бар). Этот индикатор показывает значение измеряемой величины в процентном отношении от текущего максимума.

Справа единицы измерения, внизу кнопки выбора параметров, в центре цифровой индикатор величин.

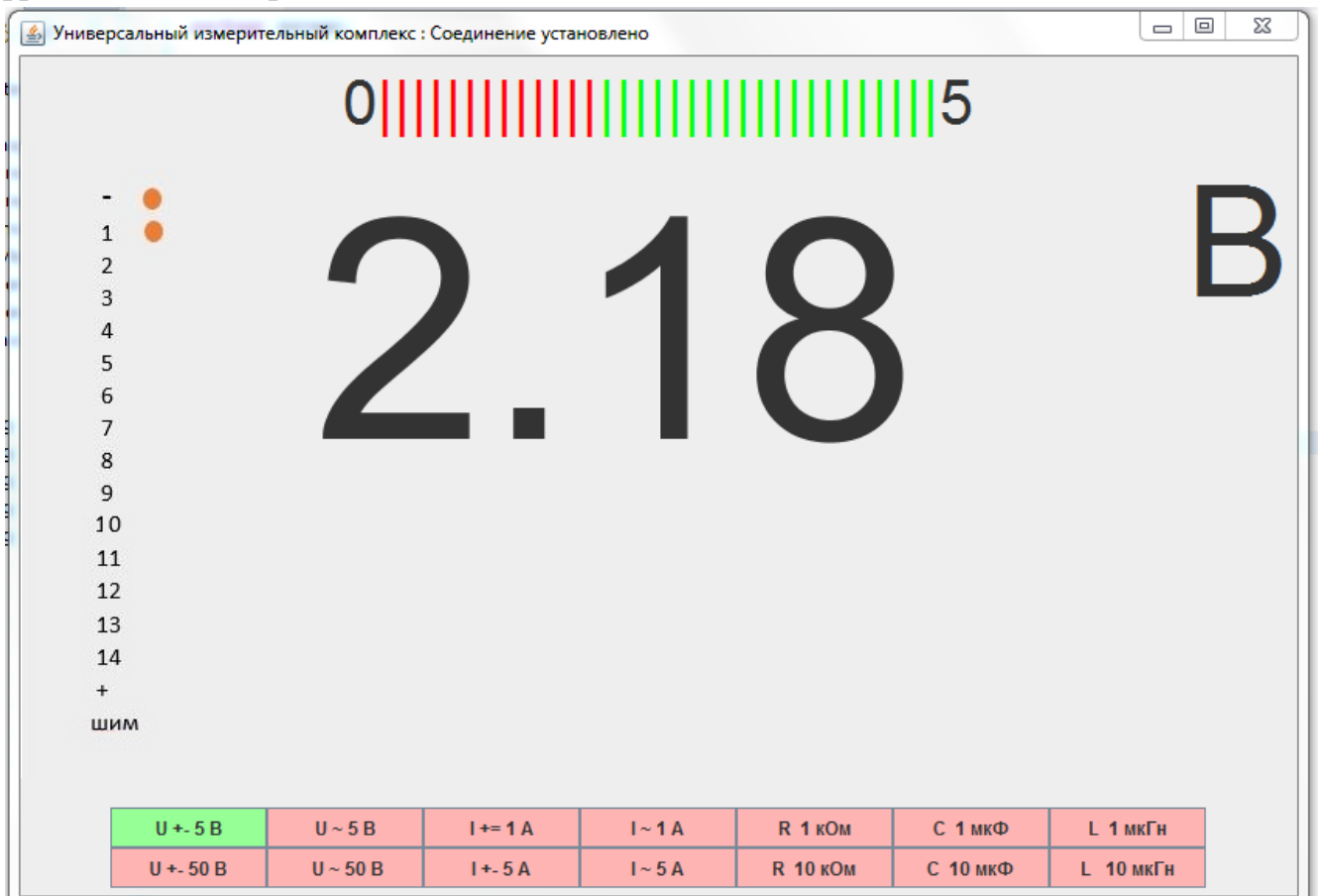


Рисунок 9. Окно универсального измерителя.



## 4.2 Калибровка

Калибровка прибора осуществлялась при помощи цифрового мультиметра DT830T.

Подключая мультиметр параллельно измерителю и изменяя значение коэффициента (значение локальной переменной **double zt** метода **public void run()** класса **public class Send extends Thread**), выводимое значение цифрового измерителя приводилось в соответствие с показаниями мультиметра.

## 5. Тестирование комплекта.

Тестирование комплекса производили сторонние пользователи. При тестировании учитывалось удобство интерфейса приложения и возможные ошибки и исключения программного обеспечения.

После учета всех замечаний пришлось изготовить более удобные соединительные провода и добавить в программу метод «перегрузка», который срабатывал при параметрах, превышающих выбранный диапазон измерений.

## 6. Дальнейшее развитие проекта.

В настоящее время проект находится в стадии дальнейшего совершенствования, но даже в таком виде комплект возможно применять на уроках физики для проведения демонстрационного эксперимента и на лабораторных работах по электричеству.

Планируется в дальнейшем подключить функции измерения емкости и индуктивности в универсальный измеритель.

При необходимости можно добавить отдельные цифровые и аналоговые индикаторы для выполнения отдельных задач.

## 7. Заключение.

В результате выполнения работы я изучил принципы измерения электрических величин. Познакомится со схемотехникой деления напряжения, выпрямления напряжения.

Разобрался с принципами преобразования электрического сигнала в цифровую информацию.

Усовершенствовал свои знания в языке программирования Java, навыки работы в интегрированной среде разработки Eclipse. Научился подключать к проекту сторонние библиотеки, экспортировать программный код в исполняемый файл.

Полученный в процессе работы комплект могут использовать и учителя, и ученики при изучении темы «электрические явления».

### **Список использованной литературы**

1. Емельянов И.Б. Компьютерные науки: изучение языка программирования Java. Часть 1-2: учебно-методическое пособие / Емельянов И.Б., Емельянов Р.И. – Пенза: АО «Областной издательский центр», 2018. – 96 с.

2. «Амперка» [Электронный ресурс]. URL: <https://amperka.ru/> (дата обращения: 4.12.2019).

## Приложение 1. код прошивки микроконтроллера

```

boolean a1,a2,a3,a4,a5,a6,a7,a8;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  if (Serial.available() != 0) {
    byte b = Serial.read();
    if(b=='1'){
      a1=true;a2=false;a3=false;a4=false;a5=false;a6=false;a7=false;a8=false;
    }
    if(b=='2'){
      a1=false;a2=true;a3=false;a4=false;a5=false;a6=false;a7=false;a8=false;
    }
    if(b=='3'){
      a1=false;a2=false;a3=true;a4=false;a5=false;a6=false;a7=false;a8=false;
    }
    if(b=='4'){
      a1=false;a2=false;a3=false;a4=true;a5=false;a6=false;a7=false;a8=false;
    }
    if(b=='5'){
      a1=false;a2=false;a3=false;a4=false;a5=true;a6=false;a7=false;a8=false;
    }
    if(b=='6'){
      a1=false;a2=false;a3=false;a4=false;a5=false;a6=true;a7=false;a8=false;
    }
    if(b=='7'){
      a1=false;a2=false;a3=false;a4=false;a5=false;a6=false;a7=true;a8=false;
    }
    if(b=='8'){
      a1=false;a2=false;a3=false;a4=false;a5=false;a6=false;a7=false;a8=true;
    }
  }

  if (a1) Serial.print(analogRead(A0));
  if (a2) Serial.print(analogRead(A1));
  if (a3) Serial.print(analogRead(A2));
  if (a4) Serial.print(analogRead(A3));
  if (a5) Serial.print(analogRead(A4));
  if (a6) Serial.print(analogRead(A5));

  delay(500);
}

```

## Приложение 2. код класса Main

```

package manage;

import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import javax.swing.JButton;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JPanel;
import javax.swing.JTextField;

public class Main{
    public static void main(String[]args) throws Exception {

        JFrame in=new JFrame("Ввод номера порта");
        JPanel pp=new JPanel();
        in.setBounds(100,100,300,200);
        in.add(pp);
        JTextField t=new JTextField(2);
        JButton bb=new JButton("Запустить универсальный измеритель");
        JButton bb1=new JButton("    Запустить аналоговый вольметр    ");
        pp.add(new JLabel("Выберите номер порта ардуино COM"));
        pp.add(t);
        pp.add(bb);
        pp.add(bb1);
        in.setVisible(true);
        in.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        bb.addActionListener(new ActionListener() {
            public void actionPerformed(ActionEvent event) {
                try {
                    String com=t.getText().toString().trim();
                    if (!com.equals("")) {
                        FrameWin.mainn(com);
                        in.dispose();
                    }
                } catch (Exception e) {
                }
            }
        });
        bb1.addActionListener(new ActionListener() {
            public void actionPerformed(ActionEvent event) {
                try {
                    String com=t.getText().toString().trim();
                    if (!com.equals("")) {
                        FrameVolt.mainn(com);
                        in.dispose();
                    }
                } catch (Exception e) {
                }
            }
        });
    }
}

```

## Приложение 3. код класса FrameWin

```

package manage;
import java.awt.BorderLayout;
import java.awt.Color;
import java.awt.Container;
import java.awt.FlowLayout;
import java.awt.Font;
import java.awt.GridLayout;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import javax.swing.ImageIcon;
import javax.swing.JButton;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JPanel;
import arduino.Arduino;

public class FrameWin {
    static int pan;
    static int proc;
    static String end;
    static Container container;
    static JPanel right=new JPanel();
    static JFrame f=new JFrame("Универсальный измерительный комплекс");
    static Arduino arduino ;
    static JLabel zn=new JLabel();
    static JLabel izm=new JLabel();
    static JLabel txt=new JLabel();
    static JButton b1=new JButton(" U +- 5 B ");
    static JButton b2=new JButton(" U +- 50 B ");
    static JButton b3=new JButton(" U ~ 5 B ");
    static JButton b4=new JButton(" U ~ 50 B");
    static JButton b5=new JButton(" I += 1 A ");
    static JButton b6=new JButton(" I +- 5 A ");
    static JButton b7=new JButton(" I ~ 1 A ");
    static JButton b8=new JButton(" I ~ 5 A ");
    static JButton b9=new JButton(" R 1 кОм ");
    static JButton b10=new JButton(" R 10 кОм ");
    static JButton b11=new JButton(" C 1 мкФ ");
    static JButton b12=new JButton(" C 10 мкФ ");
    static JButton b13=new JButton(" L 1 мкГн ");
    static JButton b14=new JButton(" L 10 мкГн ");
    static ImagePanel left[]=new ImagePanel[15];
    public static void mainn(String com) throws Exception {
        arduino = new Arduino("COM"+com, 9600);
        for(int pn=0;pn<15;pn++)
            left[pn]=new ImagePanel(new ImageIcon("u"+pn+".png").getImage());
        f.setSize(840, 580);
        f.setLocation(100, 100);
        f.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE );
        zn.setFont(new Font("arial",Font.PLAIN,100));
        right.add(zn);
        JPanel tab=new JPanel();
        izm.setFont(new Font("arial",Font.PLAIN,200));
    }
}

```

```

tab.add(izm);
JPanel nad=new JPanel();
txt.setFont(new Font("arial",Font.PLAIN,40));
nad.add(txt);
JPanel grid = new JPanel(new GridLayout(2, 1) );
grid.add (b1);
grid.add (b3);
grid.add (b5);
grid.add (b7);
grid.add (b9);
grid.add (b11);
grid.add (b13);
grid.add (b2);
grid.add (b4);
grid.add (b6);
grid.add (b8);
grid.add (b10);
grid.add (b12);
grid.add (b14);
JPanel flow = new JPanel(new FlowLayout(FlowLayout.CENTER));
flow.add(grid);
container = f.getContentPane();
container.add(nad, BorderLayout.NORTH);
container.add(tab, BorderLayout.CENTER);
container.add(flow, BorderLayout.SOUTH);
f.setVisible(true);
if(con()){
    f.setTitle("Универсальный измерительный комплекс : Соединение установлено");
}
    Thread.sleep(1000);
color(left[0], "", '0', 0, " ");
    Thread.sleep(1000);

b1.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        color(left[1], " B", '1', 1, "5");
        b1.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});

b2.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        color(left[2], " B", '1', 2, "50");
        b2.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});

b3.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        color(left[3], " B", '2', 3, "5");
        b3.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});

b4.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        color(left[4], " B", '2', 4, "50");
    }
});

```

```

        b4.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});
b5.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        color(left[5]," mA",'3',5,"1");
        b5.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});
b6.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        color(left[6]," A",'4',6,"5");
        b6.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});
b7.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        color(left[7]," A",'7',7,"w");
        b7.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});
b8.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        color(left[8]," A",'8',6,"8");
        b8.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});
b9.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        color(left[9]," A",'9',9,"w");
        b9.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});
b10.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        color(left[10]," A",'a',10,"s");
        b10.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});
b11.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        txt.setText("Измерение емкости");
        color(left[11],"мкФ",'b',11,"");
        b11.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});
b12.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        txt.setText("Измерение емкости");
        color(left[12],"мкФ",'d',12,"");
        b12.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});

```

```

    });
b13.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        txt.setText("Измерение индуктивности");
        color(left[13],"мкГн','с',13,"");
        b13.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});
b14.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
        txt.setText("Измерение индуктивности");
        color(left[14],"мкГн','е',14,"");
        b14.setBackground(new Color(150,255,150));
    }
});
}

public static String[] progress(int w,String p,double t) {
    String n [] =new String[100];
    n[0]="<html>0<font color=#ff0000>";
    n[1]="<font color=#00ff00>";
    for (int i=1;i<w;i+=3) n[0]+="|";
    n[0]+="</font>";
    for (int i=w;i<100;i+=3) n[1]+="|";
    n[1]+="</font>"+p+"</html>";
    n[2]=t+"";

    return n;
}

public static void color(ImagePanel panel,String nad,char n, int p, String e) {
    zn.setText(nad);
    pan=p;
    container.add(right, BorderLayout.EAST);
    container.add(panel, BorderLayout.WEST);
    f.setSize(841, 581);
    f.setSize(840, 580);
    end=e;
    arduino.serialWrite(n);
    Send ss1=new Send();
    ss1.start();
    b1.setBackground(new Color(255,180,180));
    b2.setBackground(new Color(255,180,180));
    b3.setBackground(new Color(255,180,180));
    b4.setBackground(new Color(255,180,180));
    b5.setBackground(new Color(255,180,180));
    b6.setBackground(new Color(255,180,180));
    b7.setBackground(new Color(255,180,180));
    b8.setBackground(new Color(255,180,180));
    b9.setBackground(new Color(255,180,180));
    b10.setBackground(new Color(255,180,180));
    b11.setBackground(new Color(255,180,180));
    b12.setBackground(new Color(255,180,180));
    b13.setBackground(new Color(255,180,180));
    b14.setBackground(new Color(255,180,180));
}

```



```
        for(int pn=0;pn<15;pn++)
            left[pn].setSize(1,1);
    }

    public static boolean con()throws InterruptedException{
        boolean t=false;
        if(arduino.openConnection()) t=true;
        else System.out.print("trable");
        return t;
    }
}
```