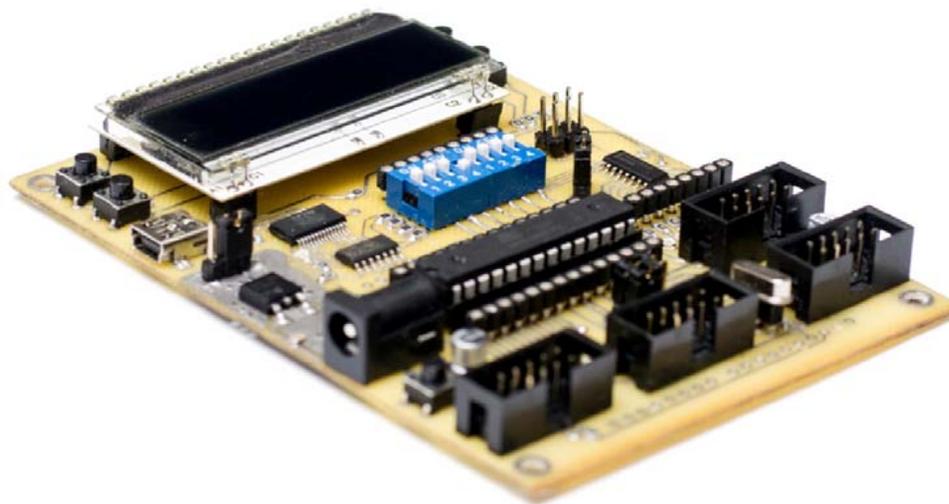


## ОТЛАДОЧНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА АТМЕГА8

**Автор:** Лушаков Петр Николаевич,  
МБОУ «СОШ №53», 11 класс

**Руководитель:** Бурков Владимир Сергеевич  
Преподаватель информатики МБОУ МУК №1 г.Кирова



# Актуальность работы

- Анализ работы микроконтроллера
- Инструмент для создания устройств на базе микроконтроллера
- Библиотека подпрограмм для использования в новых разработках
- Качество и быстрота выполнения задачи

## Цель проекта:

Разработка конкурентно способного отладочного комплекса с набором стандартных подпрограмм.

## Решаемые задачи:

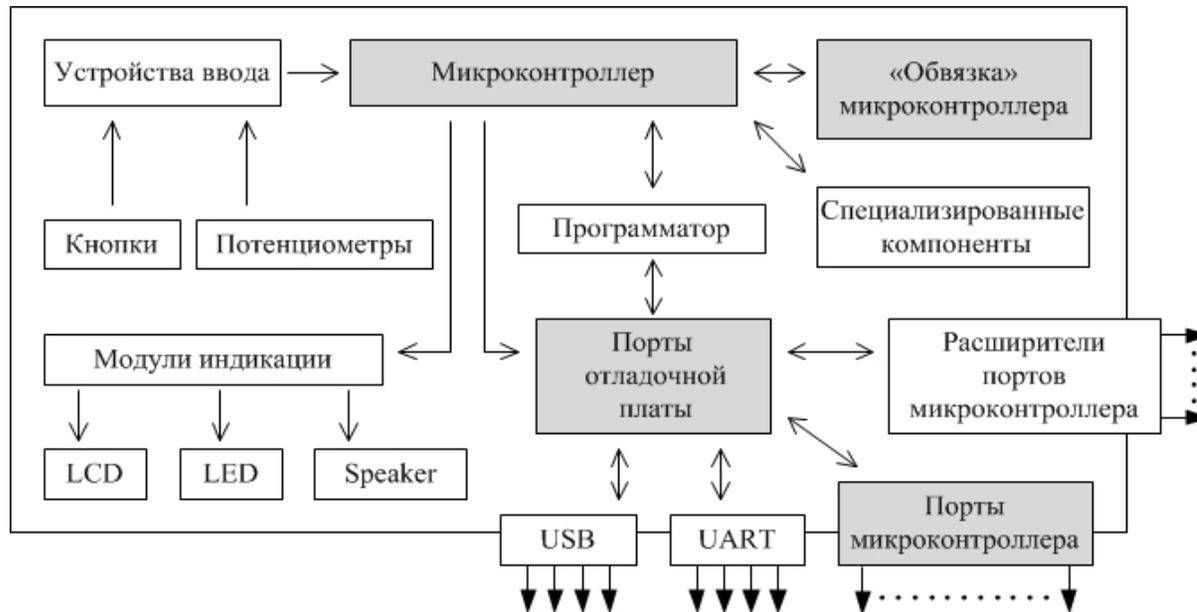
- Анализ и классификация существующих комплексов
- Разработка схемотехнического решения
- Разработка библиотеки подпрограмм
- Сборка и отладка комплекса на макетной плате
- Разработка печатной платы
- Анализ возможностей отладочного комплекса на примере разработки на его основе конкретного устройства

## Состав отладочных комплексов

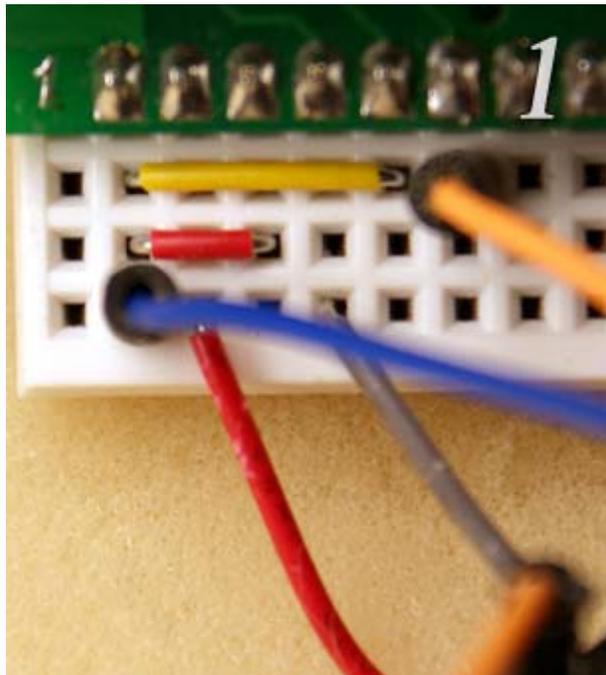
- Аппаратная часть - отладочная плата
- с функциональными элементами
- Программная часть - библиотека подпрограмм для микроконтроллера
- Внешние устройства

## Классификация отладочных плат

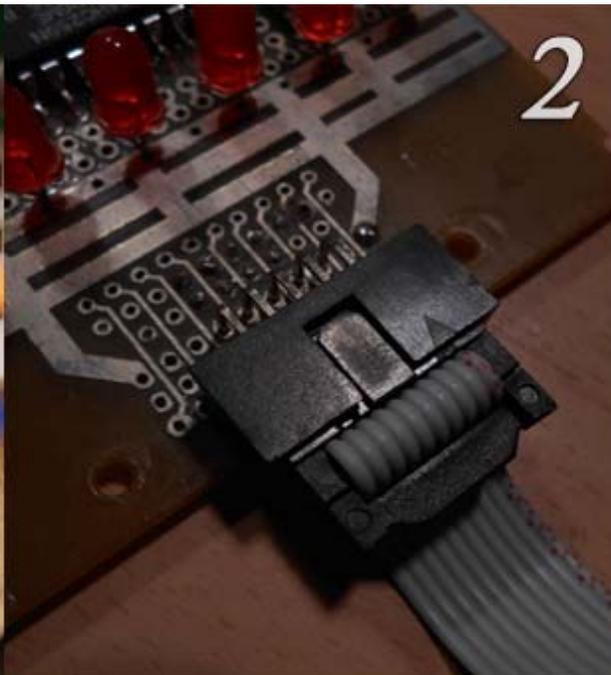
- Универсальная отладочная плата
- Специализированная отладочная плата
- Ознакомительная отладочная плата



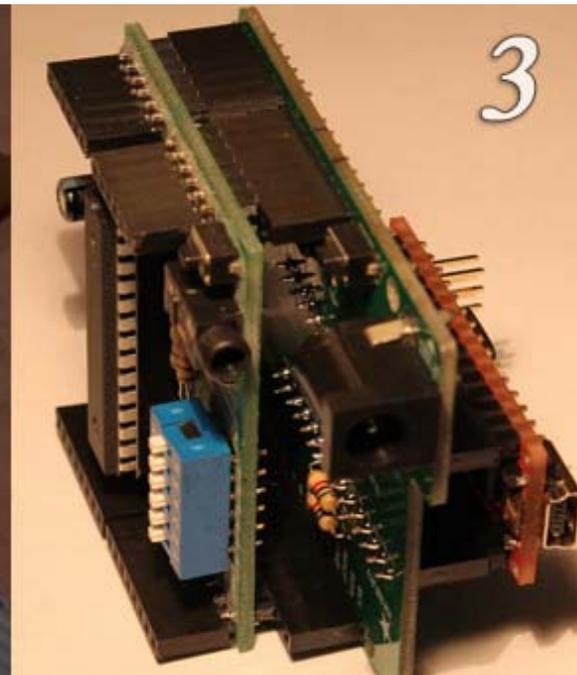
# Способы соединения отладочной платы с внешними устройствами



с помощью  
соединительных  
проводов



с помощью  
стандартных  
разъемов и шлейфов



с помощью стандартных  
разъемов, расположенных  
определённым образом

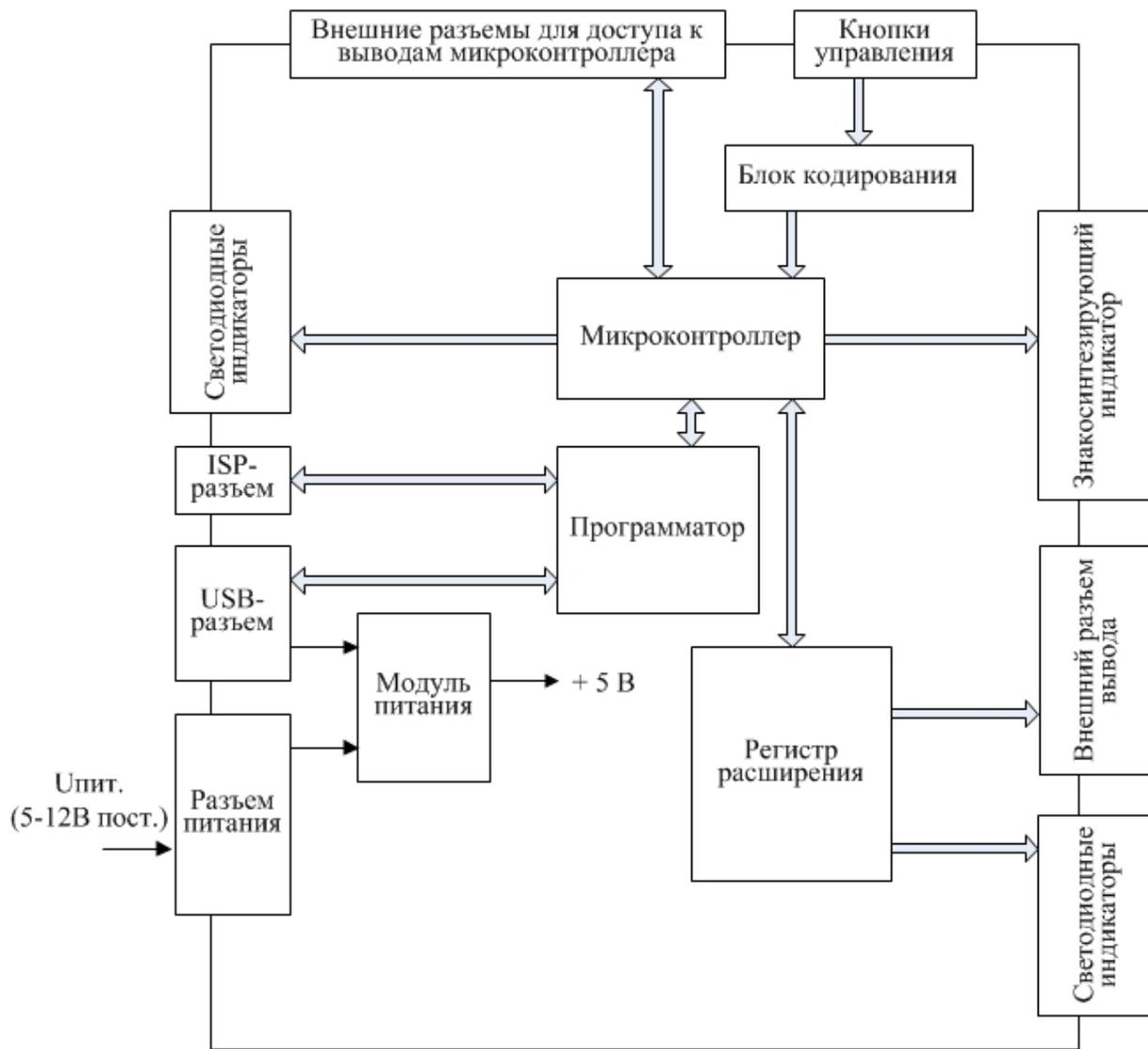
# Характеристики существующих отладочных плат

Отладочная плата	KLIN Electro Board v1	Easy Electronics PinBoard v1	AT AVR BUTTERFLY	AT STK 500	AVR AVR04	ML-5 EASY AVR	Arduino Mega	Arduino UNO
Область применения	У	У	О	У	У	О	О	О
Тактовая частота микроконтроллера, МГц	16	20	16	20	16	16	16	16
Количество свободных выводов	52	32	Нет	32	32	32	70	20
Сменный кварцевый резонатор	Да	Да	Нет	Да	Да	Да	Нет	Нет
Область для макетирования	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Нет	Доп.	Доп.
Количество кнопок управления	5	8	Дж.	4	4	32	Доп.	Доп.
Количество светодиодов	Нет	4-8	Нет	8	8	32	Доп.	Доп.
Наличие семисегментного индикатора	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да	Доп.	Доп.
Наличие ЖК-индикатора	Да	Да	Гр.	Да	Да	Да	Доп.	Доп.
Интерфейс UART/RS-232	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Интерфейс USB	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да
Программатор на плате	Да	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет	Нет
Разъемы программирования	ISP, USB, JTAG	USB, JTAG	ISP	ISP, JTAG	ISP, JTAG	ISP, USB, JTAG	ISP	ISP
Напряжение питания, В	7-12	3,5; 5	5	7-12	7-12	7-12	7-12	7-12
Стоимость, руб	2800	2600	700	2800	1700	4200	1600	1100

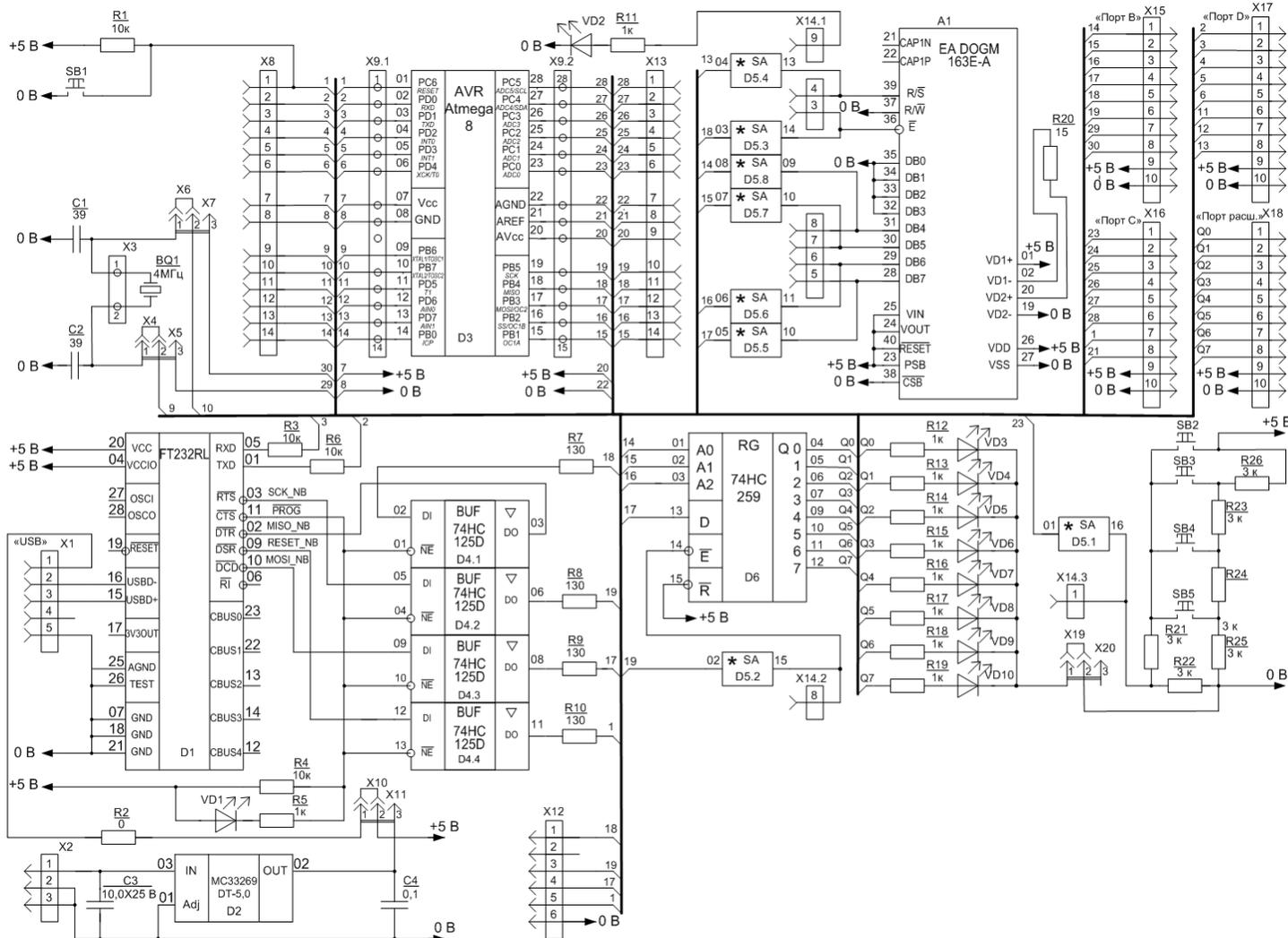
# Требования к новой отладочной плате «Brain»

- Доступ ко всем выводам микроконтроллера через внешние разъемы отладочной платы
- Отладочная плата должна иметь встроенные средства светодиодной и символьной индикации
- Количество кнопок на отладочной плате должно быть достаточным для обеспечения удобства работы, но не очень большим (по 3-5 штук)
- В отладочном комплексе полезно иметь два варианта загрузки программ в микроконтроллер:
  - 1) встроенный в отладочную плату программатор;
  - 2) внешний программатор, подключаемый по интерфейсу ISP
- Отладочный комплекс должен включать в себя библиотеку подпрограмм для выполнения стандартных функций.

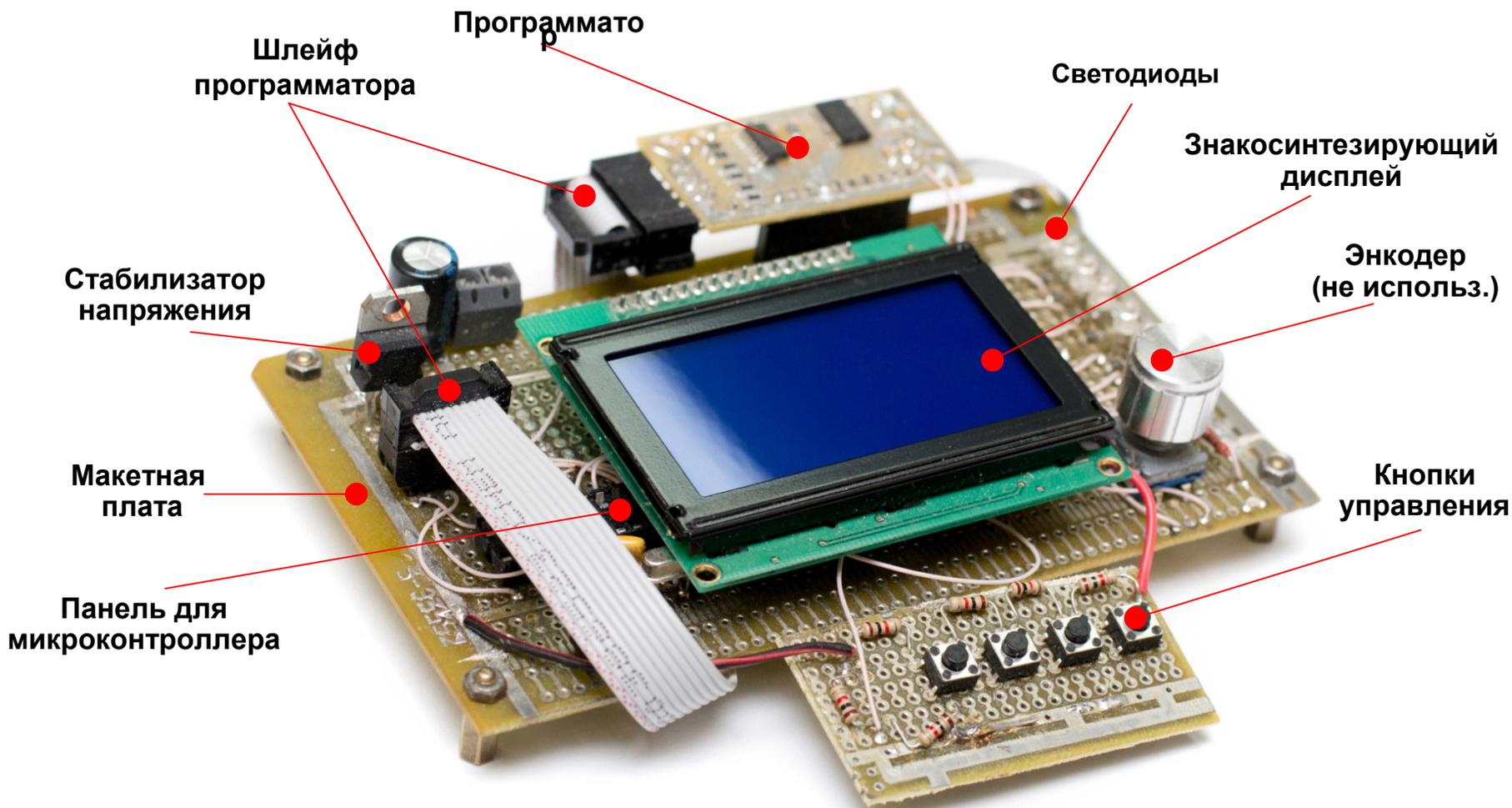
# Структура отладочной платы «Brain»



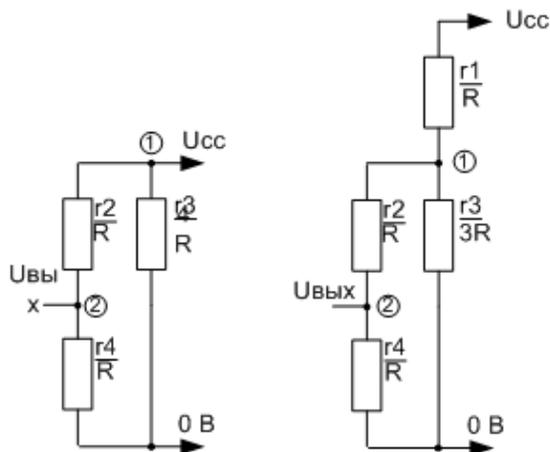
# Принципиальная схема отладочной платы «Brain»



# Макет отладочной платы

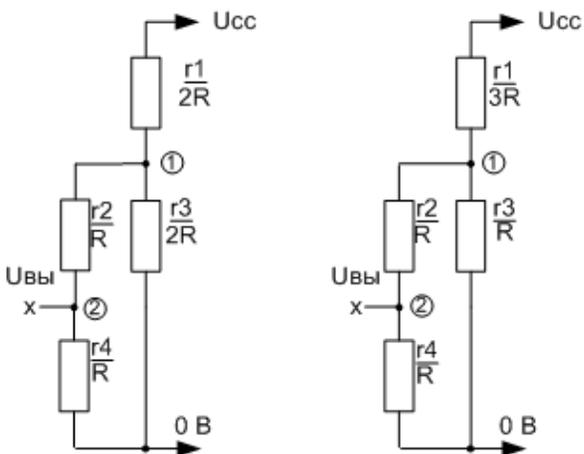


# Расчет блока кодирования для кнопок управления



1) нажата кнопка SB2  
 $U_{\text{вых}} = 1/2 U_{\text{пит}}$

2) нажата кнопка SB3  
 $U_{\text{вых}} = 3/11 U_{\text{пит}}$



3) нажата кнопка SB4  
 $U_{\text{вых}} = 1/6 U_{\text{пит}}$

4) нажата кнопка SB5  
 $U_{\text{вых}} = 1/11 U_{\text{пит}}$

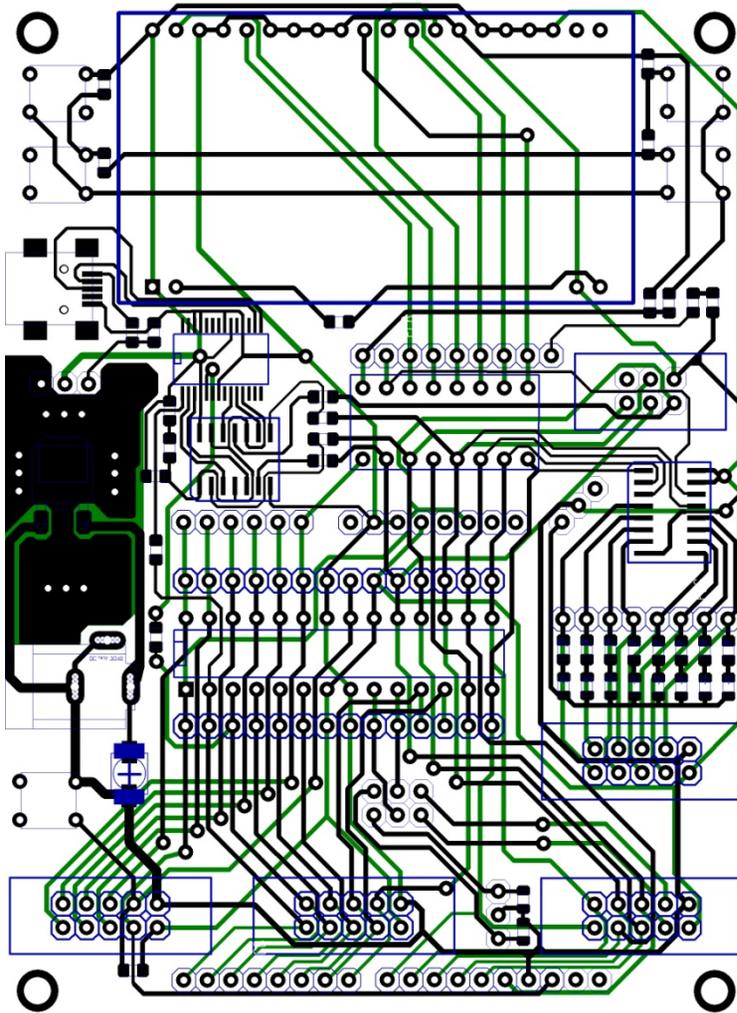
Параметр		Расчетное значение параметра при нажатой кнопке				
		SB2	SB3	SB4	SB5	
1	$U_{\text{вых}}$ (относительно $U_{\text{сц}}$ )	$1/2 U_{\text{сц}}$	$3/11 U_{\text{сц}}$	$1/6 U_{\text{сц}}$	$1/11 U_{\text{сц}}$	
2	$U_{\text{вых}}$ , номинальное значение	Абсолютное значение, В	2,5000	1,3636	0,8333	0,4545
3		10-ричный код при оцифровке	1000	545	333	181
4		16-ричный код при оцифровке	3E8	221	14D	0B5
5		$U_{\text{вых}}$ с отклонением «+»	Абсолютное значение, В	2,625	1.4318	0,8749
6		10-ричный код при оцифровке	1023	572	349	190
7		16-ричный код при оцифровке	3FF	23C	15D	0BE
8	$U_{\text{вых}}$ с отклонением «-»	Абсолютное значение, В	2,375	1,2954	0,7916	0,4318
9		10-ричный код при оцифровке	950	518	316	172
10		16-ричный код при оцифровке	3B6	206	13C	0AC
11	Диапазон 16-ричных кодов для принятия решения о нажатии данной кнопки		3FF-2F9	2F9-1B1	1B1-0FD	0FD-040

**Разрядность АЦП при оцифровке - 10 разрядов, диапазон входных значений АЦП – от 0 до 2,56 В**

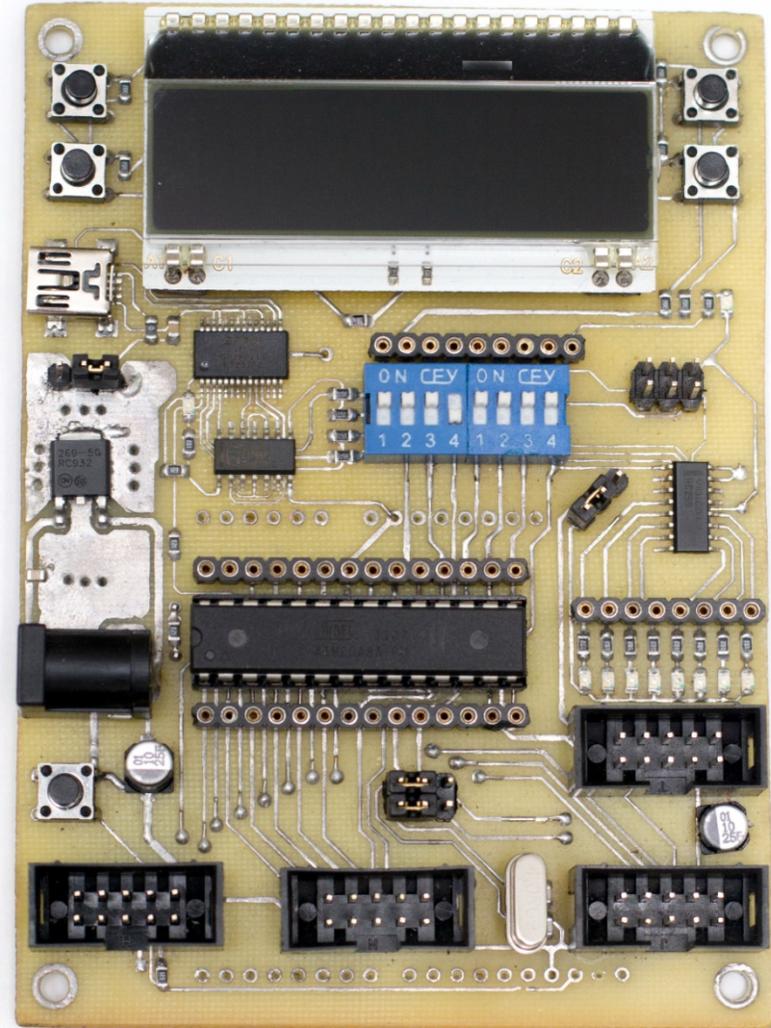
# Разработка печатной платы

- **Типы корпусов элементов:**
  - DIP с шагом между выводами 2,54 мм;
  - SMD с расстоянием между контактными площадками 0,27 мм.
- **Габариты платы** - 110 X 80 мм
- **Минимальная ширина проводников** – 0,25 мм
- **Минимальное расстояние между проводниками** – 0,20 мм
- **Минимальный диаметр отверстий** – 0,8 мм
- **Материал платы** - двухсторонний фольгированный стеклотекстолит СФ-2-50Г-1,0 Икл. ГОСТ 10316-78 (толщина материала – 1 мм, толщина фольги – 50 мкм)

Чертеж  
печатной платы



Внешний вид  
отладочной платы



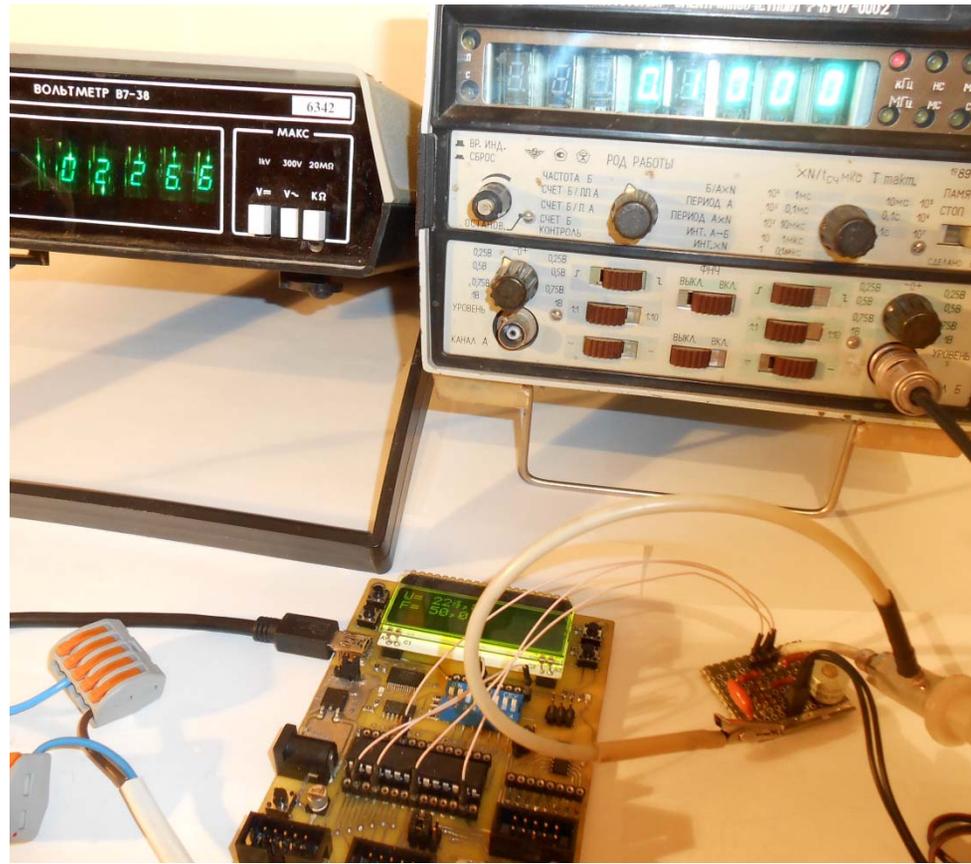
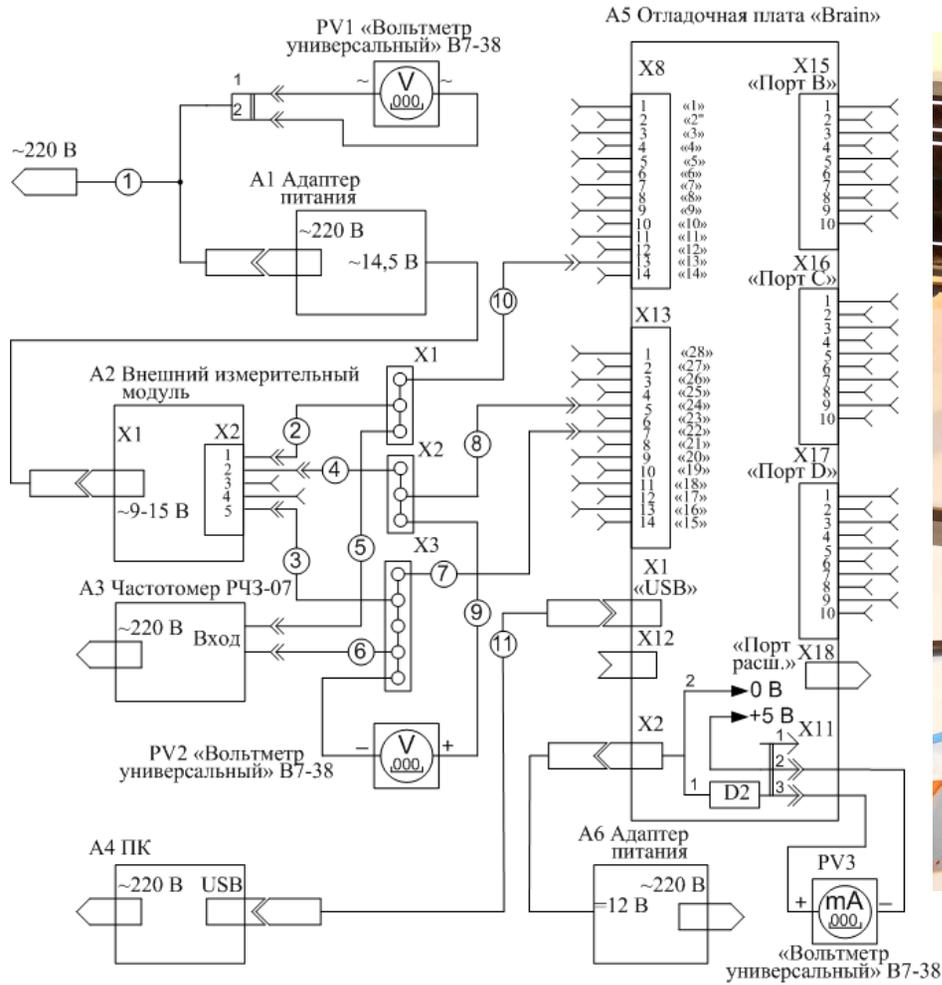
# Программное обеспечение отладочного комплекса

- Библиотека подпрограмм выполнения стандартных функций для микроконтроллера :
  - Подпрограмма двоично-десятичного преобразования чисел
  - Подпрограмма опроса кнопок управления
  - Подпрограмма управления внешним регистром
  - Подпрограмма АЦП
  - Подпрограмма вывода сообщений на символьный индикатор
- Инструментальное ПО отладочного комплекса :
  - Среда разработки - AVR Studio, встроенный Ассемблер
  - Средства загрузки: Avrdude - свободная консольная программа, SinaProg – свободная графическая оболочка
- Демонстрационное ПО - программа устройства контроля напряжения в сети электропитания

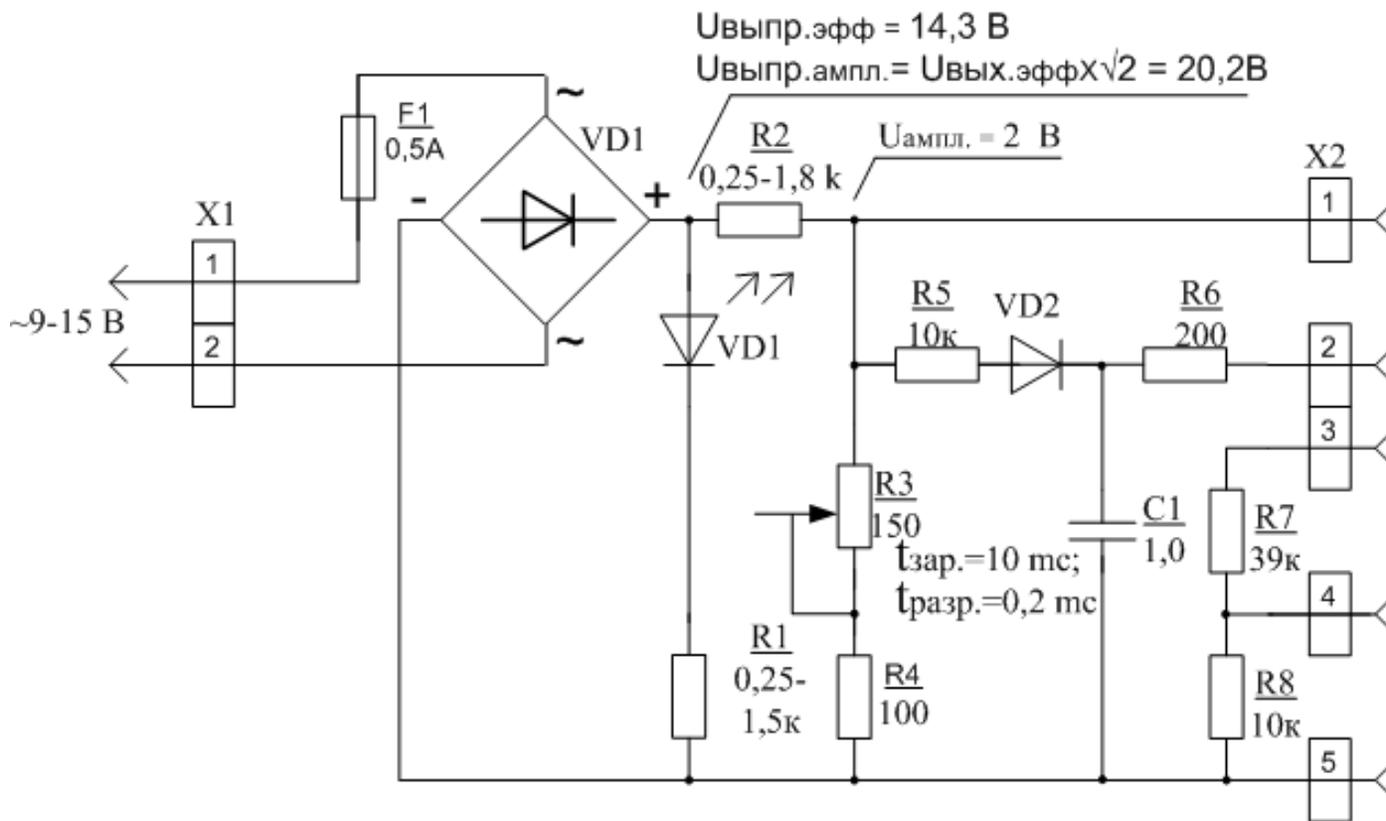
# Экспериментальные исследования отладочного комплекса

- проверка работоспособность отладочной платы и подтверждение правильности выбранных технических решений
- измерение тока потребления отладочной платы в различных режимах функционирования
- измерение значения напряжения на выходе блока кодирования кнопок управления при нажатии каждой кнопки, вывод на индикацию кода, полученного в результате оцифровки этого напряжения, сравнение результатов с расчетными значениями
- проверка возможных вариантов загрузки микроконтроллера, установленного на отладочной плате
- проверка работы подпрограмм из библиотеки стандартных подпрограмм
- проверка эффективности отладочного комплекса для разработки конкретного пользовательского устройства - устройства контроля напряжения в сети электропитания 220 В

# Экспериментальный стенд



# Принципиальная схема внешнего модуля для контроля напряжения 220 В



Точность измерения частоты- 0,1 %  
Точность измерения напряжения- 0,9 %

# Анализ областей применения отладочного комплекса

- Разработка и отладка микропроцессорных устройств с целью упрощения и ускорения процесса разработки (небольшие устройства бытового и профессионального назначения):
  - направление бытовых контрольно-измерительных приборов
  - направление бытовых медицинских приборов для мониторинга и коррекции параметров состояния организма
- Инструмент для обучения и освоения работы с микроконтроллерами

# Заключение

- Приведен анализ принципов функционирования отладочных плат;
- Предложена классификация отладочных плат
- Проведен анализ существующих схемных и конструктивных решений.
- Разработан, отлажен и исследован отладочный комплекс для микроконтроллеров Atmel (Atmega8, Atmega48, Atmega168, Atmega328) в составе:
  - аппаратная часть: отладочная плата
  - программная часть: библиотека подпрограмм для микроконтроллера для реализации стандартных функций
- выполнен расчет блока кодирования для кнопок управления
- проверена эффективность отладочного комплекса на примере разработки устройства контроля напряжения в сети электропитания
- В результате выполненной работы были полностью решены задачи проекта и достигнута цель проекта - разработка и изготовление конкурентно способного отладочного комплекса с набором стандартных подпрограмм.

# Вопросы

