

Цифровая обработка сигналов средствами низкопроизводительных микроконтроллеров общего назначения

Строков Андрей
студент физического факультета ОмГУ



Цель

- Обработка сигналов низкой частоты с помощью микроконтроллера, работающего в составе системы, без использования дополнительного DSP

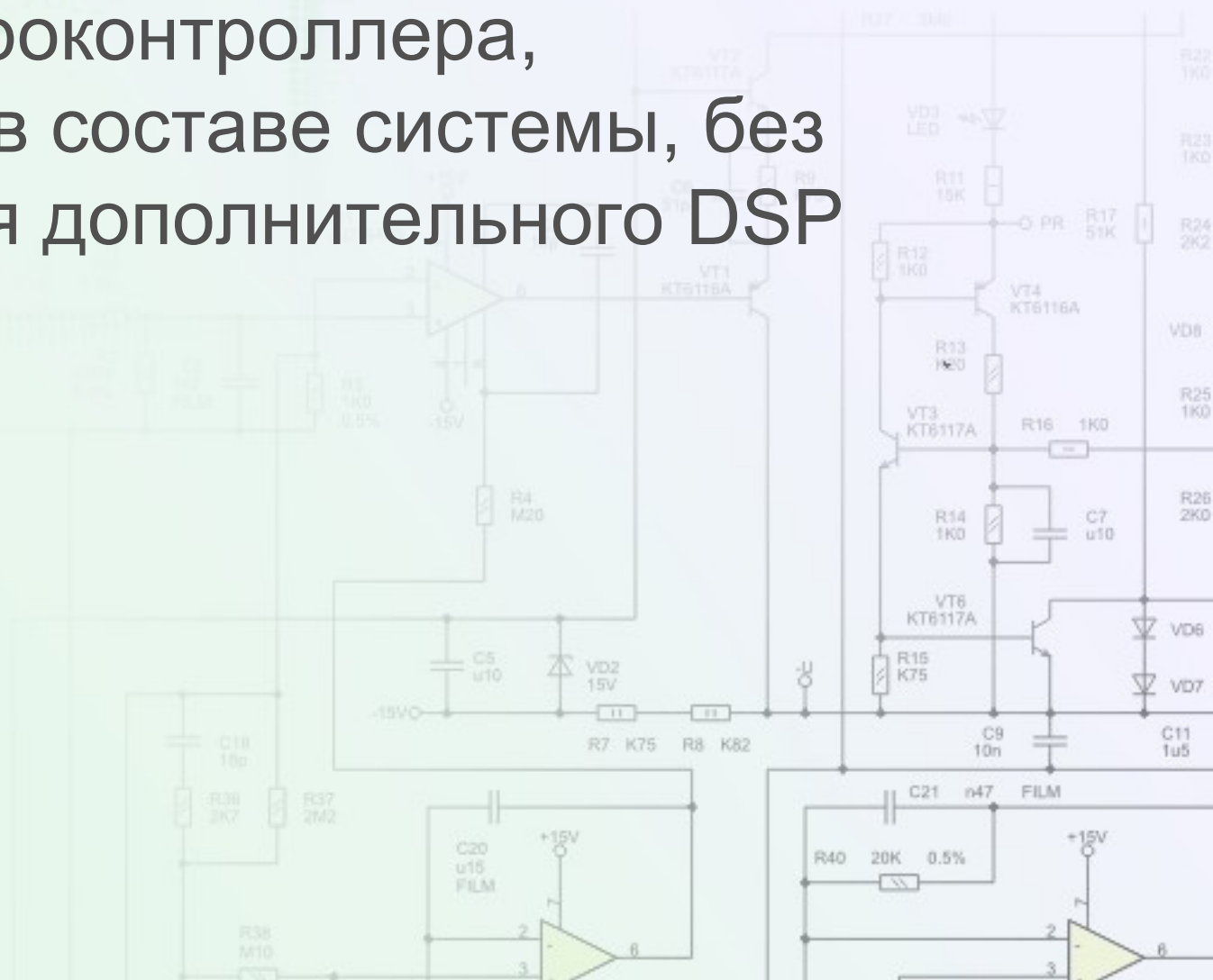
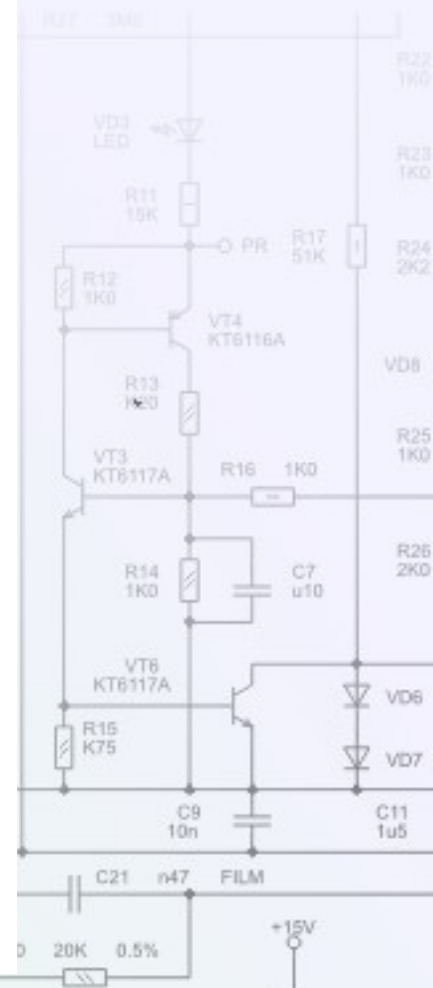
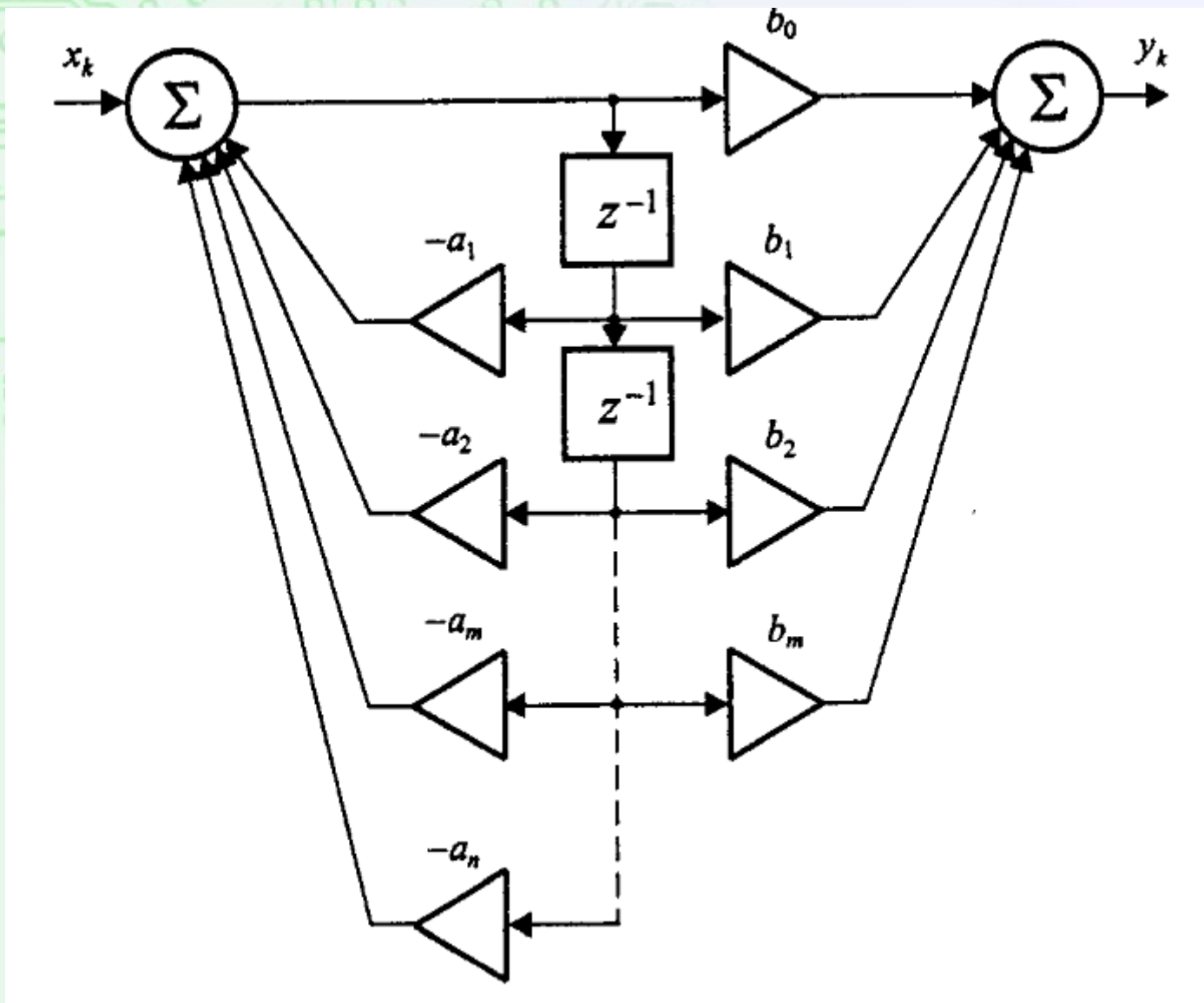
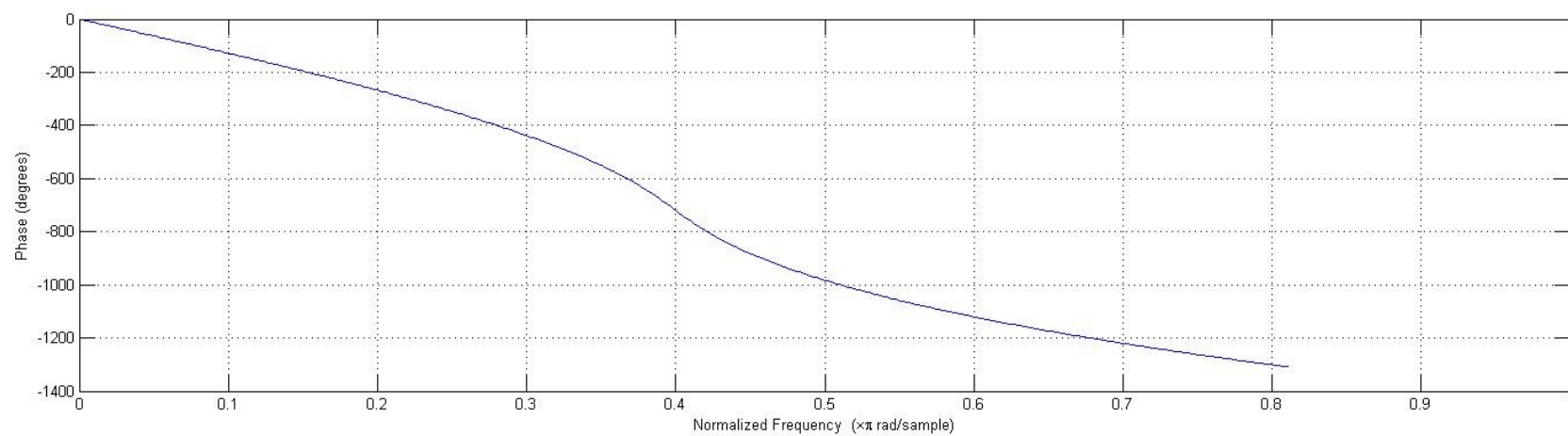
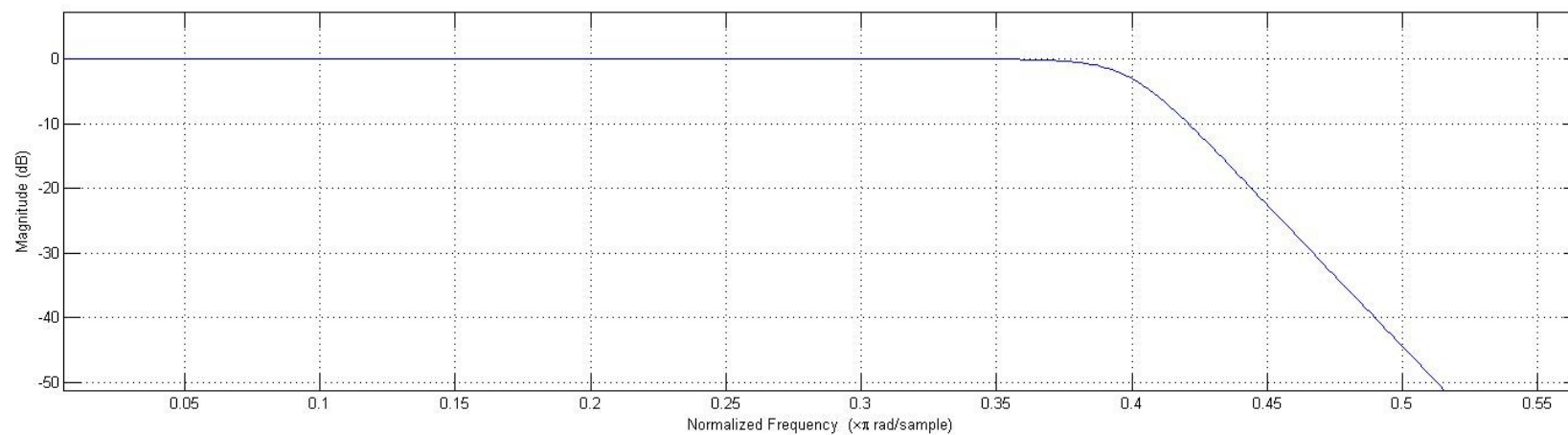


Схема цифрового фильтра

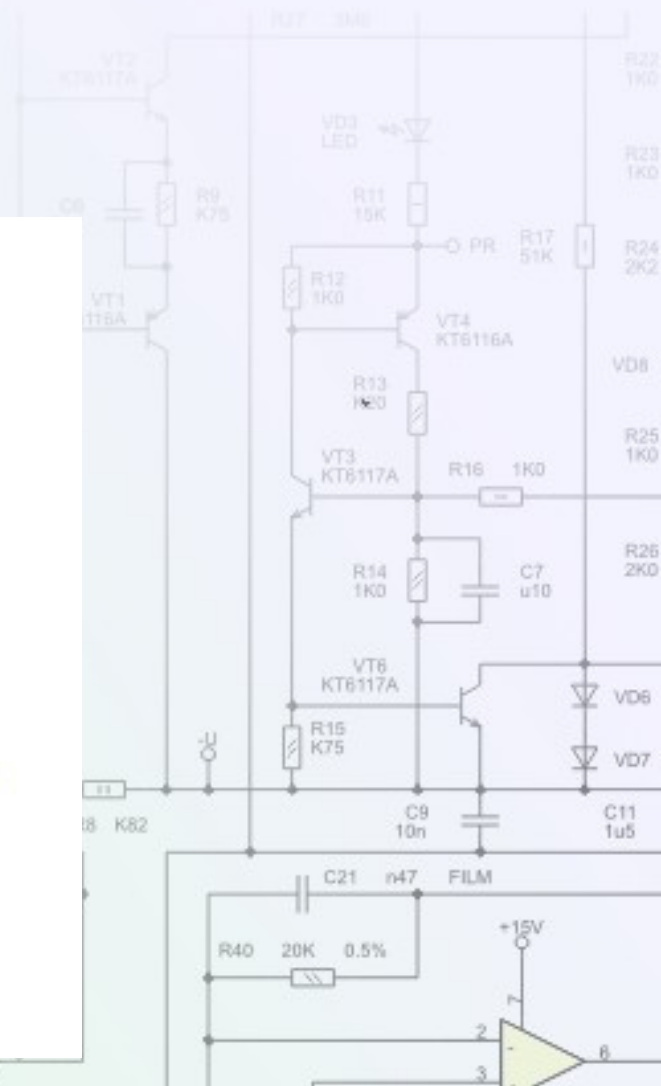
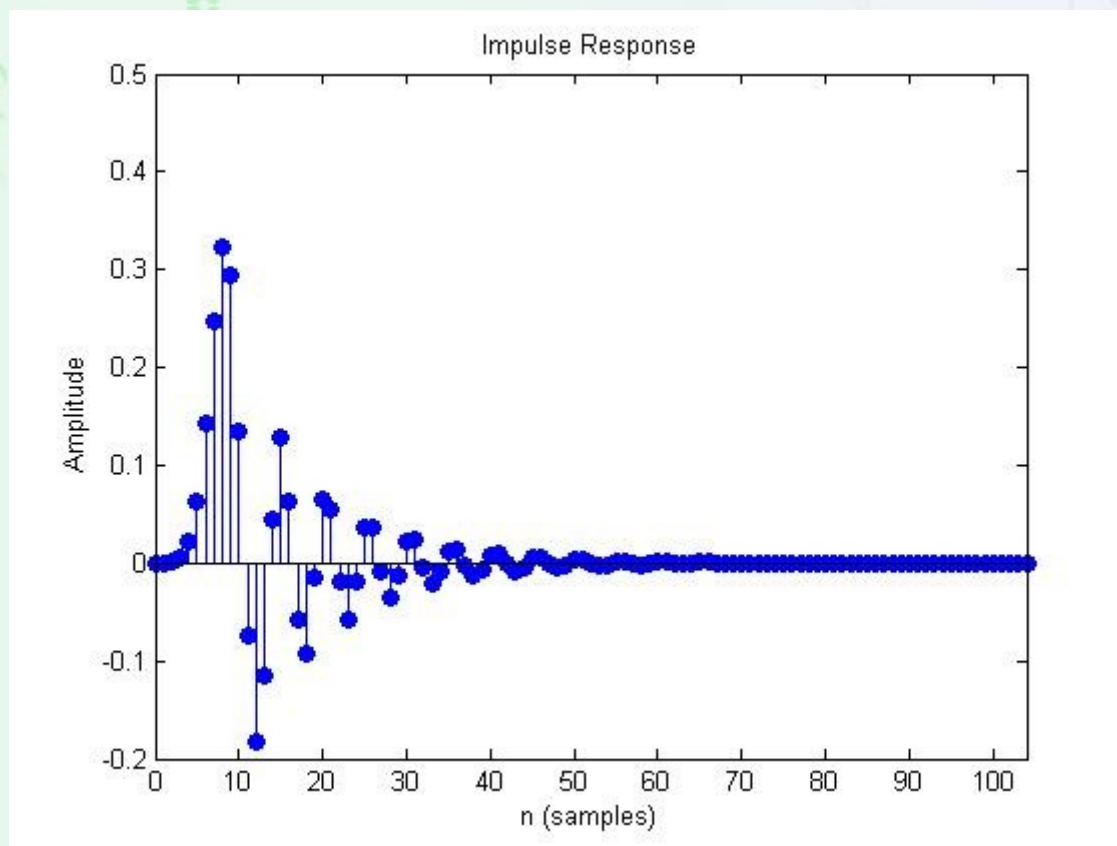


Пример фильтра



Расчет импульсной характеристики

- `>> [b,a]=butter(16,0.4)`
- `>> impz(b,a)`

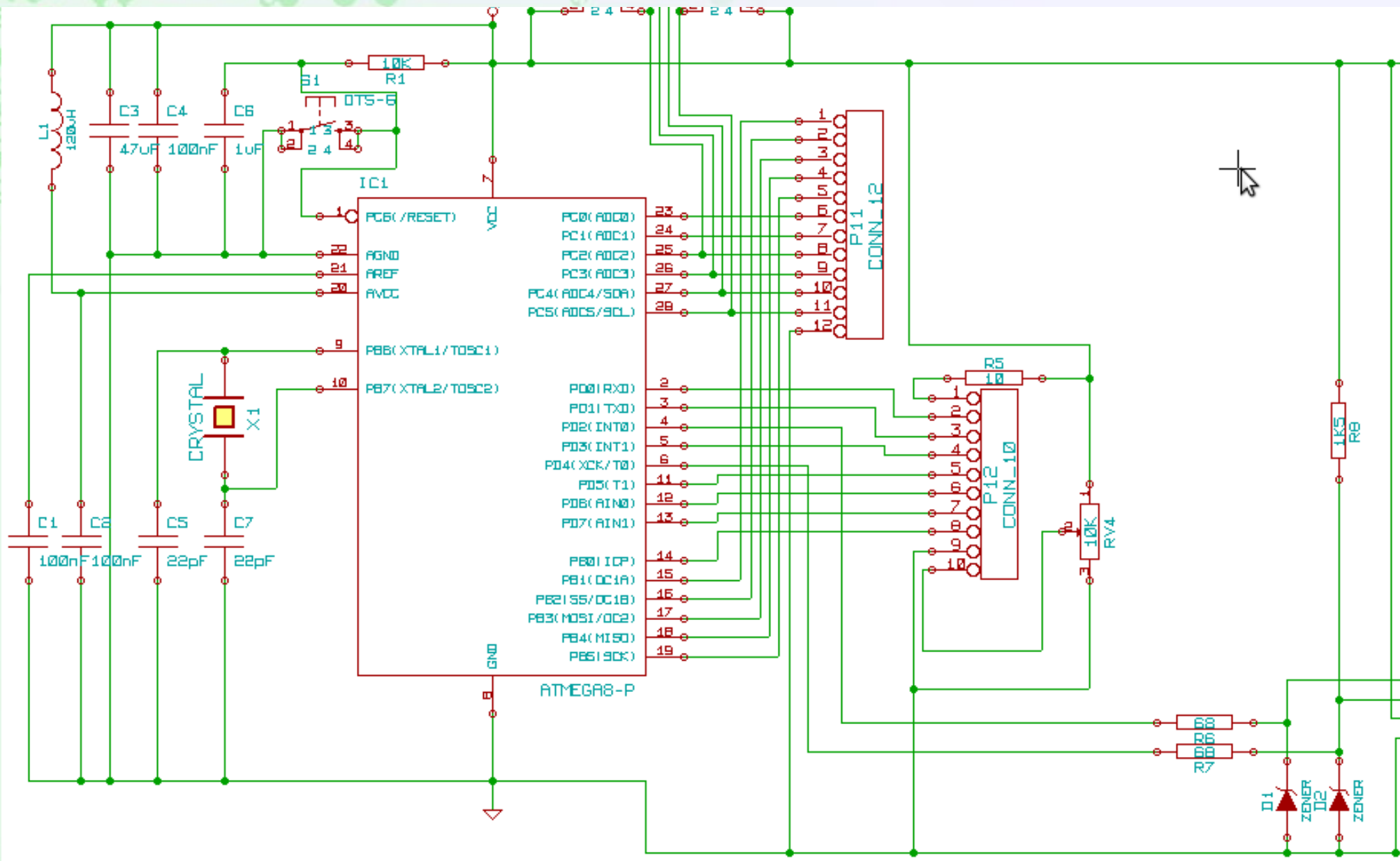


Atmel Atmega168

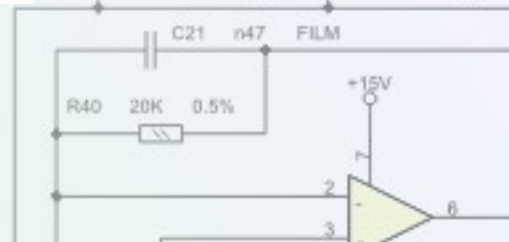
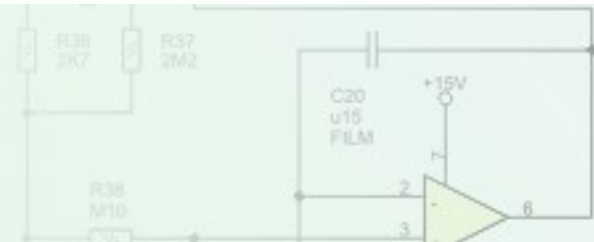
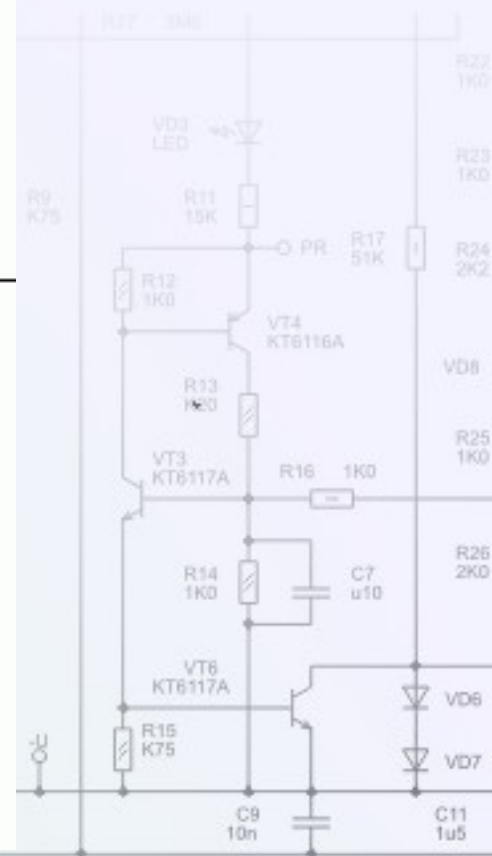
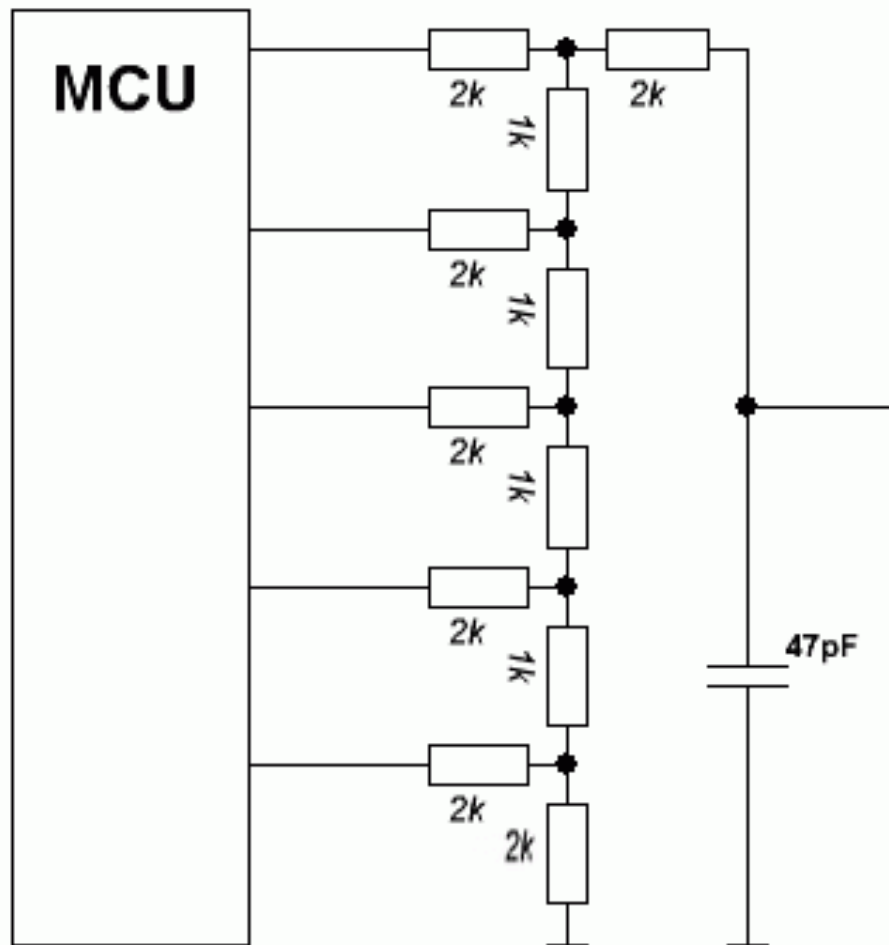
- ✓ 10-разрядный АЦП
- ✓ Тактовая частота до 20 МГц
- ✓ 3 порта ввода-вывода, UART, SPI, программный USB
- ✓ Невысокая стоимость (~ 3-4\$)



Аппаратная часть



R-2R ЦАП



Реализация фильтра на языке C++: инициализация

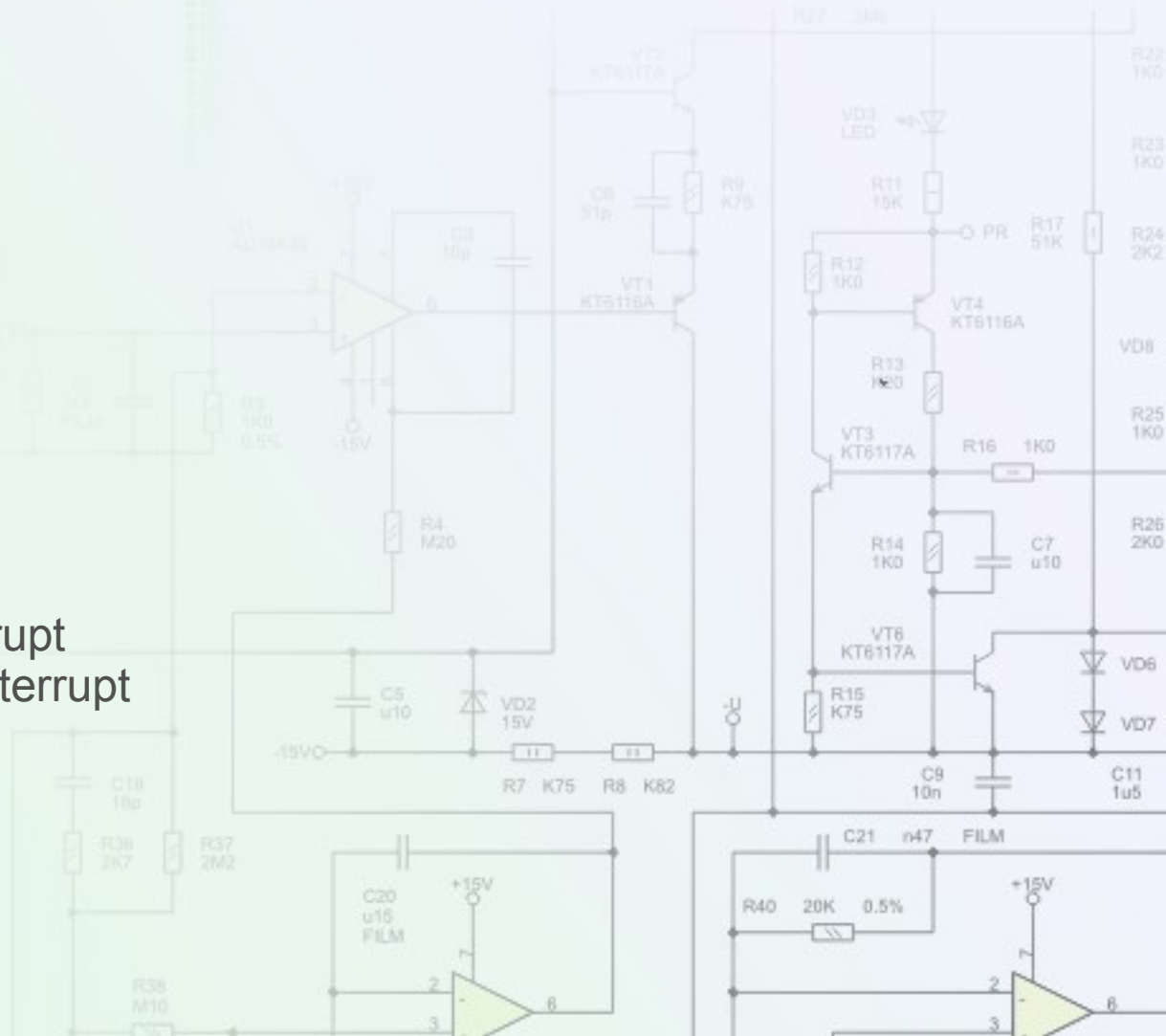
```
struct element {  
    int16_t data;  
    element* next;  
};
```

```
iter = begin;
```

```
out = 0;  
TCCR0B = 0b00000010; //freq  
DDRB = 0xFF; //ports  
DDRC = 0xFF;  
ADMUX = 0b01100101; // ADC
```

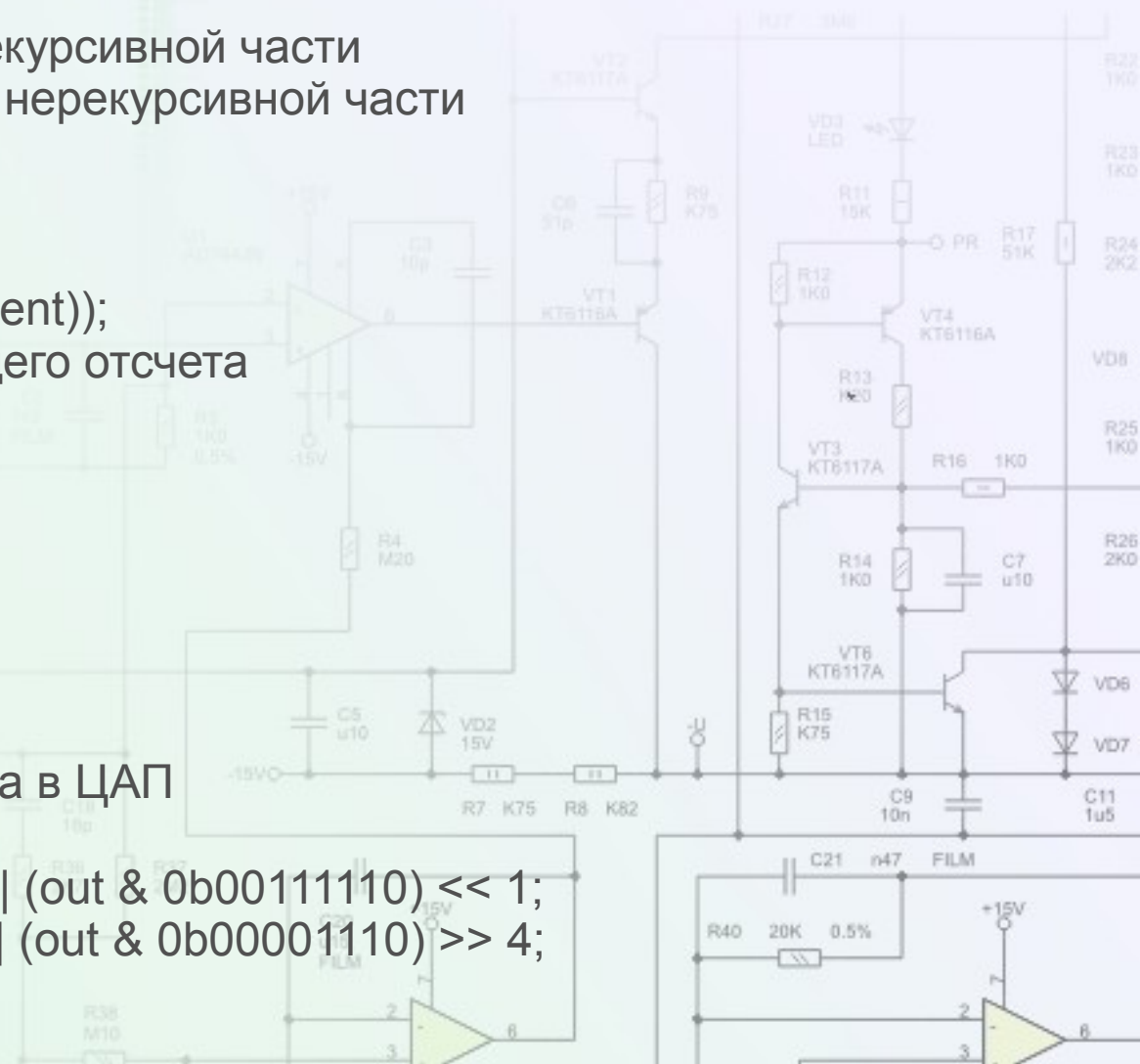
```
cli();  
TIMSK0 = _BV(TOIE0); //timer interrupt  
ADCSRA = 0b11101000; // ADC interrupt  
ADCSRB = 0b00000100;  
sei();
```

```
for(;;);
```



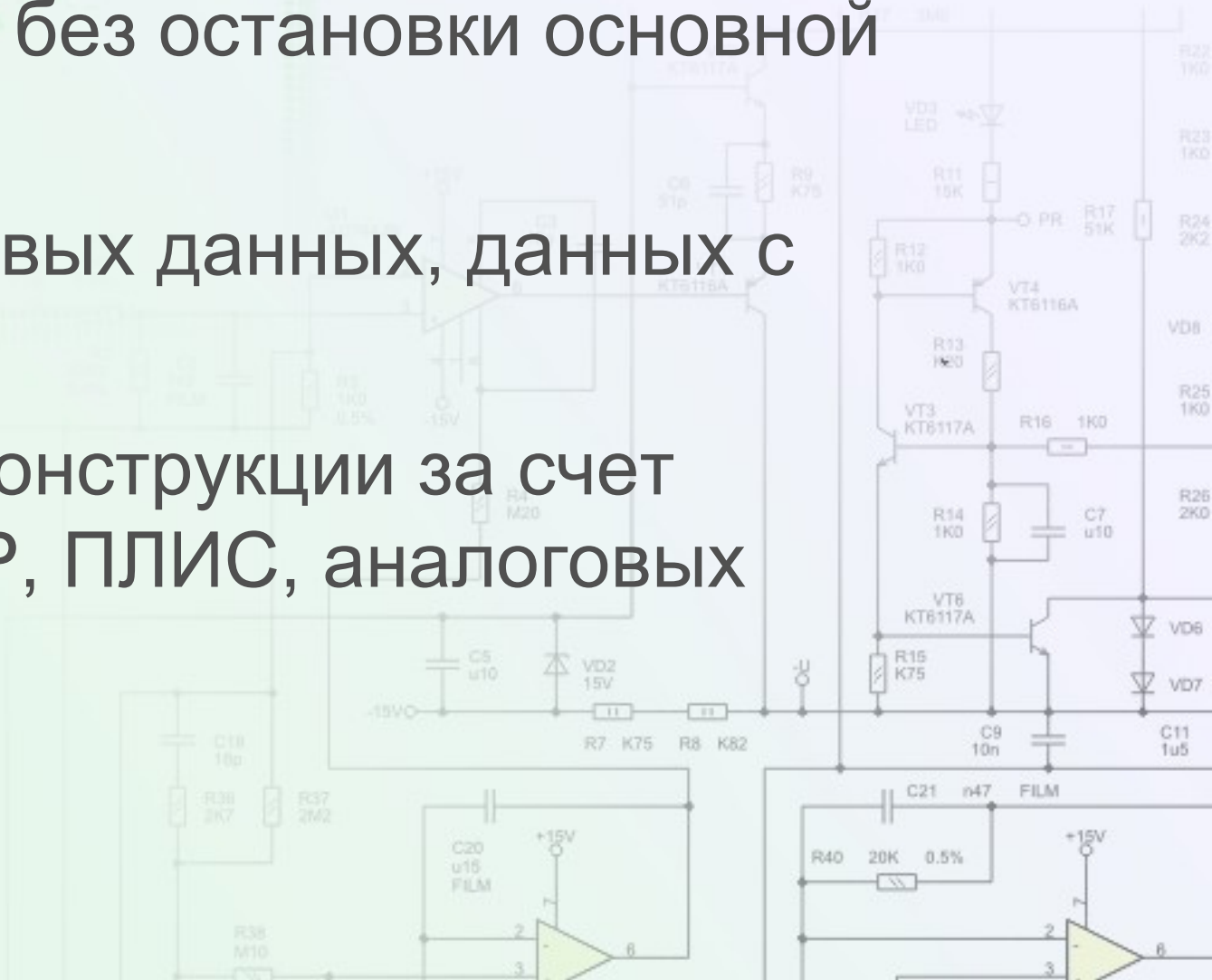
Фильтрация

```
ISR(ADC_vect) {  
    out = 0;  
    in = ADCH-128; // сигнал с АЦП  
    for(i=0;i<16;i++){  
        A = iter->data; // текущий отсчет  
        temp = iter->next; // указатель — на следующий отсчет  
        iter = temp;  
        in += IR[i]*A; // коэффициенты рекурсивной части  
        out += OR[i]*A; // коэффициенты нерекурсивной части  
    }  
    in = in*0.001;  
    temp = end;  
    end = (element*)malloc(sizeof(element));  
    end->data = in; // запись следующего отсчета  
    temp->next = end;  
  
    temp = begin->next;  
    free(begin);  
    begin = temp;  
    iter = begin;  
    /*  
    out += in*OR[16]; // выдача сигнала в ЦАП  
    out = out*0.001;  
    PORTB = (PORTB & 0b00000001) | (out & 0b00111110) << 1;  
    PORTC = (PORTC & 0b11110001) | (out & 0b00001110) >> 4;  
    */  
}
```



Результаты

- ✓ Возможность обработки сигналов с частотой до 10 кГц без остановки основной программы
- ✓ Обработка звуковых данных, данных с датчиков
- ✓ Удешевление конструкции за счет экономии на DSP, ПЛИС, аналоговых компонентах



Спасибо за внимание!

