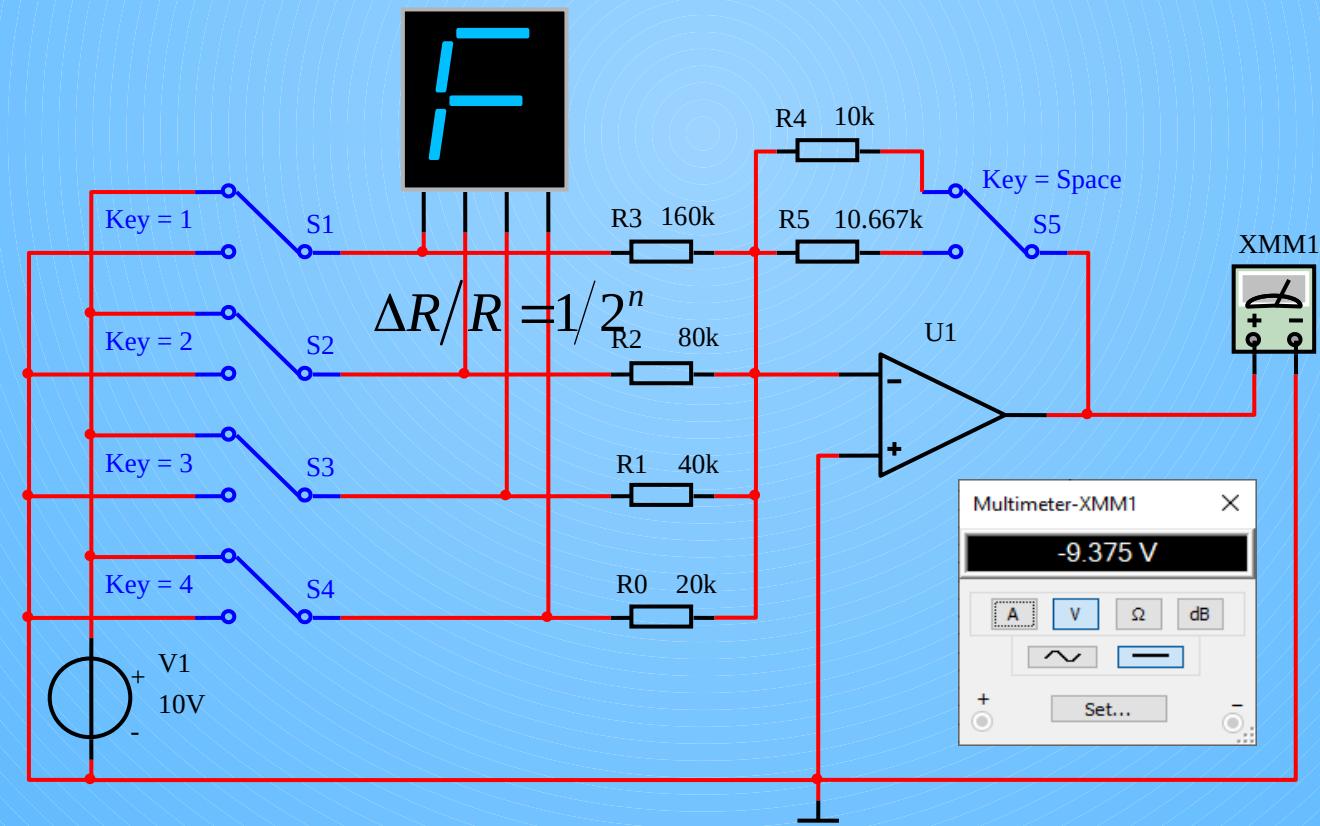
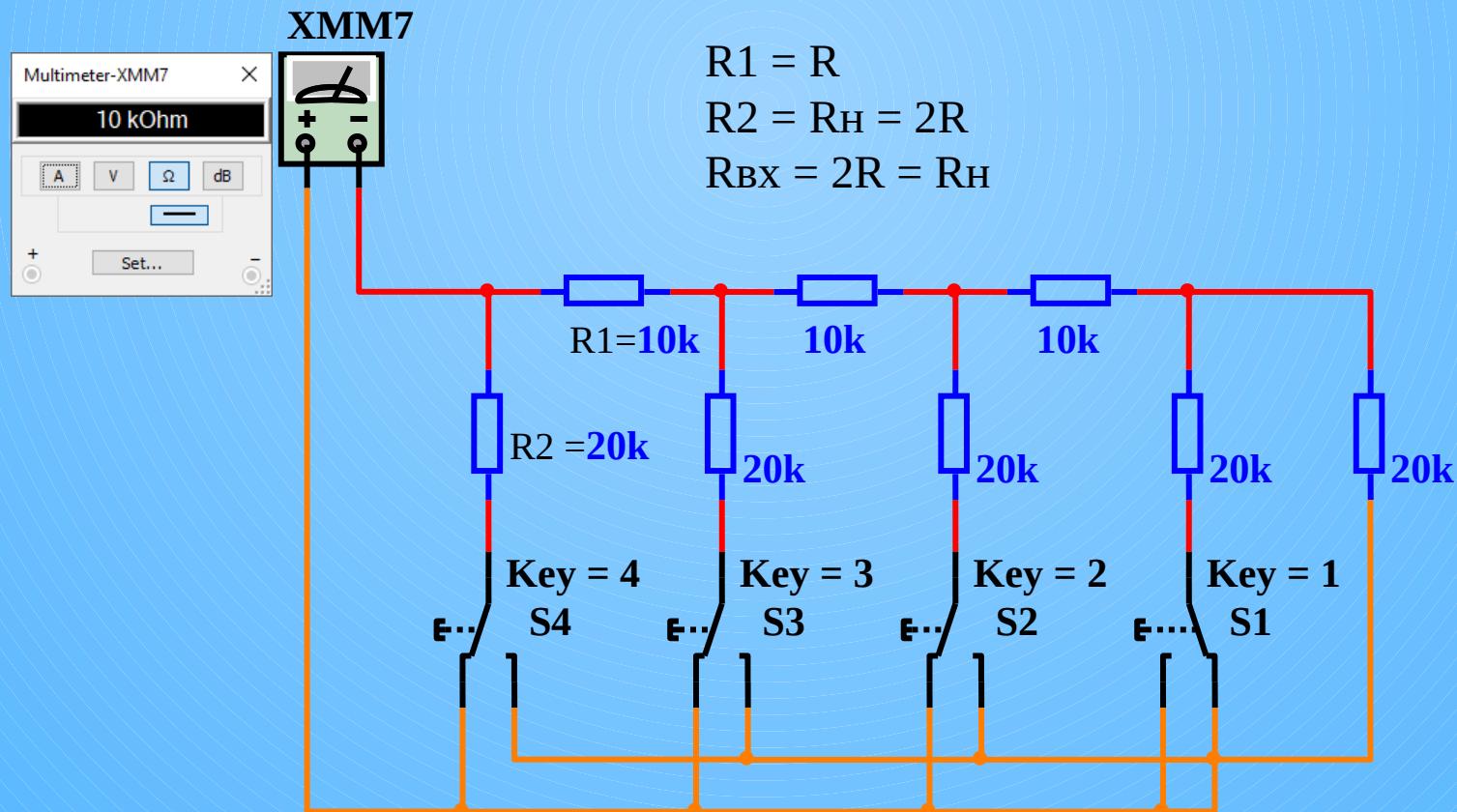


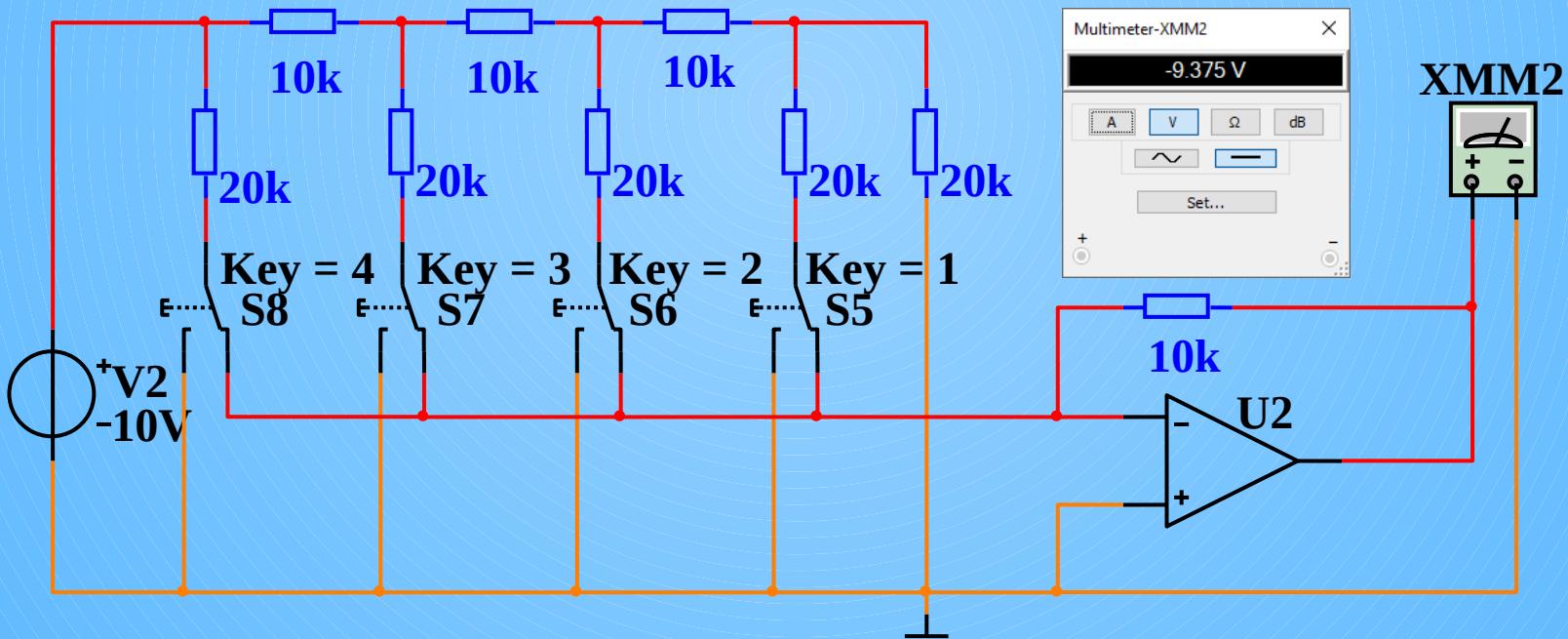
*Параллельная схема суммирования токов



*Матрица постоянного импеданса

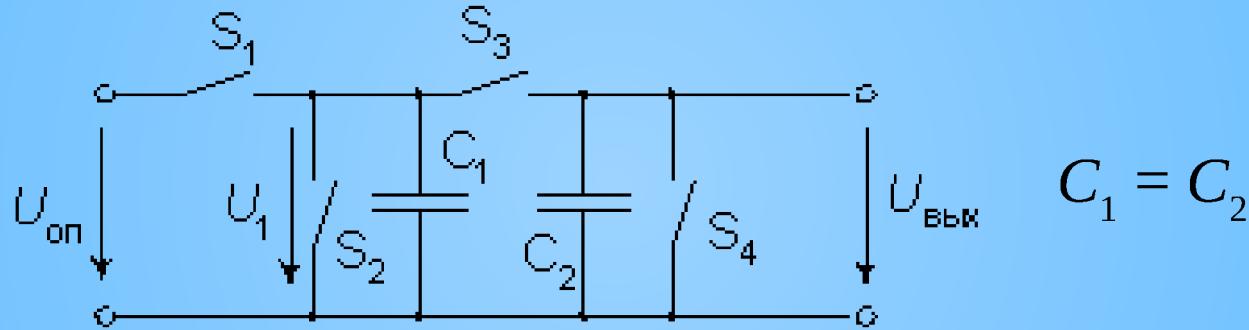


Последовательная схема суммирования токов



$$U_{\text{выих}} = \frac{U_{\text{оп}} R_{\text{OC}}}{2R} \left(\frac{d^{n-1}}{2^1} + \dots + \frac{d^1}{2^{n-1}} + \frac{d^0}{2^n} \right) = \frac{U_{\text{оп}}}{2^n} \frac{R_{\text{OC}}}{2R} (d^{n-1} 2^{n-1} + \dots + d^1 2^1 + d^0 2^0)$$

Последовательный ЦАП на переключаемых конденсаторах



$$U_{C2} = 0; \quad U_{оп} \text{ при } d_0=1$$

После первого полутакта: $U_{C1} = 0/U_{оп}$ при $d_0=0/1$

После второго полутакта: $U_{C1} = U_{C2} = (d_0/2) U_{оп}$

После следующего

такта $U_{вых}(1) = U_1(1) = \frac{(d_1 + d_0/2)U_{оп}}{2} = \frac{(2d_1 + d_0)U_{оп}}{4}$

Для N-разрядного

кода $U_{вых}(N-1) = U_1(N-1) = \frac{U_{оп}}{2^N} \sum_{k=0}^{N-1} d_k 2^k = \frac{U_{оп}}{2^N} D$

102

ЦАП с широтно-импульсной модуляцией

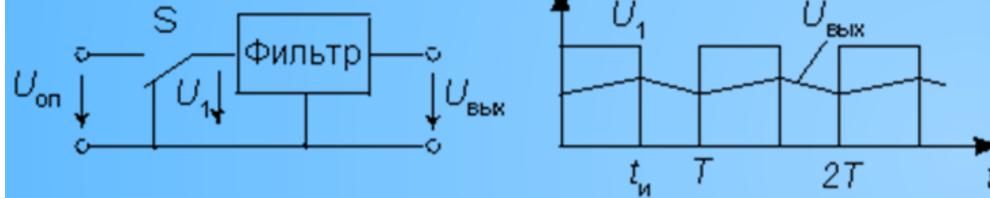


Схема ЦАП с ШИМ преобразует цифровой код во временной интервал, который формируется с помощью двоичного счётчика такт за тактом, поэтому для получения N-разрядного преобразования необходимы 2^N временных тактов. Последовательность импульсов, относительная длительность которых, так называемый **коэффициент заполнения** (duty cycle)

определяется соотношением $\gamma = \frac{D}{2^N}$ где N – разрядность, а D – преобразуемый код.

Фильтр нижних частот сглаживает импульсы, выделяя среднее значение напряжения.

В результате выходное напряжение преобразователя

$$U_{\text{вых}} = \gamma U_{\text{оп}} = \frac{DU_{\text{оп}}}{2^N}$$

Рассмотренная схема обеспечивает почти идеальную линейность преобразования, не содержит прецизионных элементов (за исключением источника опорного напряжения).

Основной её недостаток – относительно низкое быстродействие.

*Аналого-цифровые преобразователи

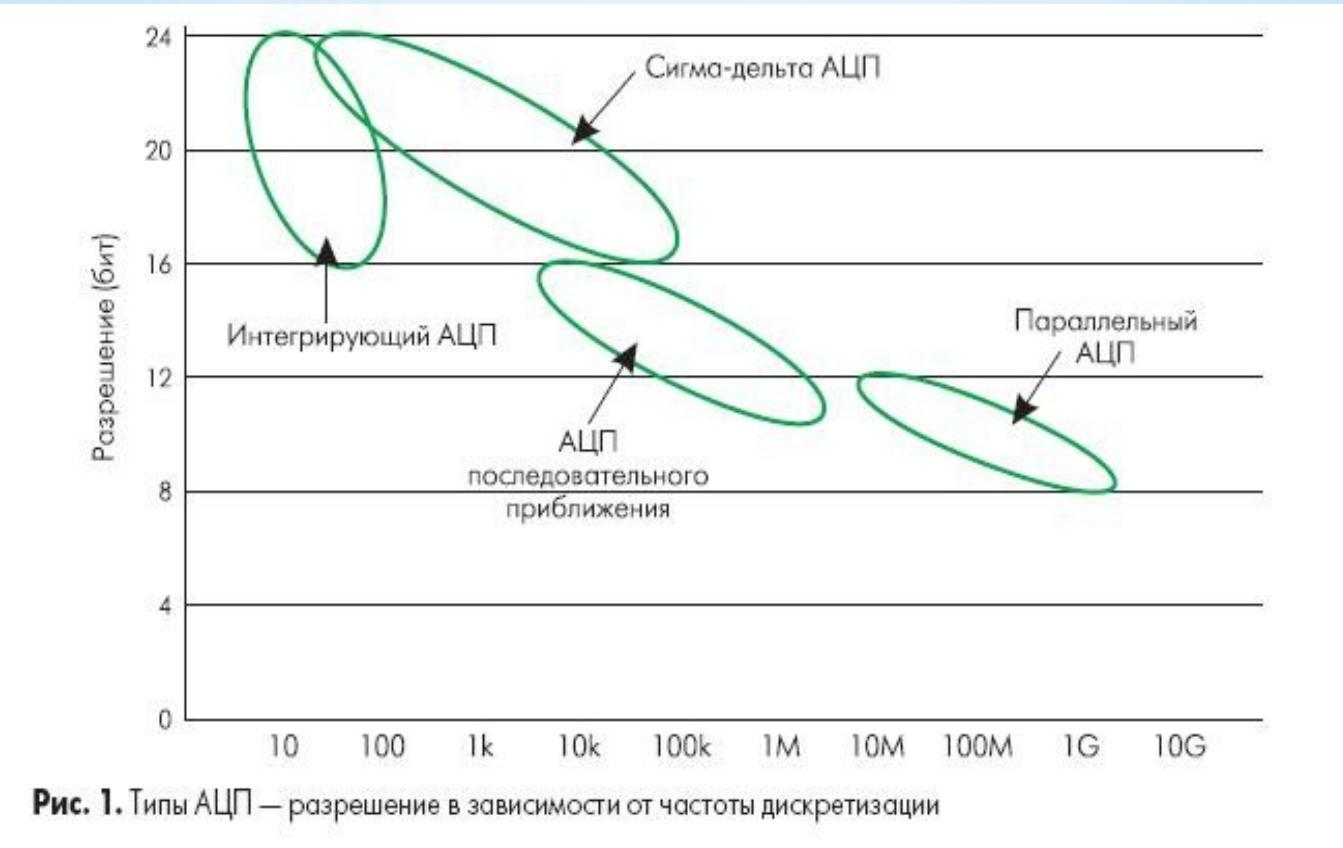


Рис. 1. Типы АЦП – разрешение в зависимости от частоты дискретизации

Идеальная статическая характеристика АЦП

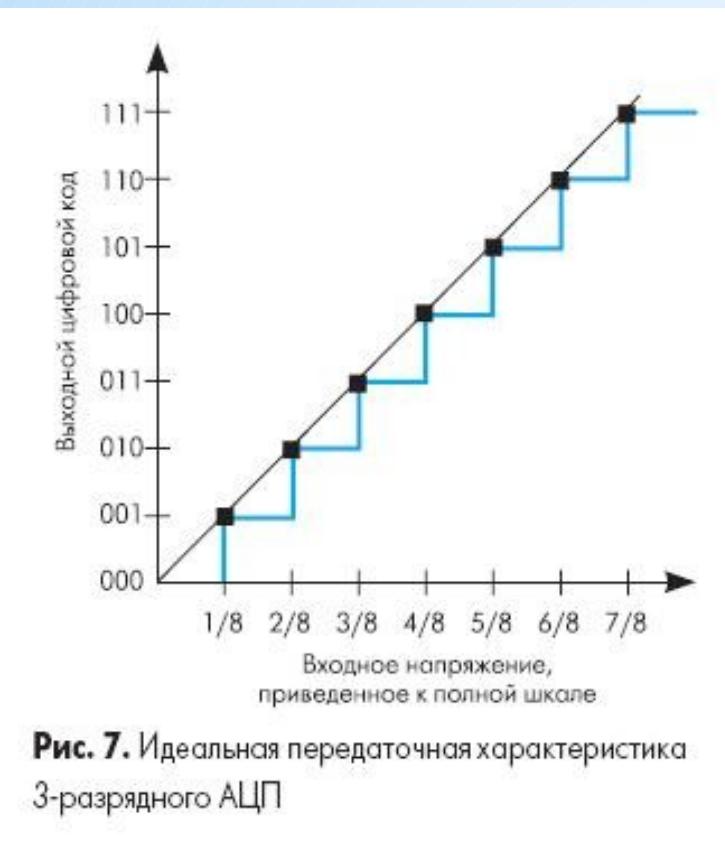


Рис. 7. Идеальная передаточная характеристика 3-разрядного АЦП

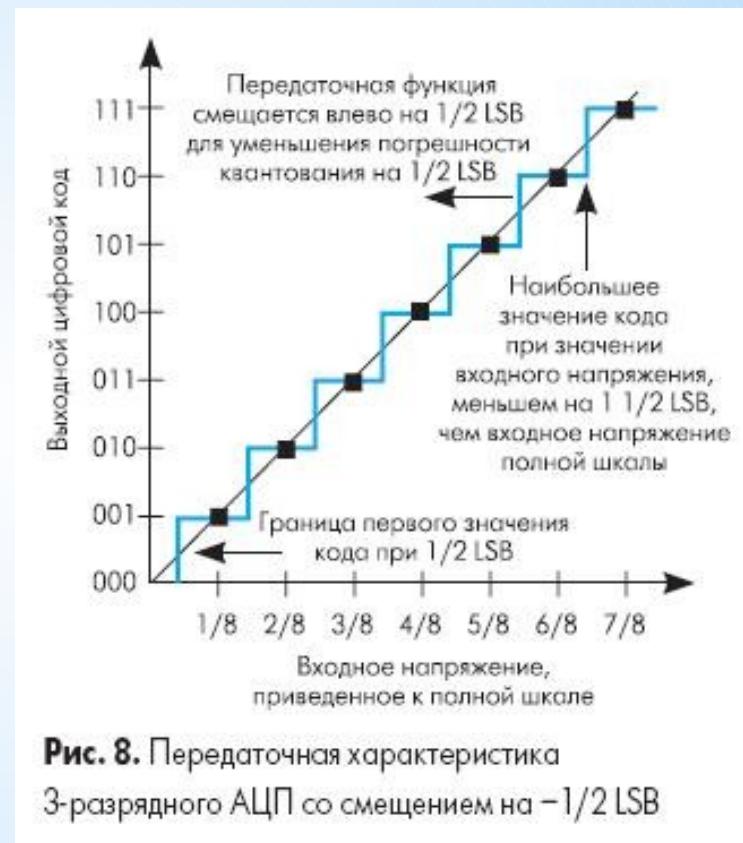


Рис. 8. Передаточная характеристика 3-разрядного АЦП со смещением на $-1/2$ LSB

*Параллельные АЦП

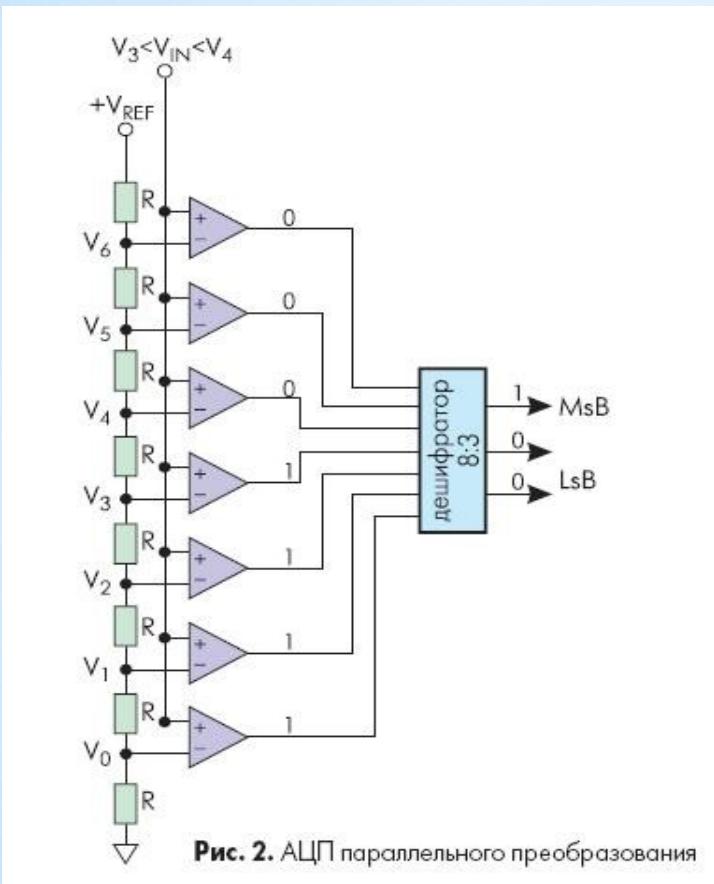
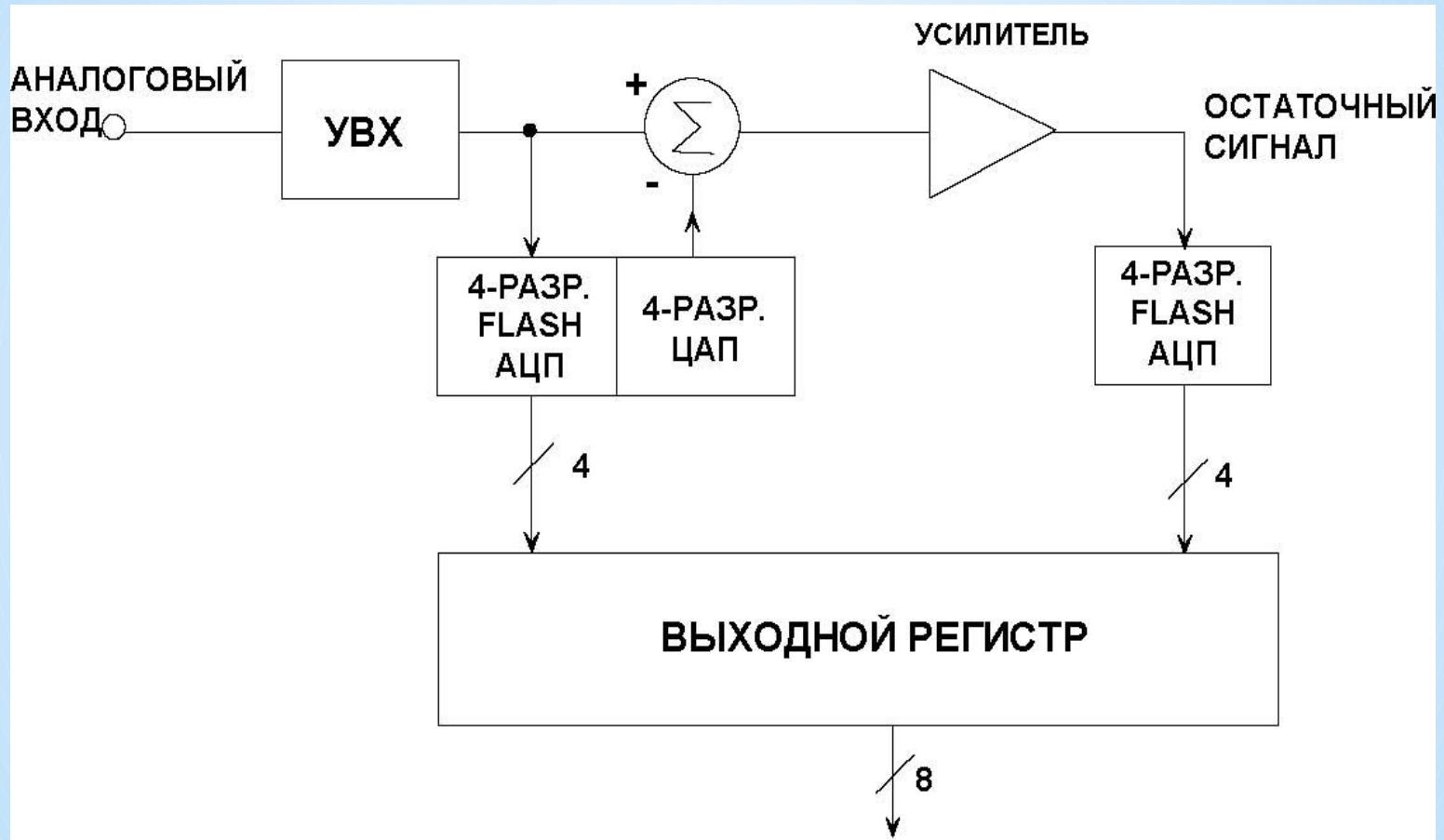


Рис. 2. АЦП параллельного преобразования

* КОНВЕЙЕРНЫЕ (SUBRANGING, PIPELINED) АЦП



* АЦП последовательного счёта

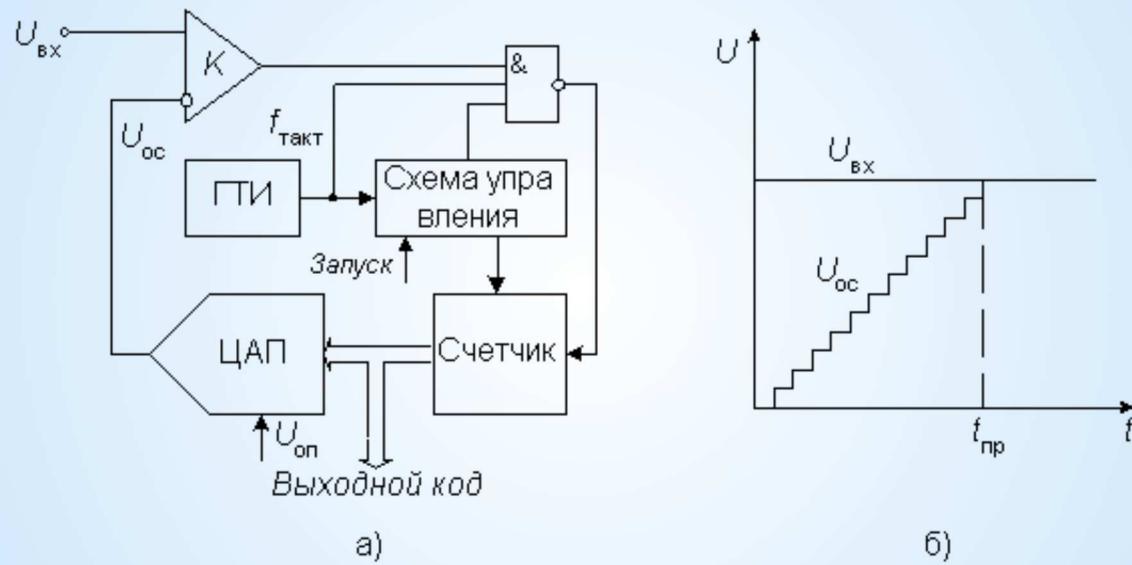
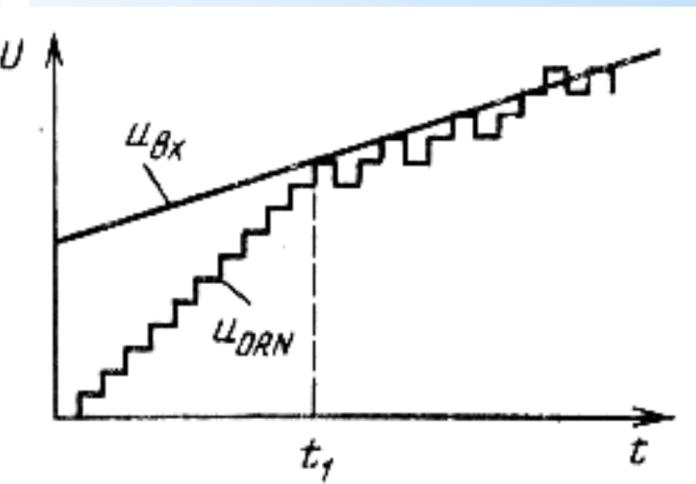
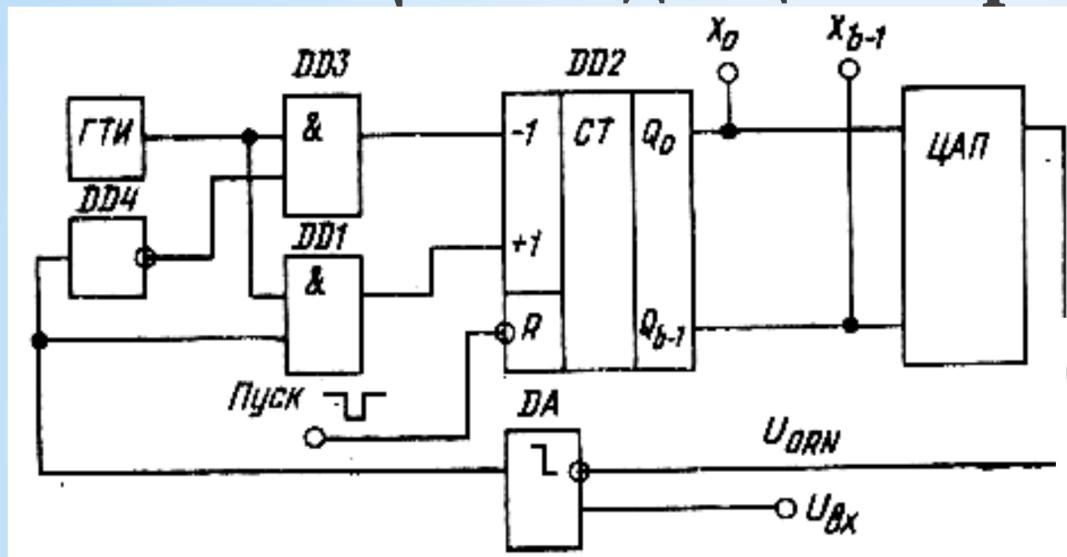
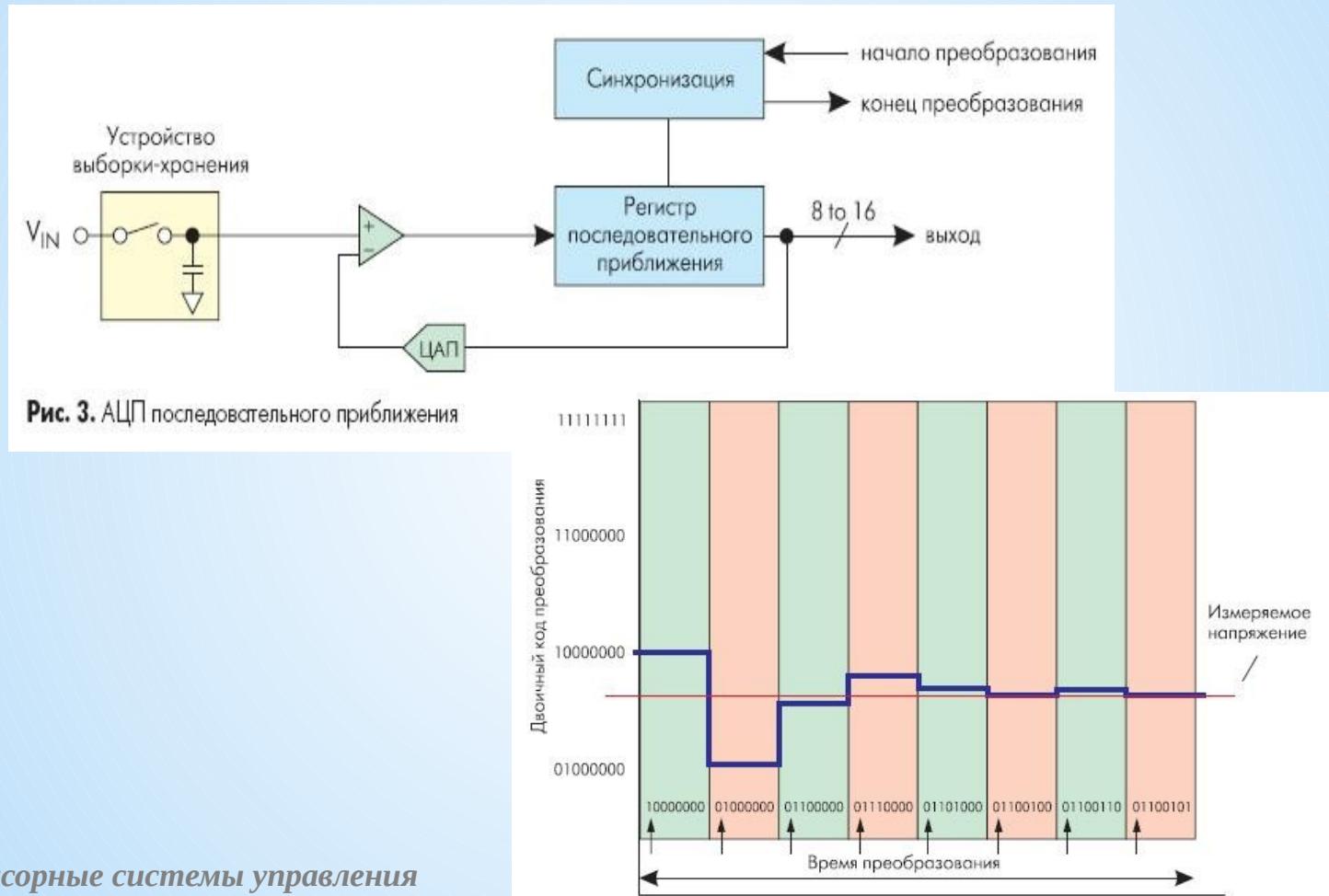


Рис. 8. Структурная схема АЦП последовательного счета

* АЦП следящего преобразования



* АЦП последовательного приближения



*Интегрирующие АЦП

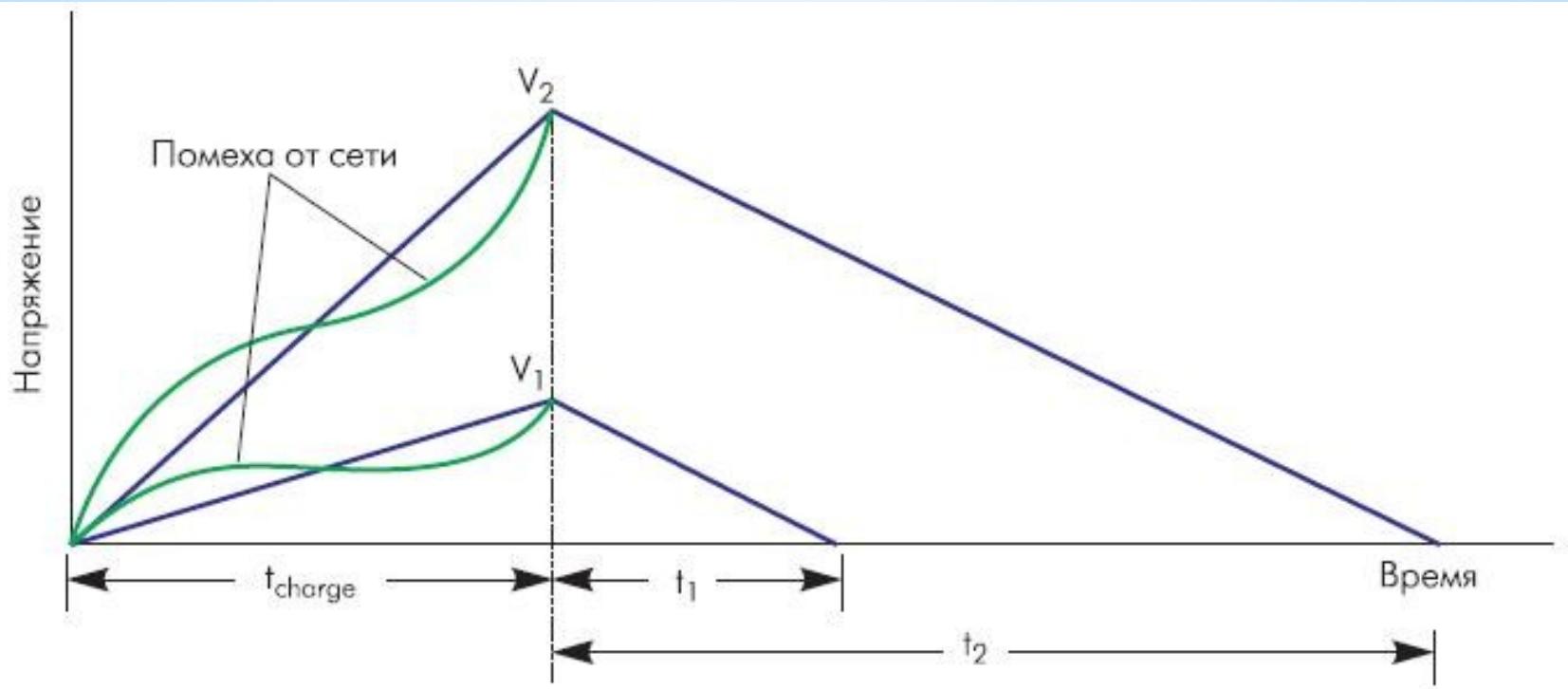
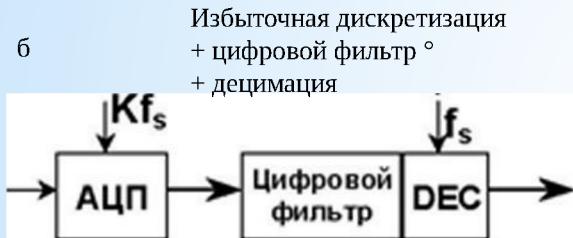
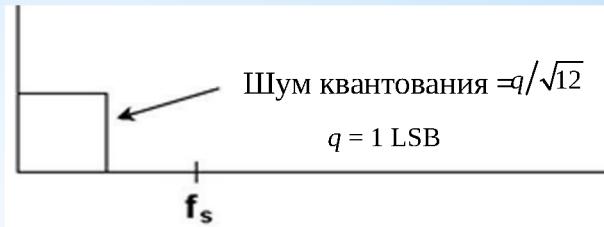
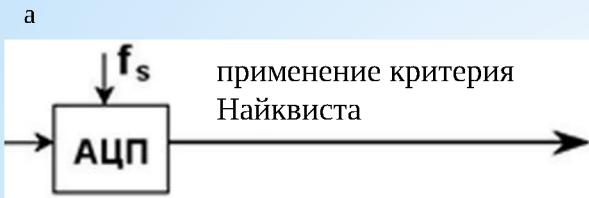
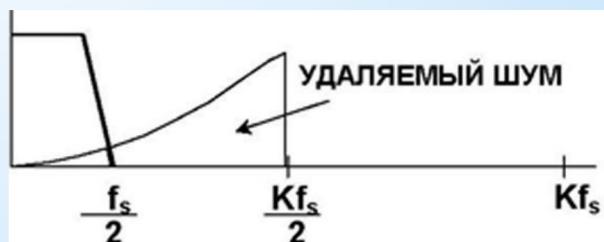


Рис. 6. Интегрирующий АЦП. Зеленым цветом показана помеха от сети (1 период)

ИЗБЫТОЧНАЯ ДИСКРЕТИЗАЦИЯ, ЦИФРОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ, ФОРМИРОВАНИЕ ШУМА И ПРОРЕЖИВАНИЕ



в Избыточная дискретизация
+ формирование формы кривой распределения шума
+ цифровой фильтр В
+ децимация



*Сигма-дельта АЦП

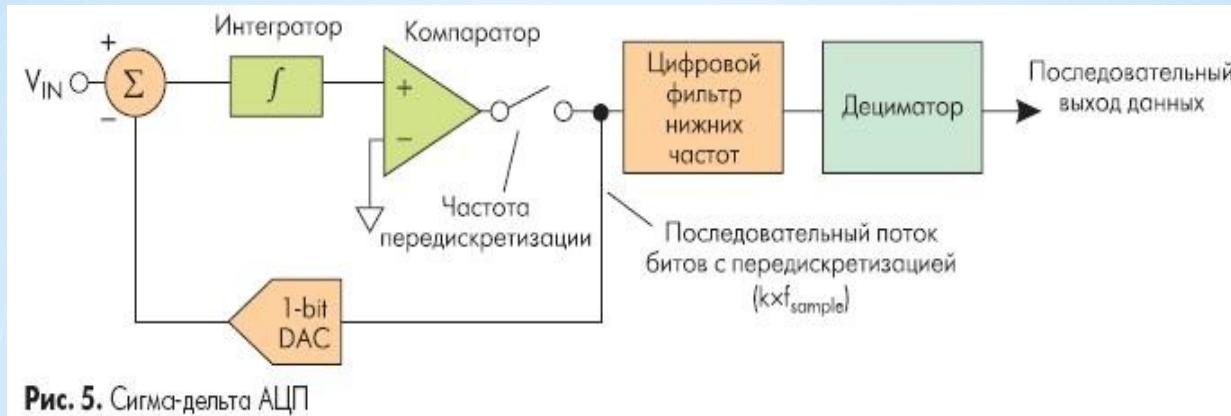
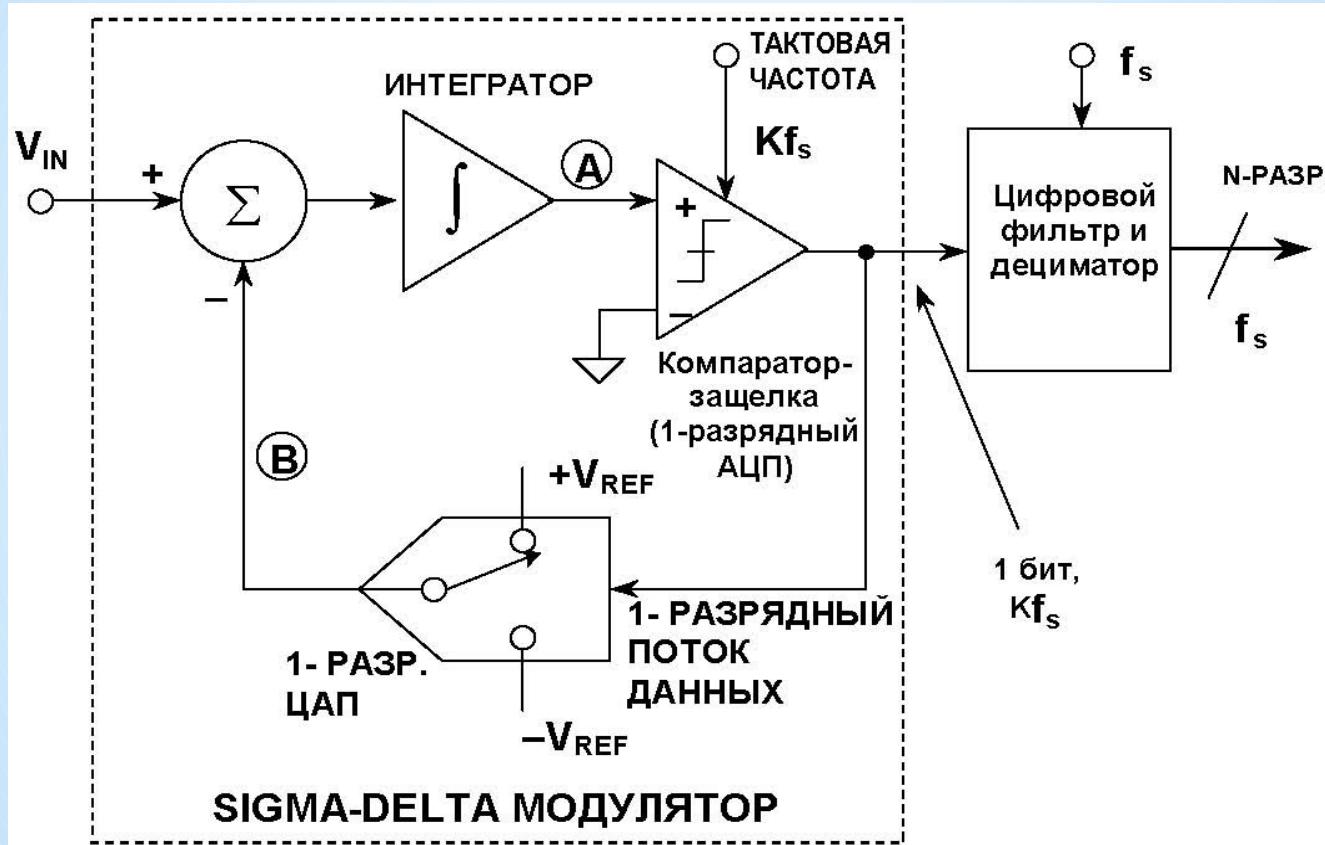


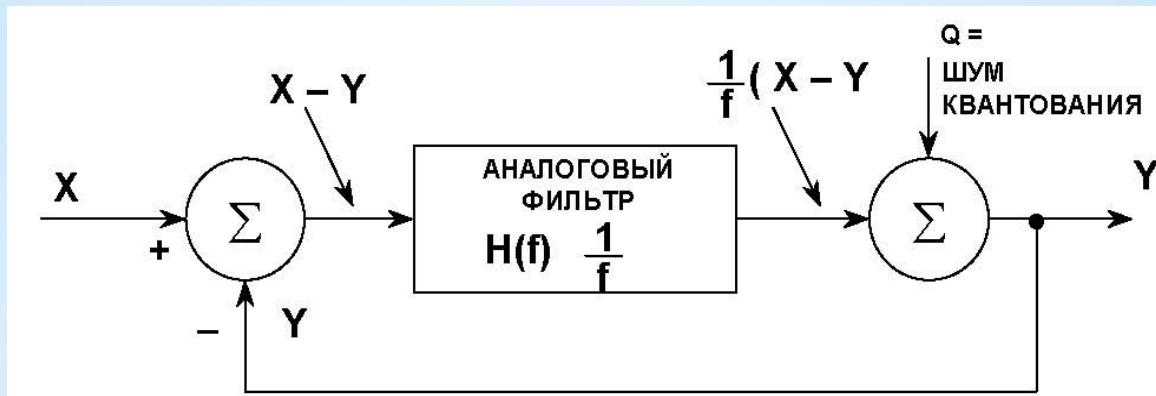
Рис. 5. Сигма-дельта АЦП

- ✓ Низкая стоимость, высокая разрешающая способность (до 24- разрядов)
- ✓ Превосходная дифференциальная нелинейность (DNL)
- ✓ Низкая потребляемая мощность, но ограниченная полоса пропускания (голосовые и звуковые частоты)
- ✓ Простые ключевые концепции, но сложная математика
- ✓ Избыточная дискретизация
- ✓ Формирование шума квантования
- ✓ Цифровая фильтрация
- ✓ Децимация
- ✓ Идеален для устройств обработки сигналов датчиков
- ✓ Высокая разрешающая способность
- ✓ Режимы: автономный, системный и автокалибровки
- ✓ Широко применяется в области обработки голосовых и аудио сигналов

* SIGMA-DELTA АЦП ПЕРВОГО ПОРЯДКА



УПРОЩЕННАЯ ЛИНЕАРИЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ SIGMA-DELTA МОДУЛЯТОРА В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ



$$Y = \frac{1}{f} (X - Y) + Q$$

ПЕРЕНОСЯ И РЕШАЯ УРАВНЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНО Y ПОЛУЧАЕМ:

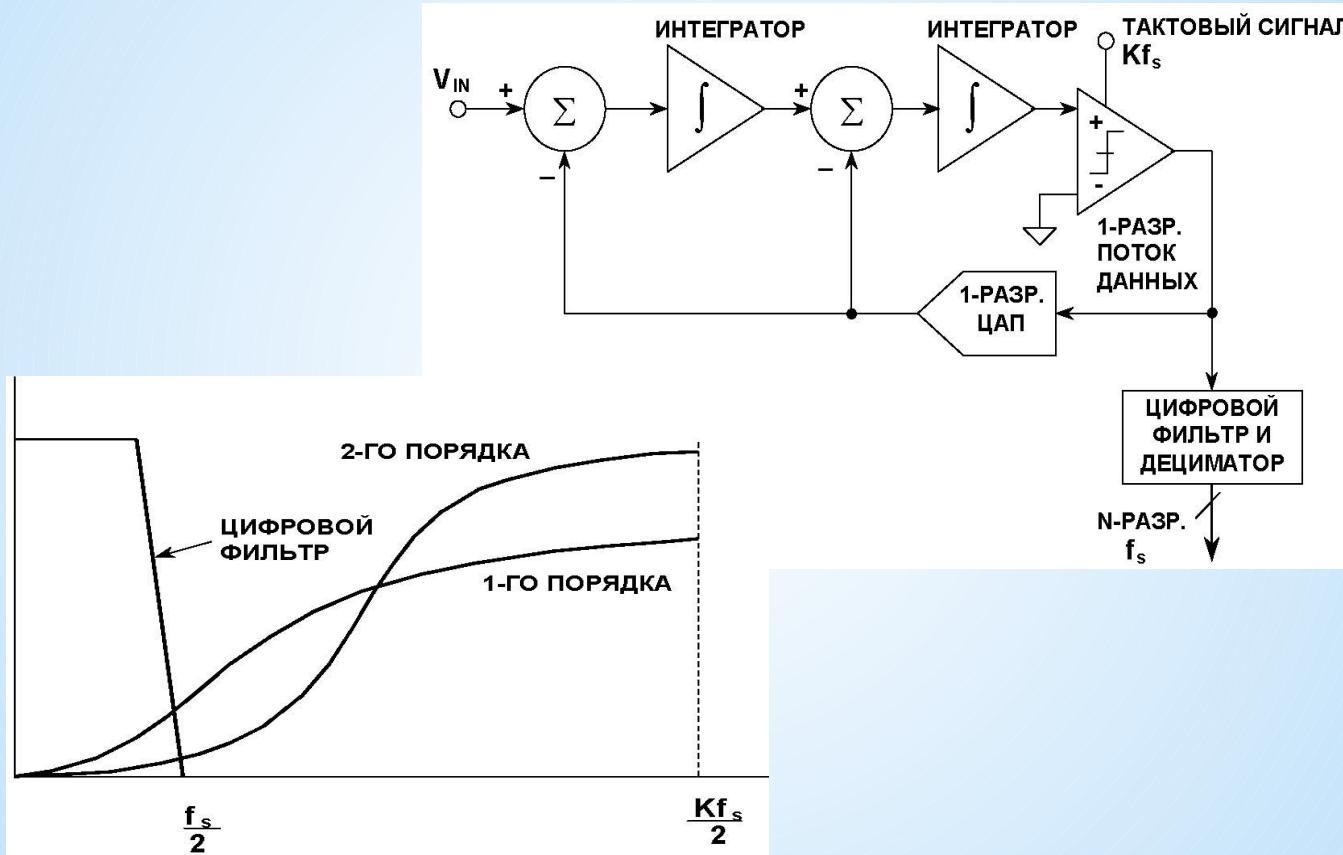
$$Y = \frac{X}{f+1} + \frac{Q f}{f+1}$$

СИГНАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ

ШУМОВАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ

*

ФОРМИРОВАНИЕ КРИВОЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ШУМА КВАНТОВАНИЯ SIGMA-DELTA МОДУЛЯТОРОВ



*Спецификации АЦП

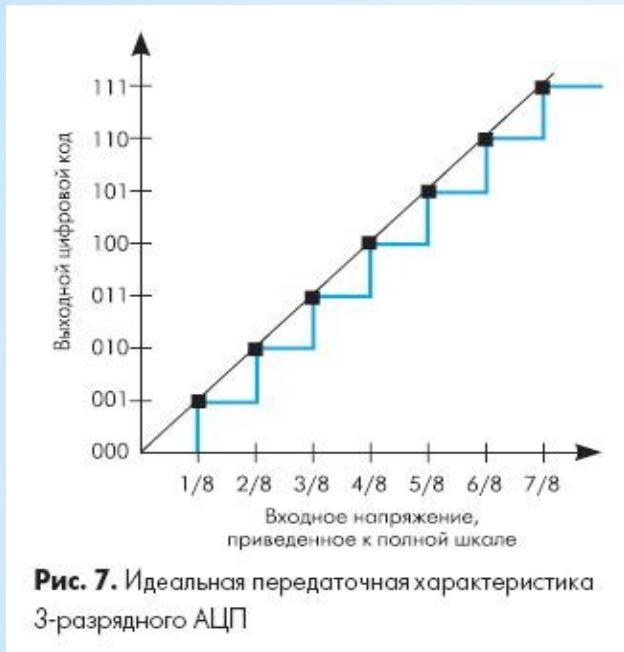


Рис. 7. Идеальная передаточная характеристика 3-разрядного АЦП

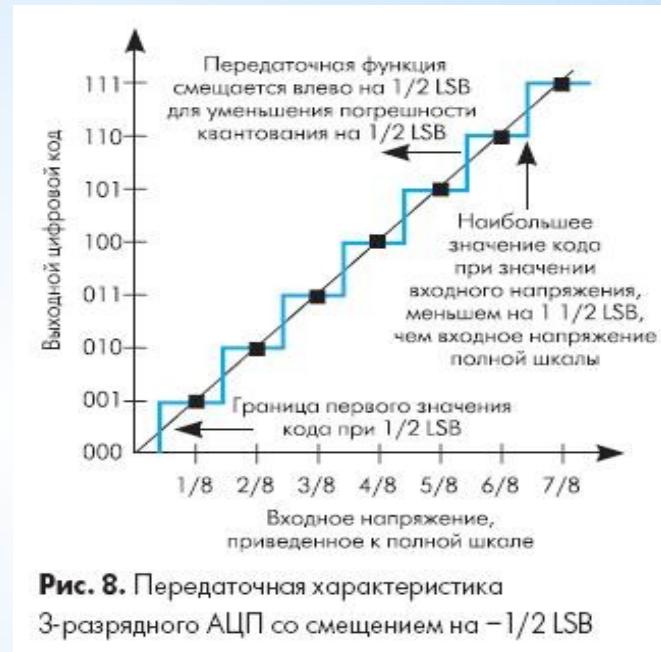
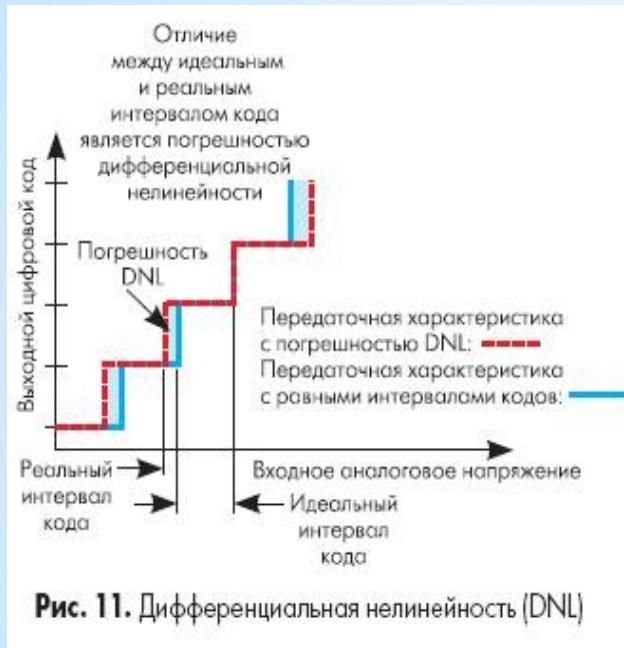


Рис. 8. Передаточная характеристика 3-разрядного АЦП со смещением на $-1/2$ LSB

*Статические погрешности



*Статические погрешности



*Динамические характеристики АЦП

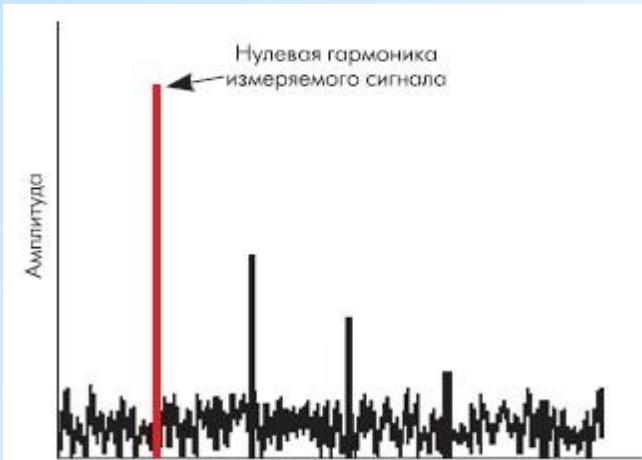


Рис. 13. Результат выполнения БПФ над выходными данными АЦП

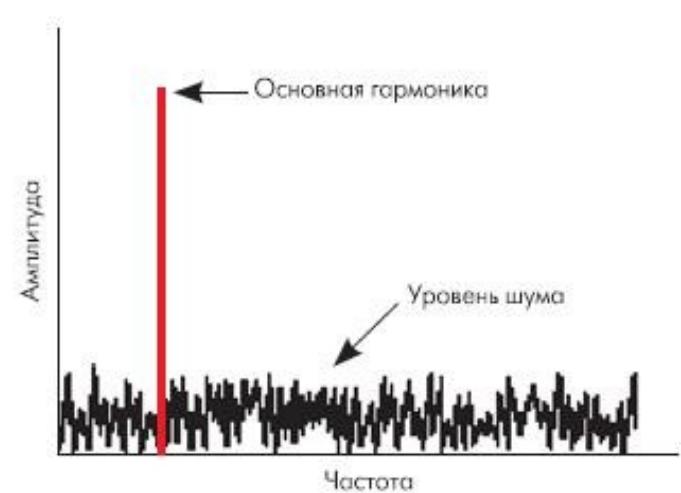


Рис. 14. SNR — отношение «сигнал/шум»

$$SNR(dB) = 20 \log [V_{signal(rms)} / V_{noise(rms)}]$$

$$SNR(db) = 6.02 N + 1.76,$$

где N - разрешение АЦП

120

*Динамические характеристики АЦП

Общие гармонические искажения

$$THD = 20 \log \left[\frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots V_n^2}}{V_1} \right]$$

Отношение "сигнал/шум и искажения"

$$SiNAD = 20 \log \left[\frac{V_1}{\sqrt{V_2^2 + \dots V_n^2 + V_{noise}^2}} \right]$$

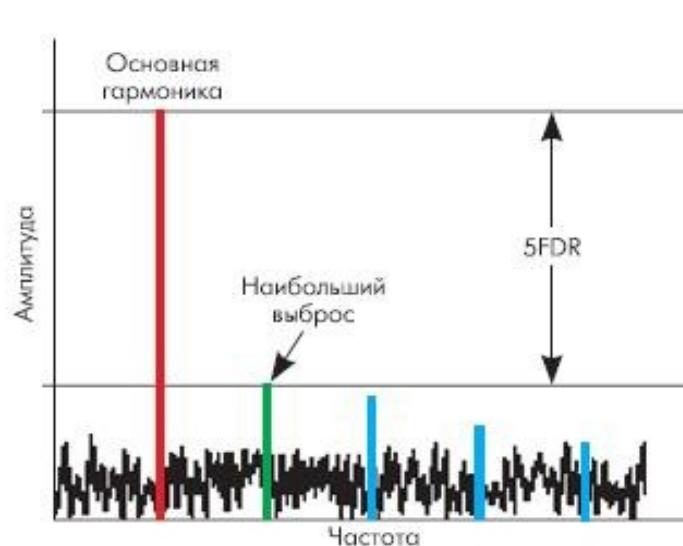
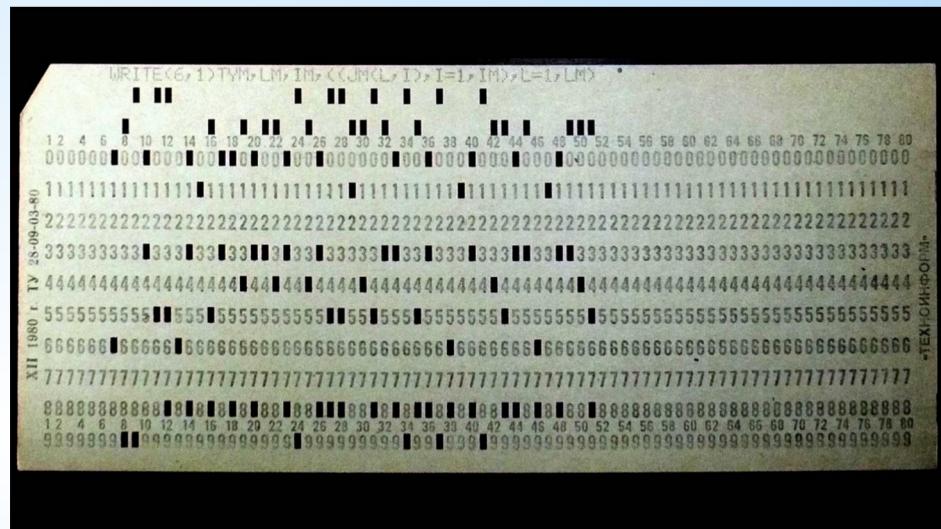


Рис. 16. Динамический диапазон,
свободный от гармоник

Основы микропроцессорного управления

* Языки программирования МП – систем

- Язык машинных кодов
 - Язык Ассемблера
 - Язык Макроассемблер
 - Языки высокого уровня
 - Системы автоматической генерации программ

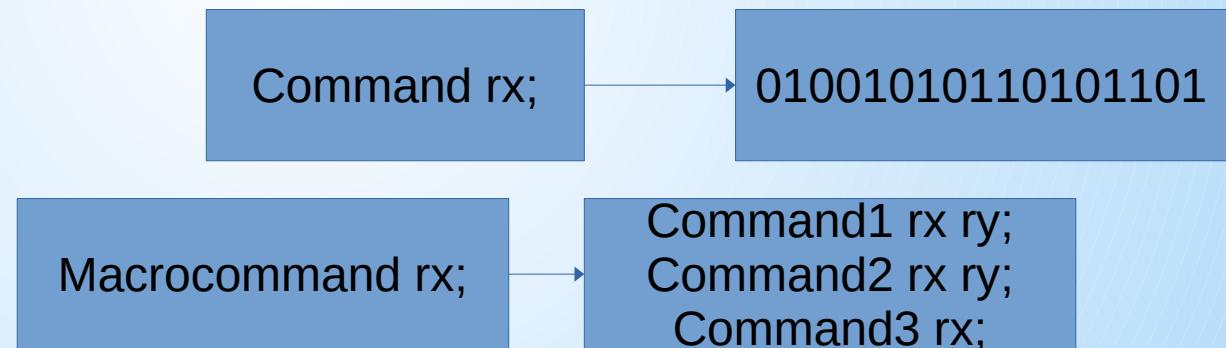


```
    if (!isIdentityAssertion) {
        String passwordEntered = null;
        try {
            passwordEntered = database.getEnteredPassword(username);
        } catch (NotFoundException shouldNotHappen) {
            String passwordEntered = getPasswordFromUser(username, callback);
            if (passwordEntered == null || passwordEntered.equals(password)) {
                throw new LoginException("Authentication Failed: User " + username + " has entered password: " +
                    "Have " + passwordEntered + ". Want " + password + ".");
            }
        }
    } else {
        // anonymous login - let it through
        System.out.println("Empty username");
    }
    loginSucceeded = true;
    principalsForSubject.add(new MUserPrincipal(username));
    addGroupsForSubject(username);
    return loginSucceeded;
}
```

*Программирование на Ассемблере



xxxxB	Binary
xxxxO	Octal
xxxxH	Hexadecimal
xxxxD	Decimal



*Поля ассемблерной строки

Метки:

Start:

Stop:

Lisa:

M10:

CPY rx ry;
GOTO JMP \$+20

Неправильные метки:

8abc: (первый символ не буква)

mov: (зарезервированное слово)

a one: (пробел недопустим)

Приоритеты команд:

*, /, MOD, сдвиг, +, -, логические.

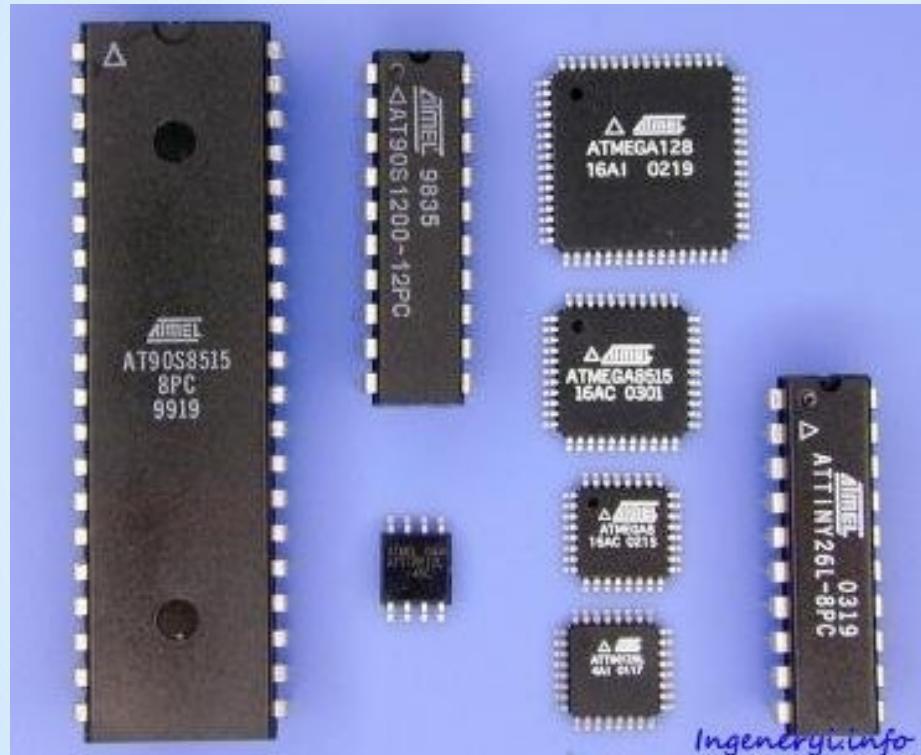
Директивы:

MASK.EQU 40L;
GREETING; .DB 'HELLO'
ARRAY; .DB 3.15, 770
BUF: .DS 72

.IF EXT_AR
 MULA, B
.ELSEIF
 CALL \$MUL
.ENDIF

[метка].END
[метка] ORG <выражение>
.PUBLIC <список имен>
.EXTRN <список имен>
.NAME <имя модуля>
.STKLN <выражение>

*Обзор микроконтроллеров семейства AVR



* Особенности микроконтроллеров Atmel AVR

- Производительность порядка 1 MIPS/МГц.
- Усовершенствованная RISC- архитектура.
- Гарвардская архитектура
- 32 регистра общего назначения (РОН)
- Flash-память программ
- Наличие отдельной области энергонезависимой памяти для хранения данных
- Аналоговый компаратор и многоканальный 10-разрядный АЦП.

* Особенности микроконтроллеров Atmel AVR

- * Сторожевой таймер
- * Последовательные интерфейсы SPI, TWI (I2C) и UART (USART)
- * Таймеры/счетчики: один-два 8-разрядных и как минимум один 16-разрядный
- * Возможность работы при тактовой частоте от 0 Гц до 20 МГц
- * Диапазон напряжений питания от 2,7 до 5,5 В (для некоторых моделей от 1,8 до 6,0В).
- * Многочисленные режимы энергосбережения
- * Встроенный монитор питания – детектор падения напряжения (Brown-out Detector)