

## **4. Выбор и обоснование элементной базы, унифицирующих узлов, установочных изделий и материалов конструкции**

### **4.1. Выбор элементной базы.**

При проектировании универсального измерительного прибора на микроконтроллере одним из важных этапов является выбор типов элементов, входящих в конструкцию. Правильно выбранная элементная база позволит обеспечить надежное функционирование составных частей и всего изделия в целом; снизить вероятность возникновения помех из-за несогласованности входов одних элементов с выходами других; получить высокие эксплуатационные характеристики; уменьшить потребление электроэнергии за счет применения элементов, изготовленных по передовым технологиям; добиться лучших массогабаритных показателей; повысить ремонтпригодность аппаратуры; расширить технические возможности разрабатываемой аппаратуры.

В общем случае критерием выбора электрорадиоэлементов (ЭРЭ) в любом радиоэлектронном устройстве является соответствие технологических и эксплуатационных характеристик ЭРЭ заданным условиям эксплуатации.

Основными параметрами при выборе ЭРЭ являются:

1) технические параметры ЭРЭ:

- номинальные значения параметров ЭРЭ согласно схеме электрической принципиальной;

- допустимые рабочие напряжения;
- допустимые рассеиваемые мощности;
- диапазон рабочих частот;
- коэффициент электрической нагрузки;

2) эксплуатационные параметры:

- диапазон рабочих температур;
- относительная влажность воздуха;
- давление окружающей среды;
- вибрационные и ударные нагрузки и т.д.

Дополнительными критериями при выборе ЭРЭ являются: надежность, унификация ЭРЭ, масса и габариты, стоимость. Выбор элементной базы по вышеназванным критериям позволяет обеспечить стабильную работу на протяжении всего срока службы изделия.

Применение принципов стандартизации и унификации при конструировании изделия в целом позволяет получить следующие преимущества:

1) значительно сократить срок и стоимость проектирования;

2) создать специализированные производства стандартных и унифицированных сборочных единиц для централизованного обеспечения

предприятий.

3) Сократить на предприятии - изготовителе номенклатуру применяемых деталей и сборочных единиц; увеличить применяемость и масштаб производства;

4) Исключить разработку специальной оснастки и специального

5) Улучшить производственную и эксплуатационную технологичность;

6) Снизить себестоимость выпускаемого изделия.

Учитывая вышесказанное, а также данные сравнительного анализа по использованию элементной базы в кассете обработки сигналов (см. п.2), выбираем следующие элементы:

**Диоды:**

- КД409А;

- ДЗ11;

- КД522Б;

**Конденсаторы SMD:**

- К10-17В-М1500-1000нФ  $\pm 20\%$ ;

- К10-17В-Н90-0,1мкФ  $\pm 20\%$ ;

- К10-17-М1500-100нФ  $\pm 20\%$ ;

- К10-17-М1500-510нФ  $\pm 20\%$ ;

- К10-17В-4В-МПО-15нФ  $\pm 20\%$ ;

- К10-17-Н90-1мкФ  $+80/-20\%$ ;

- К53-1А 10мк x 16В  $\pm 20\%$ ;

- К53-1А 47мк x 16В  $\pm 20\%$ ;

- КТ-4-23 нФ  $\pm 20\%$ ;

**Катушки индуктивности:**

- SL1602В;

- CECL 100/260;

- LQH32М;

**Кнопки:**

- Кнопка PSM5;

- Кнопка SWT-2;

**Микросхемы:**

- LM311D;

- 78L05;

- LMX1600ТМ;

- 74АС132D;

- PIC16F873А;

**Переключатель:**

- Переключатель SS-33;

**Резисторы:**

- RH1-12 0.25 1206  $\pm 5\%$ ;

- RH1-12 0.125 0805  $\pm 5\%$ ;

- RH1-12 0.063 0603  $\pm 5\%$ ;

- СП4-1а;

**Кварцевый резонатор:**

- РПК01 НС-49SM - 4МГц - 6ВС;
- РН1-12 0.125 0805  $\pm 5\%$ ;
- РН1-12 0.063 0603  $\pm 5\%$ ;
- СП4-1а;

**Реле:**

- SIL05-1A72-71D;

**Разъемы:**

- Вилка WF-5;
- Разъем MINI-FIT;
- Разъем K375 (DJK-02A);
- Гнездо DJK-07D;

**Транзисторы:**

- BF998;
- BFR93A;
- IRF7314;
- KT3107A;
- KT3102A;

#### 4.1.1 Характеристики элементов, выбранных для конструкции

Схемотехника контроллера выполнена на базе микросхемы фирмы Microchip **PIC16F873A**, которая представляют собой высокопроизводительные, полностью статические, 8- разрядные КМОП микроконтроллеры с RISC архитектурой. Система команд содержит только 35 команд. Все команды выполняются за один машинный цикл ( 400 нс на 10 МГц ), кроме команд передачи управления, которые выполняются за два машинных цикла.

Микроконтроллеры семейства PIC16F873A имеют особенности уменьшающие стоимость системы и требования к питанию. Схема запуска по включению питания и таймер запуска генератора позволяют во многих случаях обойтись без внешних схем сброса. Имеется дополнительный режим пониженного энергопотребления SLEEP, сторожевой таймер WDT и возможность защиты программы от считывания. Изделия семейства поддерживаются макроассемблером, программным стимулятором, внутрисхемным эмулятором, компилятором С(СИ), дешевым отладочным программатором и промышленным программатором.

Технология электрически перепрограммируемого ПЗУ позволяет максимально быстро создавать и отлаживать готовые устройства. Необходимые изменения в программу можно внести на любом этапе, даже в процессе эксплуатации.

Процессор имеет в своем составе три программируемых порта ввода/вывода, обеспечивающих обработку информации от трёх кнопочной клавиатуры, от

преобразователя цифрового, внешнего оборудования и вывод информации на индикаторы.

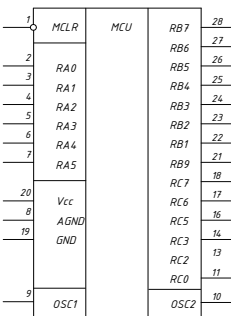


Рисунок 4.1 – УГО микросхемы PIC16F873A

Архитектура основана на отдельных шинах и областях памяти для данных и для команд (Гарвардская архитектура). Шина данных и память данных (ОЗУ) – имеют ширину 8 бит, а программная шина и программная память (ПЗУ) имеют ширину 14 бит. Такая концепция обеспечивает простую, но мощную систему команд, разработанную так, что битовые, байтовые и регистровые операции работают с высокой скоростью и с перекрытием по времени выборок команд и циклов выполнения. 14-битовая ширина программной памяти обеспечивает выборку 14-битовой команды в один цикл. Двухступенчатый конвейер обеспечивает одновременную выборку и исполнение команды. Все команды выполняются за один цикл, исключая команды переходов. В PIC16F873A программная память объемом 1К x 14 расположена внутри кристалла. На рисунке 4.1 приведено УГО микросхемы PIC16F873A, а назначение выводов – в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Назначение выводов микросхемы PIC16F873A

Обозначение вывода	Номер вывода	Нормальный режим
1	2	3
OSC1/CLKIN	9	Кварцевый резонатор – вход / Вход внешнего генератора
OSC2/CLKOUT	10	Кварцевый резонатор – выход / Выход генератора. Подключается кварцевый или керамический генератор. В RC режиме тактового генератора на выходе OSC2 присутствует тактовый сигнал CLKOUT, равный Fosc/4

Продолжение таблицы 4.1

MCLR/Vpp	1	Вход сброса микроконтроллера или вход напряжения программирования. Сброс микроконтроллера происходит при низком логическом уровне сигнала на входе.
RA0/AN0	2	Вывод RA0 / аналоговый канал 0
RA1/AN1	3	Вывод RA1 / аналоговый канал 1
RA2/AN2/Vref-	4	Вывод RA2 / аналоговый канал 2 / вход отрицательного опорного напряжения
RA3/AN3/Vref+	5	Вывод RA3 / как аналоговый канал 3 / вход положительного опорного напряжения
RA4/ TOCKI	6	Вывод RA4/ вход синхронизации модуля таймера 0, выход с открытым стоком
RA5/-SS/AN4	7	Вывод RA5 / аналоговый канал 4 / вход выбора микросхемы в режиме ведомого SPI
RB0/INT	21	Вывод RB0 / вход внешних прерываний
RB1	22	Вывод RB1
RB2	23	Вывод RB2
RB3/PGM	24	Вывод RB3 / вход для режима низковольтного программирования
RB4	25	Прерывания по изменению уровня входного сигнала.
RB5	26	Прерывания по изменению уровня входного сигнала.
RB6/PGC	27	Прерывания по изменению уровня входного сигнала или вывод для режима внутрисхемной отладки ICD.
RB7/PGC	28	Прерывания по изменению уровня входного сигнала или вывод для режима внутрисхемной отладки ICD. Вывод данных в режиме программирования.
RC0/T1OSO/T1CKI	11	Вывод RC0 / выход кварцевого резонатора/вход внешнего генератора таймера 1.
RC1/T1OS1/CCP2P2	12	Вывод RC1 / вход кварцевого резонатора / вывод модуля CCP2.
RC2 /CCP1	13	Вывод RC2 / вывод модуля CCP2.
RC3 /SCK/SCL	14	Вывод RC3 / вход/выход тактового сигнала в режиме SPI и I2C.
RC4 /SDI/SDA	15	Вывод RC4 / вход данных в режиме SPI / вход/выход данных в режиме I2C.
RC5 /SDO	16	Вывод RC5 / выход данных в режиме SPI
RC6 /TX/CK	17	Вывод RC6 / выход передатчика USART в асинхронном режиме / вывода синхронизации USART в синхронном режиме
RC7 /RX/DT	18	Вывод RC7 / входа приёмника USART в асинхронном режиме или вывода синхронизации USART в синхронном режиме
Vss	8,19	Общий вывод для внутренней логики и портов ввода/вывода
Vdd	20	Положительное напряжение питания для внутренней логики

**LMX1600TM** - часть семьи монолитных интегрированных двойных синтезаторов частоты, разработанных, чтобы использоваться в местной подсистеме генератора для радио-приемопередатчика.

LMX1600TM содержит два двойных модуля prescalers, четыре программируемых прилавка, два датчика фазы и два выбираемых обвинения выгоды качает необходимый, чтобы обеспечить напряжение контроля для двух внешних фильтров петли и петель VCO. Цифровой фильтрованный замок обнаруживает для обоих, PLLs включены. Данные переданы в LMX1600TM через MICROWIRE™ последовательный интерфейс (Данные, Часы, LE).

Напряжение питания Vcc может располагаться от 2.7V до 3.6V. LMX1600TM показывает очень низкое текущее потребление.

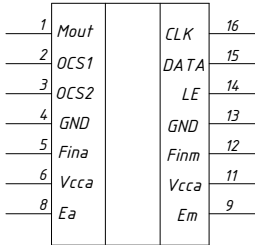


Рисунок 4.2 – УГО микросхемы LMX1600TM

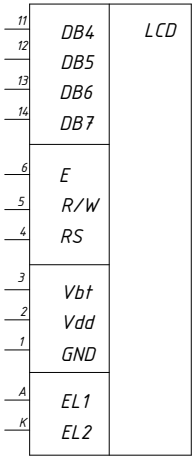


Рисунок 4.3 – УГО индикатора SC1602B

Таблица 4.2 – Назначение выводов микросхемы SC1602B

NO.	SYMBOL	FUNCTION	NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	VDD	Supply Voltage	9	DB2	Data Bit 2

2	Vss	Supply Ground	10	DB3	Data Bit 3
3	Vo	Contrast Adj.	11	DB4	Data Bit 4
4	RS	Register Select	12	DB5	Data Bit 5
5	R/W	Read/Write	13	DB6	Data Bit 6
6	E	Enable Signal	14	DB7	Data Bit 7
7	DB0	Data Bit 0			
8	DB1	Data Bit 1			

**LM311** - компаратор напряжения. Выход совместим с RTL, DTL, и TTL так же как цепями MOS. Он может вести лампы или реле, переключая напряжения до 50V в токах столь же высоко как 50mA.

Устройства являются также намного менее склонными к поддельным колебаниям.

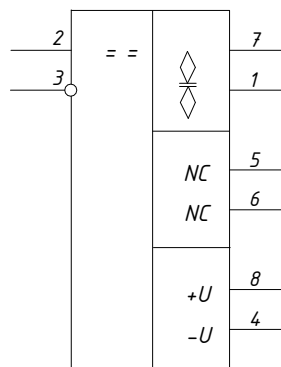


Рисунок 4.4 – УГО микросхемы LM311D

**78L05** - положительный регуляторов с тремя зажимами, использует внутреннее ограничение тока и тепловое закрытие, делаю их чрезвычайно неразрушимый. Они используются как установленные стабилизаторы напряжения в широком диапазоне приложений, включая локальную или стабилизацию на карте для устранения шума и задач распространения, связанных с одноточечной стабилизацией. Кроме того, они могут использоваться с энергетическими элементами прохода, чтобы сделать высоко-текущие стабилизаторы напряжения.

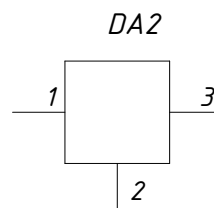


Рисунок 4.5 – УГО микросхемы 78L05

Таблица 4.3 – Электрические характеристики элементов

Наименование	Напряжение питания $U_{cc}, В$	Потребляемая мощность $P, мВт$	Тактовая частота $f_m, МГц$	Диапазон температур $T, ^\circ C$	Время задержки и $t_p, нс$	Выходное напряжение высокого уровня $U_{oh}, В$	Выходное напряжение низкого уровня $U_{ol}, В$
PIC16F873A	5	25	20	-40..80	200	2,5	0
LMX1600TM	5	35	70	-10..70	120	2,5	0
SC1602B	5	35	70	-10..70	120	2,5	0
LM311D	5	35	70	-10..70	120	2,5	0
78L05	5	35	70	-10..70	120	2,5	0

Сопоставив условия эксплуатации приборов и условия эксплуатации предлагаемых типов электрорадиоэлементов, делаем вывод о том, что данные типы пригодны для эксплуатации в заданных условиях.

## 4.2 Выбор материалов конструкций

Материалы для изделий РЭС определяются исходя из функционального назначения, серийности производства, технического уровня заготовительного производства и экономической целесообразности применения определенного способа изготовления заготовок. Материалы деталей выбирают с учетом специальных требований, предъявляемых к работе не только каждой детали изделия, но и отдельных элементов детали. Это дает возможность уменьшить массу детали, сборочных единиц и изделия РЭС в целом.

Материал, сэкономленный при конструировании и изготовлении изделий, – это один из важнейших резервов производства, позволяющий получать новые изделия без дополнительных затрат на исходные материалы. Вопросы экономии материалов и повышению качества изделия необходимо уделять внимание на всех стадиях разработки конструкторской документации, изготовления, испытания и пуска изделий в эксплуатацию.

Принимая выше изложенное в качестве материала для изготовления выбираем:

Полистирол ударопрочный белый 3 мм, 2000×3000 мм.



Толщина , мм : 1,0 ; 1,5 ; 2,0; 3,0

Размер листа : не более  $2000 \times 3000$  мм.

Для изготовления печатных плат в РЭС наиболее широкое распространение получили стеклотекстолит и гетинакс. При выборе материала печатной платы необходимо иметь ввиду следующее:

- материал печатной платы должен иметь высокие электроизоляционные показатели в заданных условиях эксплуатации РЭС;
- иметь малые диэлектрические потери;
- обладать химической стойкостью к действию химических растворов, используемых при изготовлении печатных плат;
- допускать штамповку;
- выдерживать кратковременное воздействие температуры до  $240^{\circ}\text{C}$  в процессе пайки на плате ЭРЭ;
- иметь высокую влагостойкость;
- быть дешёвым.

Учитывая вышеизложенные требования, в разрабатываемом приборе применена плата из стеклотекстолита.

Большое значение на надежность радиоэлектронной аппаратуры оказывает выбор припоя для электрического монтажа. Для пайки ЭРЭ выбираем припой ПОС-61 ГОСТ 21931-76: температура кристаллизации начальная  $+90^{\circ}\text{C}$ , конечная  $+183^{\circ}\text{C}$ .

Материалы, применяемые в данной конструкции сведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Материалы, применяемые универсальном измерительном приборе на микроконтроллере.

Наименование изделия	Марка материала	Покрытие
Корпус	Полистирол ударопрочный белый 3 мм, $2000 \times 3000$ мм.	
Плата печатная	СФ-2-35-1,5 ТУ16-503271-86	сплав «Розе»
Припой	ПОС-61 ГОСТ 21931-76	

