

Методические указания по выполнению контрольной работы

**Проектирование программных и аппаратных средств  
встроенных систем (часть 1)**

Иванюк Александр Александрович

**Содержание**

Описание .....	2
В1 – “Светофор”:	3
В2 – “Секундомер”:	5
В3 – “Цифровые часы”:	6
В4 – “Электронный кодовый замок”:	7
В5 – “Музыкальная шкатулка”:	8
В6 – “Кнопочный телефон”:	9
В7 – “Триггерные кнопки”:	10
В8 – “Генератор кодов”:	11

## **Описание**

1. Получите номер варианта контрольной работы у преподавателя
2. Соберите требуемую цифровую схему в среде моделирования цифровых устройств PROTEUS Simulator
3. Реализуйте программу управления системой с помощью ассемблера микроконтроллеров PIC
4. Оформите результаты выполнения контрольной в виде отчета

## В1 – “Светофор”:

Напишите программу, управляющую тремя светофорами на Т-образном перекрестке.

Машины с дороги А и В могут двигаться прямо или поворачивать направо.

Машины с дороги С могут поворачивать налево и направо. Для каждого светофора имеется предопределенная последовательность цветов:

Цвет	1	2	3	4	5	1
Красный:	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON
Желтый:	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF
Зеленый:	OFF	OFF	ON	Blink	OFF	OFF

Светофоры 1 и 3 имеют наивысший приоритет.

Диаграмма:

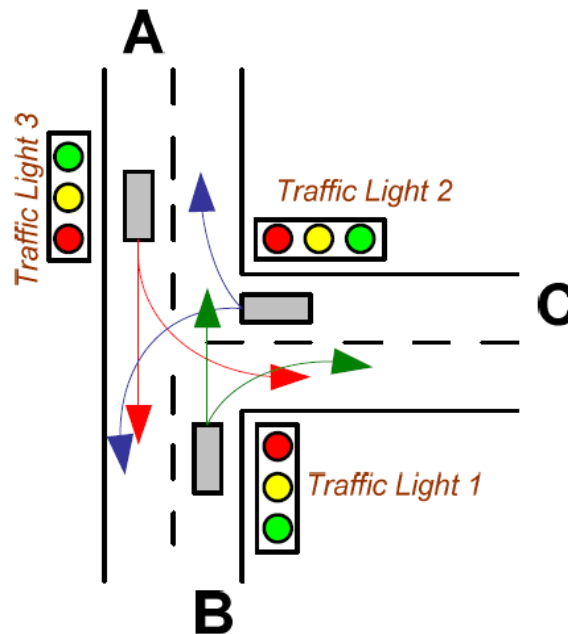
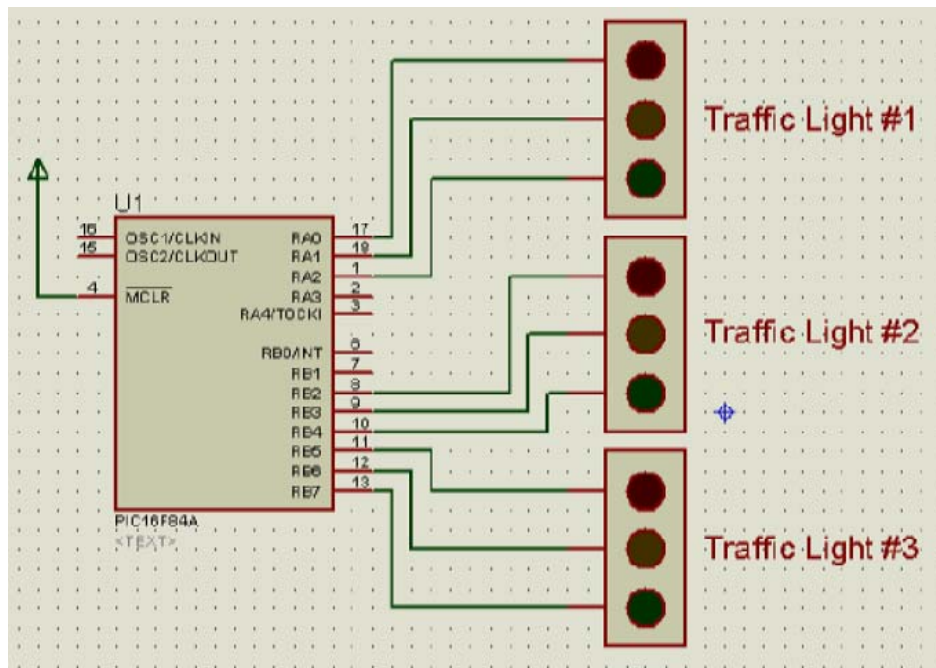
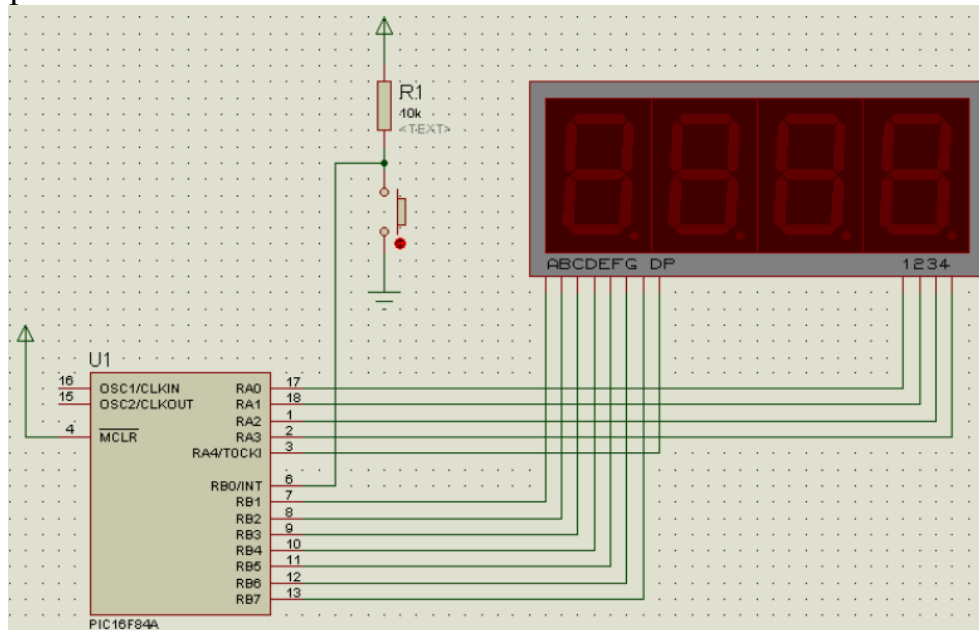


Схема устройства:



## В2 – “Секундомер”:

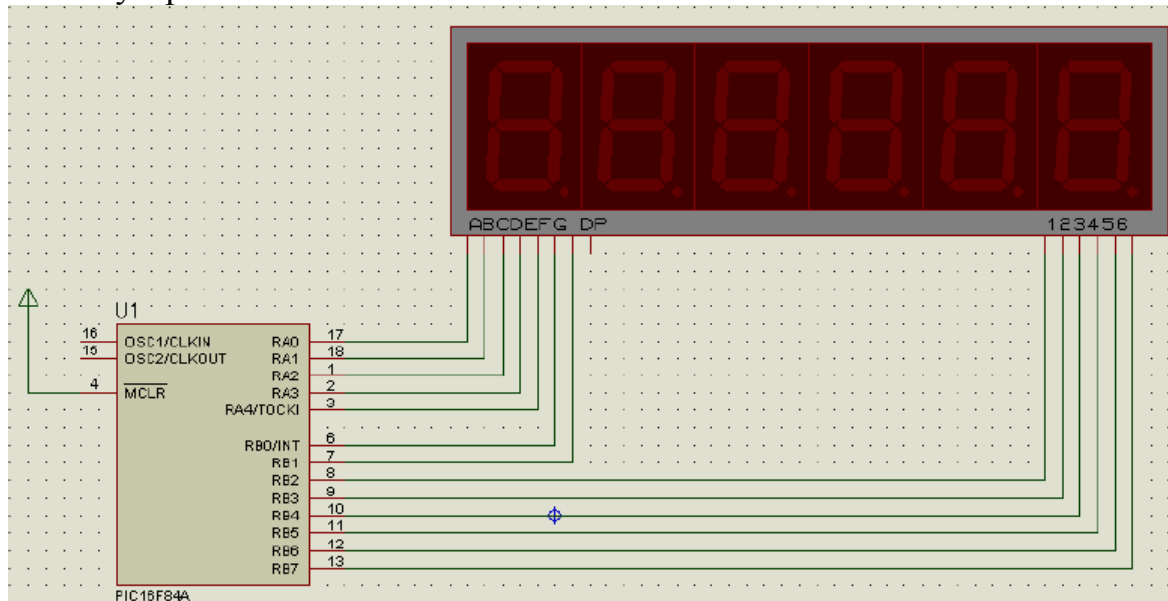
Напишите программу управления электронным цифровым секундомером на основе микроконтроллера PIC16F84A, одной кнопки и 7-сегментного индикатора. Секундомер позволяет замерять временные интервалы между двумя нажатиями кнопки (в мс.). Первое нажатие кнопки запускает секундомер, значения отсчетов отображаются на индикаторе. Второе нажатие кнопки останавливает секундомер. Схема устройства:



### В3 – “Цифровые часы”:

Напишите программу управления цифровыми часами на основе микроконтроллера PIC16F84A, шести 7-сегментных индикаторов. Часы отображают текущее время в формате: <секунды> (индикаторы номер 1 и 2) <минуты> (индикаторы номер 3 и 4) <> (индикаторы номер 5 и 6). Начальное время задается в коде программы.

Схема устройства:



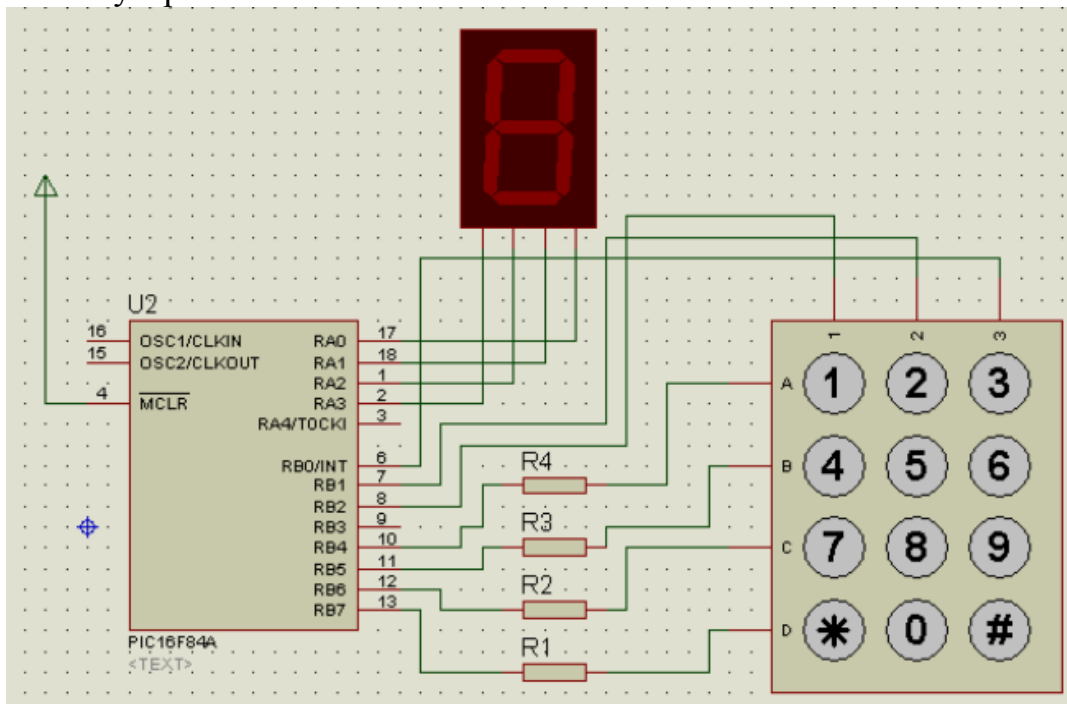
## В4 – “Электронный кодовый замок”:

Напишите программу управления электронным кодовым замком на основе микроконтроллера PIC16F84A microcontroller, матричной клавиатуры и одного 7-сегментного индикатора. Открытие замка производится после выполнения пользователем следующих действий:

1. Нажать кнопку “\*”.
2. Ввести 4-символьный идентификатор пользователя.
3. Нажать кнопку “#”.
4. Ввести 4-символьный правильный пароль.

Замок помнит до 4-х пользователей. По умолчанию на индикаторе отображается символ “-”. При неправильном вводе пароля выводится символ “Е”. При правильном вводе пароля выводится символ “О”. Пароли и идентификаторы пользователей хранятся в памяти EEPROM микроконтроллера.

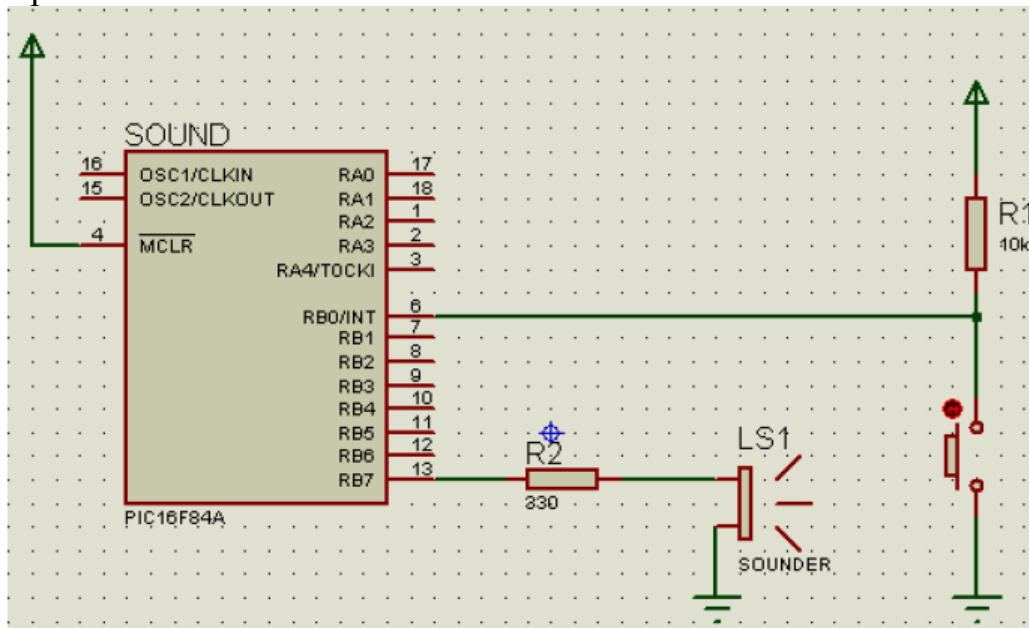
Схема устройства:



## В5 – “Музыкальная шкатулка”:

Напишите программу управления музыкальной шкатулкой на основе микроконтроллера PIC16F84A, одного динамика и кнопки. Устройство распознает два вида нажатия на кнопку – одиночное и двойное. При одиночном нажатии контроллер воспроизводит на динамике мелодию №1. При повторном нажатии на кнопку в течении 1 сек. контроллер воспроизводит на динамике мелодию №2. Обе мелодии хранятся в памяти EEPROM микроконтроллера. Обе мелодии прекращаются при следующем нажатии на кнопку.

Схема устройства:

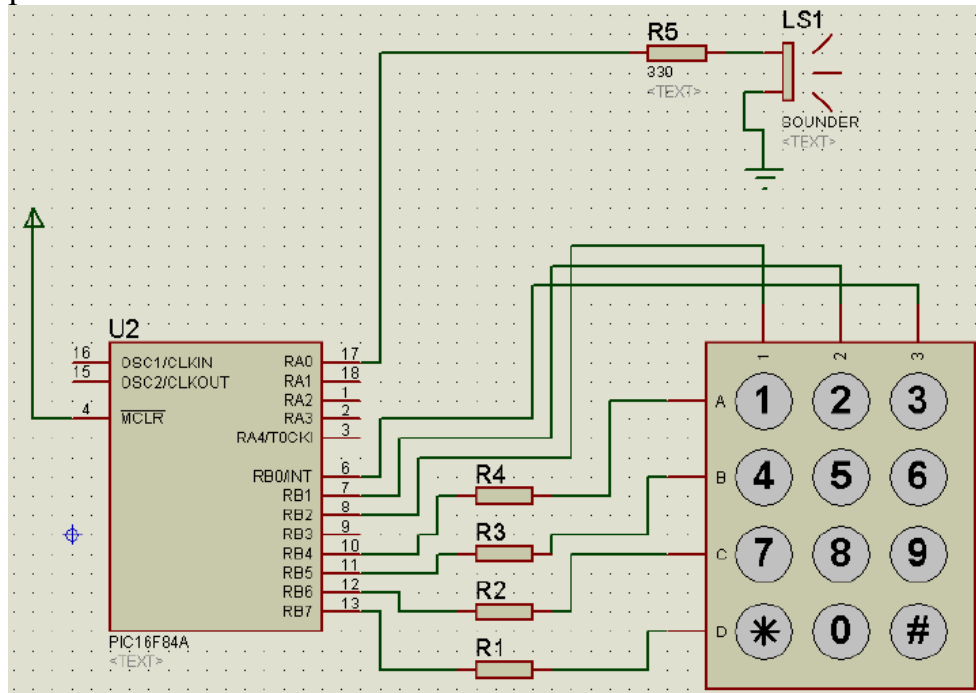




## В6 – “Кнопочный телефон”:

Напишите программу управления кнопочным телефоном на основе микроконтроллера PIC16F84A, матричной клавиатуры 3x4 и динамика. При нажатии на любую кнопку микроконтроллер посылает на динамик звуковой сигнал с уникальным для данной клавиши тоном. Звуковые тоны для каждой клавиши хранятся в памяти EEPROM микроконтроллера.

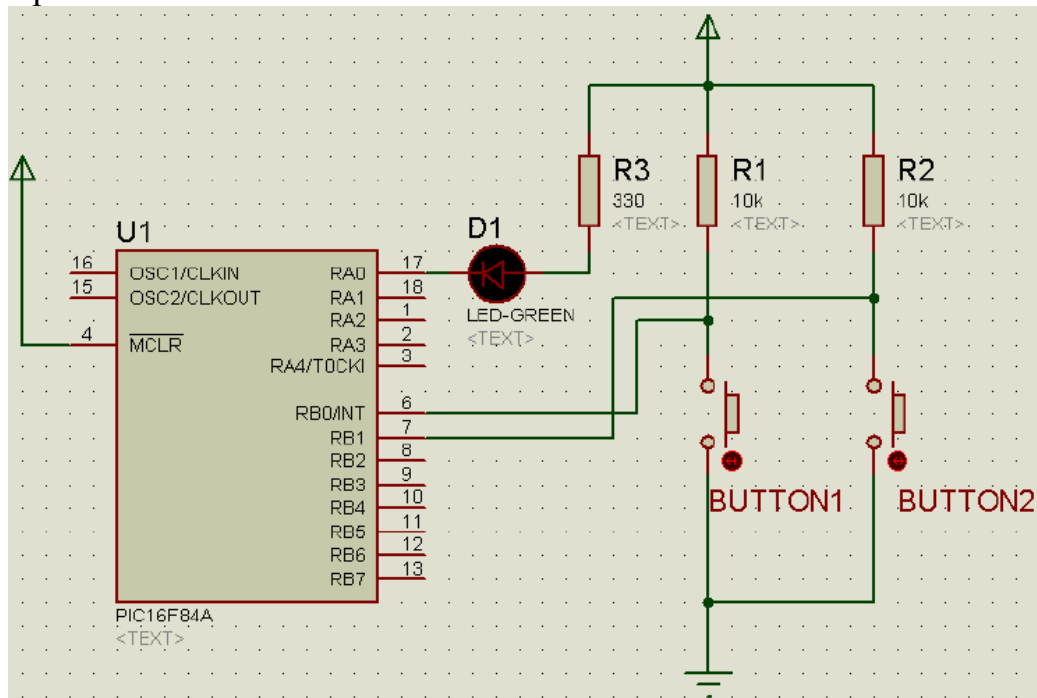
Схема устройства:



## В7 – “Триггерные кнопки”:

Имеются две кнопки (Button1 and Button2) и один световой индикатор, подключенные к микроконтроллеру PIC16F84A. В самом начале индикатор не горит. Если нажата одна кнопка, то индикатор загорается. Выключается индикатор по нажатию кнопки Button1 или Button2.

Схема устройства:



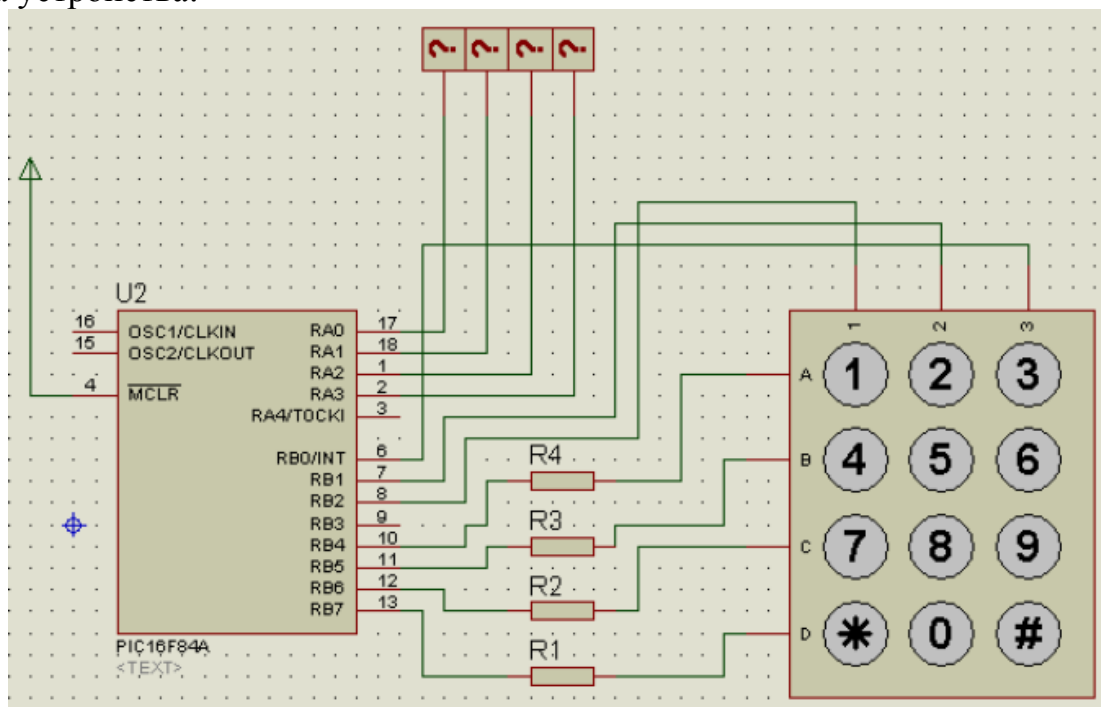
## В8 – “Генератор кодов”:

Генератор кодов состоит из микроконтроллера PIC16F84A, матричной клавиатуры и 4-х выводов для генерируемых кодов. Заданы 6 predetermined последовательностей кодов:

1. Увеличивающаяся двоичная (0000,...,1111);
2. Уменьшающаяся двоичная (1111,...,0000);
3. Последовательность кодов Грея (0000,0001,0011,...,1111);
5. Последовательность "Только один" (0001,0010,...,1000);
6. Последовательность Джонсона (0000,1000,1100,...,1111).

Микроконтроллер генерирует ту последовательность кодов, номер которой выбран с помощью клавиатуры. Например, после нажатия на кнопку “5” генерируется последовательность кодов "Только один". Задержка между кодами равна 1 сек. При нажатии на другие кнопки (7,8...,\*,#) микроконтроллер прекращает генерацию кодов.

Схема устройства:



## Тесты знаний

1. **Какие преимущества дает модульная организация микроконтроллера?**
  - a. повышение быстродействия
  - b. снижение потребляемой мощности
  - c. создание разнообразных по структуре МК в пределах одного семейства
  - d. повышение надежности работы
  - e. увеличение числа обслуживаемых прерываний
2. **Что отличает процессоры с RISC-архитектурой от процессоров с CISC-архитектурой?**
  - a. тактовая частота
  - b. возможность параллельного исполнения нескольких команд
  - c. система команд
  - d. способ обращения к памяти команд
3. **Каков типичный объем памяти данных микроконтроллера?**
  - a. единицы бит
  - b. десятки и сотни байт
  - c. десятки килобайт
  - d. мегабайты
4. **Что включает в себя понятие «работа в реальном времени»?**
  - a. максимально достижимое на данный момент быстродействие
  - b. обеспечение реакции на внешние события в течение определенного интервала времени
  - c. возможность выдачи сигналов строго определенной длительности
  - d. включение и выключение устройства по сигналам точного времени
5. **Что такое «плата развития»?**
  - a. конструктор для макетирования электронных устройств
  - b. устройство для увеличения тактовой частоты МК
  - c. схема для сопряжения МК с внешними устройствами
  - d. плата, выставленная на пробную продажу
6. **Что такое «виртуальное» периферийное устройство МК?**
  - a. периферийный модуль, поставляемый только на заказ
  - b. периферийный модуль, реализованный программными средствами
  - c. периферийный модуль, находящийся в стадии разработки
  - d. периферийный модуль с изменяемыми режимами работы
7. **Для чего служит регистр признаков?**
  - a. для хранения флагов результатов выполненных операций
  - b. для хранения кодов специальных команд

- c. для хранения кода адреса
  - d. для определения режима работы микропроцессорной системы
  - e. для обслуживания стека
8. **Для чего нужен селектор адреса в составе модуля памяти?**
- a. для выделения адресов зоны стека системы
  - b. для выделения адресов памяти начальной загрузки
  - c. для выделения адресов устройств ввода-вывода
  - d. для выделения адресов этого модуля в адресном пространстве системы
  - e. для выделения адресов кэш-памяти системы
9. **Выберите верное утверждение.**
- a. устройство ввода-вывода всегда имеет множество адресов на магистрали
  - b. устройство ввода-вывода может иметь один адрес на магистрали
  - c. устройство ввода-вывода предназначено исключительно для двунаправленного обмена с внешними устройствами
  - d. устройство ввода-вывода ничем не отличается от модуля памяти
  - e. устройства ввода-вывода почти не отличаются друг от друга
10. **Какой тип логической функции позволяет реализовать объединение «квазидвунаправленных» выходов микроконтроллера?**
- a. сложение по модулю 2
  - b. логическое "И"
  - c. логическое "ИЛИ"
  - d. константа "1"
11. **Какие ошибки измерения позволяет исключить использование режима входного захвата таймера/счетчика микроконтроллера?**
- a. ошибки, связанные с временем перехода к подпрограмме обработки прерывания
  - b. потери времени при перезагрузке таймера/счетчика
  - c. потери времени при фиксации события захвата
  - d. потери времени при чтении содержимого регистра входного захвата
12. **Что дает двухступенчатый конвейер исполнения команд в PIC-микроконтроллерах?**
- a. возможность одновременной выборки и исполнения команд
  - b. возможность удвоения тактовой частоты
  - c. возможность параллельного исполнения двух команд
  - d. возможность динамического предсказания переходов
13. **Где хранится содержимое младшего байта счетчика команд микроконтроллеров подгруппы PIC16F8X?**
- a. в регистре STATUS

- b. в регистре OPTION
  - c. в регистре PCLATH
  - d. в регистре PCL
14. **В какое состояние переходят порты ввода/вывода PIC-микроконтроллеров по умолчанию (после сброса)?**
- a. в состояние вывода логического «0»
  - b. в третье (высокоимпедансное) состояние
  - c. в состояние ввода
  - d. в состояние вывода логической «1»
15. **Что такое «текстовая строка» в ассемблере MPASM?**
- a. последовательность любых допустимых ASCII символов, заключенная в двойные кавычки и длиной до 132 колонок
  - b. последовательность любых допустимых ASCII символов, заключенная между тире, длиной в пределах 80 колонок
  - c. последовательность любых допустимых ASCII символов, заключенная между точками с запятой, длиной до 132 колонок
  - d. последовательность любых допустимых ASCII символов, заключенная в двойные кавычки, длиной в пределах 80 колонок
16. **Что определяет директива EQU ассемблера MPASM?**
- a. равенство переменных
  - b. метку замены текста
  - c. начальный адрес программы
  - d. ассемблерную константу
17. **Для чего используется файл инициализации .INI при работе симулятора MPSIM?**
- a. для запуска процесса симуляции МК
  - b. для задания всех используемых в программе параметров
  - c. для моделирования внешних воздействий
  - d. для ограничения времени симуляции
18. **Какая структура шин адреса и данных обеспечивает большее быстродействие?**
- a. мультиплексированная
  - b. немultipлексированная
  - c. двунаправленная
  - d. быстродействие от структуры не зависит
19. **Какой модуль микроконтроллера прекращает работу в режиме ожидания?**
- a. центральный процессор
  - b. тактовый генератор
  - c. таймер
  - d. блок прерываний

20. **Что происходит при переполнении сторожевого таймера микроконтроллера?**
- a. формирование сигнала запроса прерывания
  - b. переход в режим пониженного энергопотребления
  - c. сброс МК
  - d. инкремент таймера/счетчика МК
21. **Что используется в качестве простейшего ЦАП на выходе микроконтроллера?**
- a. широтно-импульсный модулятор с фильтром нижних частот
  - b. операционный усилитель
  - c. электронный ключ
  - d. усилитель напряжения
22. **В чем главное преимущество микропроцессорной системы?**
- a. высокое быстродействие
  - b. малое энергопотребление
  - c. низкая стоимость
  - d. высокая гибкость
23. **Какой режим обмена обеспечивает наибольшую скорость передачи информации?**
- a. обмен по прямому доступу к памяти
  - b. программный обмен
  - c. обмен по прерываниям
  - d. все режимы одинаковы по быстродействию
24. **Микропроцессорная система какого типа не обеспечивает управление внешними устройствами?**
- a. микроконтроллер
  - b. контроллер
  - c. все типы обеспечивают управление внешними устройствами
  - d. компьютер
25. **Какой метод адресации наиболее удобен для последовательной обработки массивов данных?**
- a. абсолютная адресация
  - b. непосредственная адресация
  - c. автоинкрементная адресация
  - d. косвенно-регистровая адресация
  - e. прямая адресация
26. **Каково разделение функций между внутренними регистрами процессора?**
- a. назначение регистров зависит от типа процессора
  - b. все регистры выполняют одни и те же функции
  - c. половина регистров используется для данных, половина — для адресации

- d. каждый регистр выполняет свою функцию
  - e. одни регистры специализированные, другие — универсальные
27. **В какое состояние переходит счетчик команд микроконтроллеров подгруппы PIC16F8X после сброса?**
- a. в состояние ноль
  - b. в состояние 0004h
  - c. в состояние, задаваемое битами конфигурации МК
  - d. в случайное состояние
28. **Какие команды микроконтроллеров подгруппы PIC16F8X могут изменить все биты состояния?**
- a. команды CALL k и SLEEP
  - b. команды ANDWF f, d и IORWF f, d
  - c. команды ADDWF f, d , SUBWF f, d , ADDLW k и SUBLW k
  - d. любая команда
29. **Какие команды микроконтроллеров подгруппы PIC16F8X используются для организации условных переходов в программе?**
- a. команды DECFSZ f, d, INCFSZ f, d, BTFSC f, b и BTFSS f, b
  - b. команды RETFIE и RETLW k
  - c. команды CALL k и GOTO k
  - d. любая команда
30. **Какая команда используется для возврата из программного прерывания?**
- a. команда условного перехода
  - b. команда безусловного перехода
  - c. команда перехода с возвратом
  - d. команда вызова прерывания
  - e. специальная команда возврата из прерывания



## Экзаменационные вопросы

по курсу

### *«Проектирование программных и аппаратных средств встроенных систем» (часть 1)*

1. Основы микропроцессорной техники. Микропроцессор
2. Шинная структура связей
3. Режимы работы микропроцессорной системы
4. Архитектура микропроцессорных систем
5. Типы микропроцессорных систем
6. Шины микропроцессорной системы
7. Циклы обмена информацией
8. Циклы программного обмена
9. Циклы обмена по прерываниям
10. Конвейеризация
11. Суперскалярные архитектуры
12. Неупорядоченное выполнение инструкций
13. Переименование регистров
14. Обходы и продвижения данных
15. Метод прогнозирования переходов
16. Классификация и структура микроконтроллеров
17. Процессорное ядро микроконтроллера
18. Структура процессорного ядра МК
19. Система команд процессора МК
20. Схема синхронизации МК
21. Память программ МК
22. Память данных МК
23. Регистры МК
24. Стек МК
25. Внешняя память МК
26. Порты ввода/вывода МК
27. Таймеры и процессоры событий МК
28. Модуль прерываний МК
29. Минимизация энергопотребления в системах на основе МК
30. Тактовые генераторы МК
31. Аппаратные средства обеспечения надежной работы МК
32. Схема формирования сигнала сброса МК
33. Блок детектирования пониженного напряжения питания МК
34. Сторожевой таймер МК

35. Модули последовательного ввода/вывода
36. Модули аналогового ввода/вывода
37. Основные особенности микроконтроллеров серии PIC
38. Состав и назначение семейств PIC-контроллеров
39. Особенности архитектуры микроконтроллеров семейства PIC16CXXX
40. Микроконтроллеры подгруппы PIC16F8X
41. Схема тактирования и цикл выполнения команды PIC-контроллеров
42. Организация памяти программ и стека PIC-контроллеров
43. Организация памяти данных PIC-контроллеров
44. Регистры специального назначения PIC-контроллеров
45. Счетчик команд PIC-контроллеров
46. Прямая и косвенная адресации PIC-контроллеров
47. Порты ввода/вывода PIC-контроллеров
48. Модуль таймера и регистр таймера PIC-контроллеров
49. Память данных в РПЗУ (EEPROM) PIC-контроллеров
50. Организация прерываний PIC-контроллеров
51. Специальные функции микроконтроллеров серии PIC
52. Форматы команд PIC-контроллеров
53. Команды работы с байтами PIC-контроллеров
54. Команды работы с битами PIC-контроллеров
55. Команды управления и работы с константами PIC-контроллеров
56. Особенности программирования и отладки микроконтроллеров PIC
57. Основные этапы разработки цифровых устройств на основе микроконтроллеров
58. Разработка и отладка аппаратных средств цифровых устройств на основе микроконтроллеров
59. Разработка и отладка программного обеспечения цифровых устройств на основе микроконтроллеров
60. Методы и средства совместной отладки аппаратных и программных средств цифровых устройств на основе микроконтроллеров