

## **Прикладной кейс**

### **Лабораторные и практические работы по дисциплине Конструирование вычислительных систем.**

И.В. Николаев, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА), филиал РТУ МИРЭА в г. Фрязино

Образовательная программа: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Дисциплина: Конструирование вычислительных систем.

Направленность: Цифровизация предприятий в области радиоэлектроники

#### **Темы лабораторных работ:**

- Таймеры. Прерывание по переполнению таймера.
- Средства индикации. Работа с жидкокристаллическими дисплеями
- Прерывания. Внешние прерывания как управление ходом работы устройства
- Взаимодействие с микроконтроллером через внутренние прерывания UART
- Преобразование аналоговых сигналов по средствам АЦП.

#### **Реализуемые цифровые компетенции:**

Целями кейса являются: формирование компетенций, позволяющих успешно решать современные прикладные задачи с использованием информационно-коммуникативных и цифровых технологий в области радиоэлектроники, включая:

#### **Знать:**

- Основы высшей математики, физики, вычислительной техники и схемотехники при конструировании вычислительных систем;
- Методы решения стандартных профессиональных задач с применением естественнонаучных и общеинженерные знания, методы анализа и моделирования общеинженерных задач, методы математического анализа и моделирования вычислительных систем.
- Терминологию и основные базовые методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности при конструировании вычислительных систем;

- Современные информационные технологии и программные средства, в том числе и отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Варианты современных информационных технологий и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Возможности применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Базовые методы работы с информацией и общие требования к составлению библиографического описания документов; требования и методы обеспечения информационной безопасности решения задач; методы решения задач профессиональной деятельности при конструировании вычислительных систем;
- Способы решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности при конструировании вычислительных систем;
- Способы подготовки обзоров, аннотаций; общие требования к составлению рефератов, научных докладов, публикаций и библиографий по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности при конструировании вычислительных систем;
- Основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы при конструировании вычислительных систем;
- Техническую документацию на этапах конструирования вычислительных систем;
- Методы конструирования вычислительных систем при администрировании СУБД;
- Основы методологии автоматизированного конструирования при параметрической настройке информационной системы;
- Базовые стандарты информационного взаимодействия информационных и автоматизированных систем; принципы и этапы инсталляции программного обеспечения вычислительных систем;
- Основы принципов формирования и структур бизнес-планов и технических заданий на оснащение отделов при выполнении задач конструирования вычислительных систем;

- Способы разработки бизнес-планов и технических заданий на оснащение лабораторий компьютерных и сетевым оборудованием, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Основы языков программирования и средств работы с базами данных, применяемых при конструировании вычислительных систем, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий при конструировании вычислительных систем;
- Области применения языков программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ в рамках конструирования вычислительных систем;
- Базовые методы и приемы формализации задач; языки формализации функциональных спецификаций; методы и приемы алгоритмизации; программные продукты для отображения алгоритмов; алгоритмы решения типовых задач; методы проверки работоспособности программного обеспечения; языки, утилиты и среды программирования; измерения и оценки характеристик программного обеспечения;
- Основные принципы использования перспективных информационных технологий и систем для решения практических задач; законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; основные и специализированные методы сбора, и анализа научно-технической информации на основе математических понятий, и методов; положения государственных стандартов при конструировании вычислительных систем.

#### **Уметь:**

- Применять полученные знания, пользоваться формулами и правилами при конструировании вычислительных систем;
- Решать стандартные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования вычислительных систем;
- Использовать современные базовые методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности при конструировании вычислительных систем;
- Применять современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности, применяемых при конструировании вычислительных систем;

- Выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- применить современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Применить Базовые методы работы с информацией и общие требования к составлению библиографического описания документов; требования и методы обеспечения информационной безопасности решения задач; методы решения задач профессиональной деятельности при конструировании вычислительных систем;
- Применить способы решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности при конструировании вычислительных систем;
- Применить знания о способах подготовки обзоров, аннотаций; общие требования к составлению рефератов, научных докладов, публикаций и библиографий по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности при конструировании вычислительных систем;
- Составлять техническую документацию на этапах конструирования вычислительных систем;
- Применить методы конструирования вычислительных систем при администрировании СУБД;
- Применить основы методологии автоматизированного конструирования при параметрической настройке информационной системы;
- Выполнять инсталляцию основных видов программного обеспечения и параметрическую настройку информационных и автоматизированных систем при конструировании вычислительных систем;
- Структурировать бизнес-планы и составлять технические задания на оснащение лабораторий оборудованием при выполнении задач конструирования вычислительных систем;
- Применять навыки разработки бизнес-планов и технических заданий на оснащение лабораторий компьютерных и сетевым оборудованием, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Применить основы языков программирования и средств работы с базами данных, применить основы операционных систем и оболочек, современных программных сред разработки информационных систем и технологий применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Применить языки программирования для работы с базами данных, применить современные программные среды разработки информационных систем для решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ при конструировании вычислительных систем;
- Разрабатывать алгоритм решения задачи, использовать прикладные системы программирования и работать с современными системами программирования при конструировании вычислительных систем;

- Применять основные принципы использования перспективных информационных технологий и вычислительных систем для решения практических задач; использовать законы естественно- научных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, применять основные специализированные методы сбора и анализа научно-технической информации на основе математических понятий и методов; положения государственных стандартов при конструировании вычислительных систем;

#### **Владеть:**

- Навыками интерпретации поставленной задачи в профессиональной деятельности на основе знаний математики, физики, вычислительной техники и программирования при конструировании вычислительных систем;
- Навыками моделирования в профессиональной сфере на основе использования естественнонаучных и общеинженерных знаний при конструировании вычислительных систем;
- Терминологией и навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности при конструировании вычислительных систем;
- Современные информационные технологии и программные средства, в том числе и отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Навыками выбора современных информационных технологий и программными средствами, в том числе и отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Базовыми навыками работы с информацией и общие требования к составлению библиографического описания документов; требования и методы обеспечения информационной безопасности решения задач; методы решения задач профессиональной деятельности при конструировании вычислительных систем;
- Навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности при конструировании вычислительных систем;
- Навыками подготовки обзоров, аннотаций; общих требований к составлению рефератов, научных докладов, публикаций и библиографий по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности при конструировании вычислительных систем;
- Информацией для разработки документации на этапах конструирования вычислительных систем;

- Основами системного администрирования при использовании методов конструирования вычислительных систем при администрировании СУБД;
- Навыками применения САПР при параметрической настройке информационной системы;
- Основными навыками инсталляции программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем при конструировании вычислительных систем;
- Основными навыками составления технических заданий на оснащение лабораторий оборудованием при выполнении задач конструирования вычислительных систем;
- Навыками разработки бизнес-планов и технических заданий на оснащение лабораторий компьютерных и сетевым оборудованием, применяемых при конструировании вычислительных систем;
- Навыками разработки программ на основных языках программирования и работы с базами данных, с различными операционными системами и современными программными средами разработки информационных систем при конструировании вычислительных систем;
- Навыками применения языков программирования и работы с базами данных, современными программными средами разработки информационных систем и технологий для решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ при конструировании вычислительных систем;
- Навыками работы с языками процедурного и объектно-ориентированного программирования и иметь опыт разработки и отладки программ на языках программирования высокого и низкого уровней при конструировании вычислительных систем;
- Общей широкой подготовкой в области информационных систем и технологий для решения практических задач; законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; основными технологиями сбора и анализа научно-технической информации на основе математических понятий, и методов;

#### **Описание:**

- Студенту выдается комплект оборудования (отладочная плата, соединительные провода и модули, необходимые и достаточные для выполнения работы, а так же необходимое измерительное оборудование: осциллографы, цифровые мультиметры), методическое описание хода выполнения работы и теоретический материал для подготовки по теме лабораторной работы;
- Студент выполняет поиск технических описаний (datasheet) на используемые микросхемы;
- Студент выполняет лабораторные работы в среде разработки IDE MPLAB/Atmel Studio/WinAVR, где производит настройку проекта, разработку программного кода, выполняет отладку кода встроенными отладчиками.

- После отладки программного обеспечения, студент выполняет загрузку скомпилированной прошивки для примеряемого микроконтроллера и выполняет проверку работоспособности кода.
- Для защиты лабораторной работы студент представляет отчет в виде прокомментированного разработанного кода, ответа на теоретические вопросы и производит демонстрацию выполненных заданий на оборудовании.
- Преподаватель оценивает как саму работу на корректность выполненного задания, так и личный вклад студента в лабораторную работу (читаемость и комментирование кода, разделение функций, разбиение кода на библиотечные модули), по принятой в Университете шкале оценивания знаний, умений и навыков (выполнено; не выполнено).

### *Варианты заданий на защиту лабораторной работы №1*

Разработать функцию обработчика прерывания, позволяющую выводить в порт со светодиодами световой эффект, применяя прерывание по таймеру, для формирования времени смены состояний.

Примеры эффектов (1- диод на порту горит, 0- потушен).

«Змейка». Таблица состояний:

Шаг \ № диода	7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	1	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	1	1	0	0	0
3	0	0	0	1	1	1	0	0
4	0	0	0	0	1	1	1	0
5	0	0	0	0	0	1	1	1
6	0	0	0	0	1	1	1	0
7	0	0	0	1	1	1	0	0
8	0	0	1	1	1	0	0	0
9	0	1	1	1	0	0	0	0
10	1	1	1	0	0	0	0	0

«Полицейская мигалка». Таблица состояний:

Шаг \ № диода	7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	1	1	1

«Светофор». Таблица состояний:

Шаг \ № диода	7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	0	0	0	1	1	1
2	0	0	1	1	1	0	0	0
3	1	1	0	0	0	0	0	0

«Край-край с смещением к центру». Таблица состояний:

№ дшода \ Шаг	7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0

«Вывод кодов чисел 1-15 в младшую тетраду и их зеркальное представление в старшей тетраде». Таблица состояний:

№ дшода \ Шаг	7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0	1	0
3	1	1	0	0	0	0	1	1
4	0	0	1	0	0	1	0	0
5	1	0	1	0	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	1	1	0
7	1	1	1	0	0	1	1	1
8	0	0	0	1	1	0	0	0
9	1	0	0	1	1	0	0	1
10	0	1	0	1	1	0	1	0
11	1	1	0	1	1	0	1	1
12	0	0	1	1	1	1	0	0
13	1	0	1	1	1	1	0	1
14	0	1	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	1	1	1

«Вывод кодов чисел 1-15 в младшую тетраду и их побитовая инверсия в старшей тетраде». Таблица состояний:

№ дшода \ Шаг	7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	1
2	1	1	0	1	0	0	1	0
3	1	1	0	0	0	0	1	1
4	1	0	1	1	0	1	0	0
5	1	0	1	0	0	1	0	1
6	1	0	0	1	0	1	1	0
7	1	0	0	0	0	1	1	1
8	0	1	1	1	1	0	0	0
9	0	1	1	0	1	0	0	1
10	0	1	0	1	1	0	1	0
11	0	1	0	0	1	0	1	1
12	0	0	1	1	1	1	0	0
13	0	0	1	0	1	1	0	1
14	0	0	0	1	1	1	1	0
15	0	0	0	0	1	1	1	1

Варианты начального времени смены шага состояний рассчитываются по формуле:  $1\text{сек}-((100\text{мсек}\%(N+1))+N)$ , где N- номер студента в журнале.

*Варианты заданий на защиту лабораторной работы №2*



Разработать программное обеспечение, позволяющее взаимодействовать с ЖК дисплеем через четырехпроводной интерфейс.

Разработать функцию, позволяющую вывести фамилию и имя студента, выполнившего задание, на верхней строке, название группы- по центру нижней строки ЖК дисплея. Кириллические символы, необходимые для вывода букв русского алфавита, содержащегося в тексте, разработать самостоятельно.

На нижней строке вывести таймер со скоростью счёта  $1\text{сек}-((100\text{мсек}\%(\text{N}+1))+\text{N})$ , где N- номер студента в журнале.

#### *Варианты заданий на защиту лабораторной работы №3*

Разработать функцию вывода на верхней строке ЖК дисплея таймера от 0 до N, где N- произвольное число. Управление таймером: скорость изменения значений и пауза/запуск счёта задавать через прерывания INT0, INT2.

На нижней строке вывести величину времени изменения значений.

#### *Варианты заданий на защиту лабораторной работы №4*

Разработать возрастающий / убывающий таймер с выводом минут и секунд на ЖК дисплей. Через UART терминал передать в микроконтроллер значения минут, секунд и код направления счёта. Форматы посылки разработать самостоятельно.

##### Пример:

U:15:00//, где U- символ направления счёта вверх, до числа 15 минут 00 секунд

D:00:30//, где D- символ направления счёта вниз от 0 минут 30 секунд.

По окончании счёта вывести соответствующее сообщение.

Каждую секунду выводить в терминал строку «Студент Иванов досчитал до 15 секунд», где вписать фамилию выполнившего студента и значение таймера.

#### *Варианты заданий на защиту лабораторной работы №5*

Разработать функцию, позволяющую вывести многострочное меню на ЖК дисплее, переходы по разделам которого обеспечить через аналоговый джойстик, а вход в пункты меню- через нажатия на моментальные кнопки на плате джойстика.

Пример структуры меню:

-Основное меню

--Пункт меню 1

---Включение

---Выключение

--Пункт меню 2

---Включение

---Выключение

--Пункт меню 3

Внутри пунктов меню реализовать возможность включения и выключения световых эффектов из вариантов лабораторной работы №1.

Разработка конструкции печатных плат, входящих в состав вычислительных систем.

- Создание схемы и топологии элемента в САПР Pattern Editor, Symbol Editor на примере микросхемы регистра сдвига NXP 74HC165:  
Необходимые и достаточные атрибуты компонента для добавления компонента в пользовательскую библиотеку.
- Проектирование простейших плат с пользовательскими компонентами:  
Понятие слоёв печатной платы;  
Переходные отверстия via и контакты pad;  
Контур печатной платы произвольной формы;
- Работа со слоями в топологиях печатных плат:  
Основные рабочие слои;  
Создание пользовательских слоёв печатной платы;  
Металлизация слоёв печатной платы с применением компонента Copper Pour.
- Трассировка печатной платы:  
Сети и взаимосвязь компонентов;  
Ручная трассировка;  
Автоматическая трассировка;  
Использование функции multi route;  
Трассировка линий необходимой толщины;  
Атрибуты печатной платы:  
Оформление спецификаций, перечня элементов, сопроводительных таблиц в файле топологии.
- Выполнение сборки и наладки печатной платы устройства на примере светодиодной матрицы с управлением на регистрах сдвига.  
Основные требования безопасности при работе с монтажным оборудованием;  
Инструменты и оборудование, применяемое при монтаже радиоэлектронной аппаратуры. Основные типы припоев и флюсов, применяемых в радиоэлектронной аппаратуре. Типы соединений компонентов, применяемых в радиоэлектронной аппаратуре на примере вычислительных систем.  
Способ выполнения монтажа компонентов на печатную плату.

#### *Практические работы*

Применение языка программирования СИ в разработке ПО для микроконтроллеров; Основные категории команд; Передача данных и арифметические операции. Битовые операции Адресация операндов. Работать с переменными через указатели; Работа с массивами; Быстродействие программного кода, применение ассемблерных вставок; Применение динамической индикация для управления светодиодными сборками; Разработка сложных многомодульных проектов в средах разработки.

## Прикладные практические работы (факультативно или в рамках лабораторных работ):

### 1 работа: Разработка модуля лабораторных работ по дисциплине «Программно-аппаратное обеспечение» на тему «Управление монохромным графическим дисплеем»

Кроме дисплея на модуле предполагается устанавливать тактовые кнопки и пьезоизлучатель звуковой частоты.

Задачи, которые позволяет решить модуль: формирование изображений, многострочный текстовый вывод, принципы построения меню и управления посредством тактовых клавиш.

Цель:

0. студенты изучают техническое задание на работу, знакомятся с техническими описаниями на компоненты.

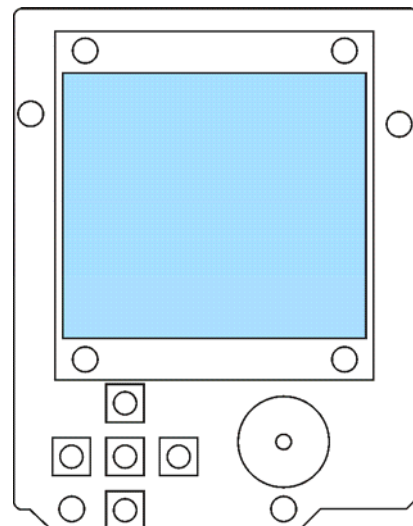
1. студенты разрабатывают электрическую схему в соответствии с требованиями к оформлению графических документов. Получают навыки работы с САПР Altium PCAD schematic.

2. студенты разрабатывают топологию печатной платы с учетом требований к положениям разъемов и нанесению шелкографии. Получают навыки работы с САПР Altium PCAD PCB.

3. студенты выполняют сборку и проверку работоспособности изготовленного модуля.

4. студенты выполняют разработку программного обеспечения: библиотек и реализацию алгоритмов под используемый микроконтроллер (STM32 F401).

Получают навыки работы с монтажным оборудованием с учетом требований по электробезопасности и электрообезопасности. При наладке собранного модуля студенты получают навыки работы с измерительным оборудованием: мультиметром, осциллографом.



### 2 работа: Разработка модуля лабораторных работ по дисциплине «Программно-аппаратное обеспечение» на тему «Динамическая индикация на примере модульной светодиодной матрицы»

Модуль представляет собой печатную плату с установленной на ней матрицей, состоящей из светодиодов типоразмера 0805. Матрица светодиодов управляется с помощью микросхем регистров сдвига (74НС595/74НС164), которые позволяют обеспечивать работу нескольких, подключенных последовательно, светодиодных сборок.

Задачи, которые позволяет решить модуль: вывод сообщений на светодиодную матрицу, создание эффектов бегущей строки, получение представления о эффекте динамической индикации, получение навыков в разработке собственных стилей шрифтов текста.

Цель:

0. студенты изучают техническое задание на работу, знакомятся с техническими описаниями на компоненты.

1. студенты разрабатывают электрическую схему в соответствии с требованиями к оформлению графических документов. Получают навыки работы с САПР Altium PCAD schematic.
2. студенты разрабатывают топологию печатной платы с учетом требований к положениям разъёмов и нанесению шелкографии. Получают навыки работы с САПР Altium PCAD PCB.
3. студенты выполняют сборку и проверку работоспособности изготовленного модуля.
4. студенты выполняют разработку программного обеспечения: библиотек и реализацию алгоритмов под используемый микроконтроллер (STM32 F401).

Получают навыки работы с монтажным оборудованием с учетом требований по электробезопасности и электрообезопасности. При наладке собранного модуля студенты получают навыки работы с измерительным оборудованием: мультиметром, осциллографом.

В рамках описанных выше работ студенты учатся командной работе как внутри группы, разделяя большую задачу на подзадачи (на примере разработки электрической схемы/топологии), так и работе с сторонними организациями на этапе подготовки документов и исходных файлов к отправке на производство печатных плат.