

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОМТ ч. 2
(Основы микропроцессорной техники) 5 курс, сессия 3
«РАЗРАБОТКА АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ»
(руководитель М.А. Амелина)

Цель курсового проекта — закрепить теоретический материал и освоить методику разработки программно-аппаратных средств микроконтроллерных систем. В ходе выполнения проекта необходимо проанализировать техническое задание, разработать принципиальную схему устройства и программное обеспечение к нему, проверить работоспособность устройства с использованием имитационных отладочных средств (PROTEUS) и отладочных плат для AVR-микроконтроллеров: EasyAVR5A (для МК ATmega16); Arduino Uno, Nano (для МК ATmega328P). Кроме того, необходимо проверить соответствие параметров разработанного устройства параметрам технического задания (погрешность в разных участках шкалы и т.п.).

Курсовой проект представляется в виде расчетно-пояснительной записки, содержащей следующие пункты:

- оглавление;
- техническое задание;
- анализ технического задания и разработка алгоритма работы электронного устройства на основе МК;
- расчетные формулы и соотношения, обосновывающие принципиальную схему устройства и его алгоритм работы (программное обеспечение);
- разработка функциональной схемы устройства;
- разработка (или обоснование выбора) принципиальной схемы устройства;
- описание и блок-схема алгоритма функционирования устройства;
- листинги программ с подробными комментариями;
- результаты моделирования в среде PROTEUS, подтверждающие работоспособность и соответствие параметров разработанного устройства требованиям технического задания;
- конструкторско-технологическая проработка устройства, включающая принципиальную схему с перечнем элементов, выполненную в соответствии с ЕСКД;
- список использованных источников (список литературы), на которые должны быть сделаны ссылки в тексте.

Электронным приложением к выполненному курсовому проекту является совместный проект в средах CodeVisionAVR-PROTEUS, который

можно запустить в системе моделирования PROTEUS, произвести пошаговую отладку и проверить работоспособность устройства в реальном масштабе времени.

Для студентов, претендующих на оценки «хорошо» или «отлично» при создании проектов на основе отладочных плат Arduino Uno, Arduino Nano с микроконтроллером ATmega328p **запрещается использовать среду ARDUINO IDE**. Для подобных проектов следует использовать исключительно среду Code Vision AVR 3.12, которая изучается в течение семестра курсового проектирования.

Для студентов, претендующих на наивысшую оценку («Отлично») желательным является доказательство работоспособности устройства и соответствия его выходных параметров параметрам технического задания на макетном образце с использованием средств отладочной платы EasyAVR5A или собственного макета на основе плат Arduino Nano, Arduino Uno и подключаемых внешних модулей (датчиков, индикаторов, ЦАП и т.п.). В этом случае при проектировании аппаратно-программных средств следует учитывать особенности аппаратной реализации отладочной платы EasyAVR5a ([описание](#), [принципиальная схема](#), [фрагменты схемы с русскими комментариями](#)), [плат Arduino](#).

После проверки курсовой работы преподавателем, необходимо устранить замечания (если это требуется), создать полный pdf-файл ПЗ с приложениями и защитить работу со слайд-презентацией. Во время защиты следует обосновать принятые решения и полученные результаты, объяснить формулы, характеристики и графики, знать теоретические разделы курса, использованные в работе. Для студентов, претендующих на оценку «Отлично», желательно заранее продемонстрировать работу устройства в «железе» (с использованием средств отладочной платы EasyAVR5A или самостоятельно собранного макета на основе платы Arduino).

ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (2022, ПЭ-18з)

Разработать принципиальную схему устройства на базе микроконтроллера ATmega16 (ATmega328), а также необходимое программное обеспечение микроконтроллера для решения задания, номер которого соответствует порядковому номеру студента в журнале посещаемости.

1. Измеритель длительности импульса периодической импульсной последовательности. Длительность импульса может меняться в диапазоне 1 мс-1000 мс. Результат в десятичном коде должен выводиться на семисегментный индикатор отладочной платы EasyAVR5A [3]. Определить относительную погрешность измерения при разных величинах длительности входного импульса.

2. Измеритель расстояния до объекта в сантиметрах на основе ультразвукового датчика расстояния HC-SR04 [17]. Результат вывести на текстовый 2-хстрочный ЖКИ [6] отладочной платы EasyAVR5A.
3. Измеритель постоянного напряжения в диапазоне 0–5 В (в качестве источника используется сигнал с движка потенциометра, подключенного к питанию платы), с выводом информации в линейном масштабе на светодиодную индикаторную линейку [36]. Шаг зажигания светодиодов при изменении входного напряжения — 0.5 В. Т.е. при входном напряжении $V_{in} < 0.5$ В не горит ни один светодиод, при $0.5 \leq V_{in} < 1$ В зажигается нижний светодиод, $1 \leq V_{in} < 1.5$ В зажигается второй снизу светодиод и т.д. до $V_{in} \geq 5$ В — зажигается верхний (десятый) светодиод. Усреднение измеренного постоянного напряжения осуществляется по 10 отсчетам в течение 0.1 секунды.
4. Измеритель постоянного напряжения в диапазоне 0–5 В в милливольтках (в качестве источника используется сигнал с движка потенциометра, подключенного к питанию платы), с выводом информации на светодиодный семисегментный индикатор платы EasyAVR5A [3] (динамическая индикация организуется программно). Усреднение измеренного постоянного напряжения осуществляется за 0.1 секунду по 10 отсчётам.
5. ШИМ-регулятор яркости свечения светодиода на основе микроконтроллера и поворотного энкодера KY-40 [9]. При вращении ручки энкодера по часовой стрелке яркость увеличивается, при вращении против часовой стрелки — уменьшается. После достижения максимальной яркости при вращении по час. стрелке яркость не меняется. После достижения минимальной яркости при вращении против час. стрелки яркость не меняется.
6. Измеритель коэффициента заполнения периодической импульсной последовательности. Коэффициент заполнения может меняться в диапазоне 0.05–0.95. Период следования импульсов от 1 мс до 10 мс. Результат в виде десятичного действительного числа вывести на 4-разрядный семисегментный индикатор платы EasyAVR5A [3]. Динамическую индикацию организовать программно. Определить относительную погрешность измерения при разных значениях коэффициента заполнения и периода импульсов.

Состав задания на курсовой проект

- Разработать принципиальную схему устройства;
- Разработать программу, реализующую требования технического задания;
- Произвести отладку разработанной программы;
- Промоделировать работу устройства в программе PROTEUS;
- Проверить работу устройства на отладочной плате EasyAVR5A или на плате Arduino с подключенными внешними модулями (для получения наивысшей оценки);
- Разработать техническую документацию на устройство в виде принципиальной схемы с перечнем элементов в соответствии с ЕСКД.

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

№	Содержание работы	№ недели промежуточной отчетности
1.	Выдача задания на курсовой проект.	2 нед.
2.	Принципиальная схема устройства. Блок-схема алгоритма работы.	6 нед.
3.	Реализация блок-схемы в виде программы на языке Си.	9 нед.
4.	Отладка программно-аппаратных средств в среде моделирования PROTEUS и с помощью средств отладочной платы EasyAVR5a, Arduino Uno (Arduino Nano).	12 нед.
5.	Оформление ПЗ и конструкторской документации (принципиальной схемы и перечня элементов). Сдача проекта на проверку.	13 нед.
6.	Защита курсового проекта.	14 нед.

Пояснительная записка с электронным приложением сдается преподавателю на проверку по электронной почте до 13 недели включительно. ПЗ и электронное приложение сворачиваются в общий архив, с названием <Фамилия ИО> студента. На защиту готовится слайд-презентация и полная ПЗ со всеми приложениями в pdf-формате, подписанная преподавателем.

К защите готовятся также доклад (4–5 мин) и демонстрационные слайды (в форматах ppt или pdf), Оценка за курсовую работу складывается из следующих составляющих:

- полнота выполнения задания на курсовой проект;
- соблюдение утвержденного графика работы над КП в течение семестра;
- содержание расчетно-пояснительной записки;

- оформление расчетно-пояснительной записки;
- качество оформления конструкторской и программной документации;
- число отправок расчетно-пояснительной записки на доработку;
- качество оформления слайд-презентации;
- доклад;
- демонстрация работоспособности устройства;
- ответы на вопросы членов комиссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Образцы пояснительных записок курсового проекта по ОМТ со стилевым оформлением и перекрестными ссылками (если не умеете с ними работать – удаляйте перекрестные ссылки и ссылайтесь на объекты (рисунки, главы, приложения) обычным текстом): [doc1](#), [pdf1](#), [doc2](#), [pdf2](#).
2. [Троицкий Ю.В., Амелина М.А. Программирование микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники на языке Си.](#) Методическое пособие по курсу «Основы микропроцессорной техники» [Текст]: Методическое пособие/ Ю.В. Троицкий. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2014. – 172 с.
3. [Абраменкова И.В., Семченков Н.С., Троицкий Ю.В. Применение языка Си для программирования микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники.](#) Учебное пособие по курсу «Основы микропроцессорной техники» – Смоленск: Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске, 2007 — 84 с.
4. **Лебедев М.Б.** CodeVisionAVR: пособие для начинающих. — М.: Додэка-XXI, 2008. — 592 с.: ил.
5. Оформление курсовых и дипломных работ: методические указания для студентов специальности «Промышленная электроника» / Сост. : М. А. Амелина, С. А. Амелин. – Смоленск : СФМЭИ, 2021. – 85 с. [Amelina KP-VR.pdf](#), [Amelina KP-VR.doc](#)
6. **Прокопенко В.С.** Программирование микроконтроллеров ATMEL на языке С. - К.: «МК- Пресс», СПб.: «КОРОНА-БЕК», 2012. – 320с., ил.
7. **Евстифеев А.В.** Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL, 5-е изд., стер. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. – 560 с.
8. [EasyAVR5A](#) user manual. MikroElektronika. Software and hardware solution for embedded world. [V100](#), V101.

WEB-РЕСУРСЫ

1. www.hpinfotech.ro – официальный сайт фирмы-производителя CodeVisionAVR.
2. [EasyAVR5A](#) user manual. MikroElektronika. Software and hardware solution for embedded world. V100, [V101](#).
3. Материалы по оформлению пояснительной записки к курсовому проекту и конструкторской документации размещены *на странице сайта ЭуМТ*:

Курсовые и выпускные работы, госэкзамен>Оформление курсовых и дипломных работ (видна на боковой панели), прямая ссылка:

<https://sites.google.com/site/kafeimt/vypusknye-raboty-i-ekzameny/oformlenie-kursovyyh-i-diplomnyh-rabot> (документы внизу страницы, после поясняющего текста)

4. М.А. Амелина Видео-лекции:

- | | | |
|------|---|---|
| 1.1 | Параллельные порты ввода-вывода в МК AVR | https://youtu.be/XcNXik18a4s |
| 1.2 | Программная реализация Т-триггера на ассемблере и С | https://youtu.be/YB3Zg8vhORU |
| 1.3 | Т-триггер, переключаемый кнопкой с программным антидребезгом на ассемблере и С | https://youtu.be/gi7dfplOpu0 |
| 1.4 | Счетчик импульсов на линии порта ввода вывода на ассемблере | https://youtu.be/PvV7BXo-N80 |
| 1.5 | Счетчик кликов кнопки с программным антидребезгом на С | https://youtu.be/QYURv3gL898 |
| 1.6 | Система прерываний МК AVR | https://youtu.be/8wU- Mts8c0 |
| 1.7 | Счётчик кликов кнопки на входе внешнего запроса прерывания на ассемблере | https://youtu.be/7x3P0aUOmBI |
| 1.8 | Программирование временных задержек на ассемблере | https://youtu.be/gofdL6Ovq64 |
| 1.9 | Статическая индикация на семисегментном индикаторе на ассемблере | https://youtu.be/HZVMQPfPzfl |
| 1.10 | Динамическая индикация на семисегментном индикаторе на С | https://youtu.be/ZNzYGfP-vbs |
| 2.1 | Настройка системы прерываний в CodeVision AVR | https://youtu.be/tRaEkEV94fE |
| 2.2 | 8-разрядные таймеры МК AVR | https://youtu.be/51ui_qkkSa4 |
| 2.3 | 16-разрядные таймеры МК AVR | https://youtu.be/snez9cLIP3I |
| 2.4 | Динамическая индикация десятичного числа на семисегментном индикаторе. Реализация часов | https://youtu.be/8_jUvls2B-U |
| 2.5 | Динамическая индикация буквенно-цифровой информации на текстовом LCD. Часы на LCD | https://youtu.be/Abf5bN3jq3w |
| 2.6 | Блок АЦП МК ATmega16 | https://youtu.be/iyalmsisuT8 |
| 2.7 | Часы на 7SEG с регулировкой яркости. Использование АЦП | https://youtu.be/qAxJx_lwwBc |
| 2.8 | Передача данных по последовательному асинхронному интерфейсу UART | https://youtu.be/K74stwUXwqs |
| 2.9 | Использование переходника USB-UART, платы Arduino-Nano и терминальной программы для проверки на макете последовательной асинхронной передачи данных | https://youtu.be/RCC3dADQkHU |

- | | | |
|------|--|---|
| 2.10 | Блок синхронного дуплексного последовательного интерфейса SPI в МК AVR. Реализация генератора синуса на основе МК и SPI ЦАП MCP4921 | https://youtu.be/QdMeyNuCYrU |
| 2.11 | Контроллер динамической индикации с SPI-интерфейсом MAX7219. Реализация с его помощью динамической индикации на 8-разрядном 7SEG и бегущей строки на матричном светодиодном индикаторе 8X8 | https://youtu.be/Qc0Op_kvjnI |
| 2.12 | Блок последовательного двухпроводного интерфейса TWI МК AVR. Работа с 12-разрядным ЦАП MCP4725 с TWI-интерфейсом. Проект генератора синуса с логарифмической сеткой частот | https://youtu.be/SEpd2u2ft2M |
| 2.13 | Интерфейс 1-WIRE. Проект измерителя температуры с помощью датчика DS18B20 с выводом информации в виде бегущей строки на матричный светодиодный индикатор 8X8 | https://youtu.be/xh4yAOPWIM0 |
| 2.14 | Работа с поворотным энкодером | https://youtu.be/d4YqfBIW8Gw |

ПРИЛОЖЕНИЕ

Устройства ввода-вывода

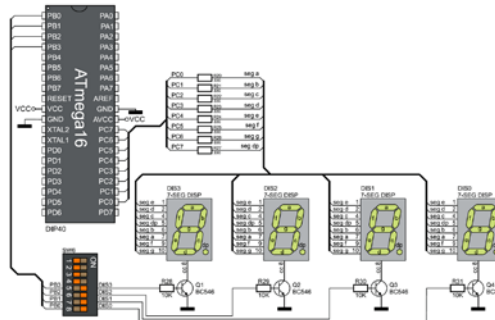
1. 1.44" Serial LCD Display 128*128 SPI TFT Color Screen With Adapter 5110 PCB -R179 Drop Shipping (**1,44' SPI 128*128 V2.1**).



2. LCD Module Display Monitor White backlight adapter PCB 84*48 84x84 5110 Screen For Arduino (**NOKIA 5110**).



3. Четырехразрядный семисегментный индикатор с общими катодами отладочной платы EasyAVR5A с катодными транзисторными ключами.



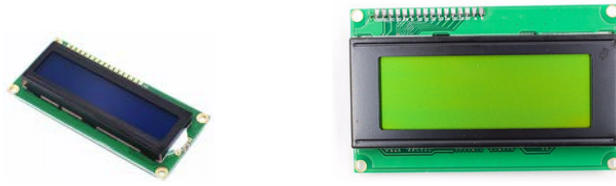
4. TM1637 LED Display Module For Arduino 7 Segment 4 Bits 0.36Inch Clock RED Anode Digital Tube Four Serial Driver Board Pack



5. MAX7219 Digital Tube Display Module. Модели Proteus: MAX7219, 7SEG-MPX8-CC-BLUE.



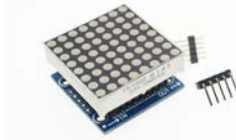
6. 1602 16x2 (20X4) Character LCD Display Module HD44780 Controller blue (Green) Backlight. Модели Proteus: LM016L, LM044L.



7. MAX7219 dot matrix module microcontroller module 4 in one display



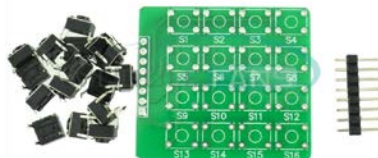
8. MAX7219 dot matrix module microcontroller module display. Модели Proteus: MAX7219, MATRIX-8X8-Red.



9. KY-040 360 Degrees Rotary Encoder Module For Arduino Compatible Brick Sensor Module Switch Development Board. Модель Proteus: MOTOR-ENCODER.



10. 4x4 4*4 Matrix Keypad Keyboard module 16 Button mcu For Arduino DIY



11. 2PCS 4*4 Matrix Array/Matrix Keyboard 16 Key Membrane Switch Keypad For arduino 4X4 Matrix Keyboard DC 35V 100mA 1W



Цифровые датчики и исполнительные устройства

- 12.** I2C/SPI BMP280 3.3 Digital Barometric Pressure Altitude Sensor High Precision Atmospheric Module for arduino Replace BMP180



- 13.** BME280 GY-BME280 Digital Sensor SPI/I2C Humidity Temperature and Barometric Pressure Sensor Module 1.8-5V DC High Precision



- 14.** Stainless steel package Waterproof DS18B20 temperature probe temperature sensor 18B20 For Arduino. DS18B20 18B20, Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. Модель Proteus: DS18B20.



- 15.** DHT11 sensor Digital output Temperature and Humidity Sensor high quality DHT11. Модель Proteus 8: DHT11.



- 16.** DHT22 digital temperature and humidity sensor. Temperature and humidity module AM2302 replace SHT11 SHT15. Модель Proteus 8: DHT22.



- 17.** HC-SR04 to world Ultrasonic Wave Detector Ranging Module for arduino Distance Sensor. Модель PROTEUS 8: SRF04.



- 18.** GY-273 3V-5V HMC5883L Triple Axis Compass Magnetometer Sensor Module For Arduino Three Axis Magnetic Field Module



- 19.** GY-521 MPU-6050 MPU6050 Sensor Module 3 Axis Gyroscope Accelerometer Sensor Module Compatible Module For Arduino MPU 6050 GY521



- 20.** TSL2561 Luminosity Sensor Breakout Infrared Light Sensor Integrating Module IIC I2C Two Analog To Digital Converters 3V 0.6mA



- 21.** X9C103S Digital Potentiometer Board Module DC3V-5V



- 22.** MCP4725 I2C DAC Breakout module development board. Модель Proteus: MCP4725. Адрес 0x60 (Proteus), 0x62 (плата).



- 23.** SPI DAC MCP4921. Модель Proteus: MCP4921.



- 24.** AD9833 Programmable Microprocessors Serial Interface Module Sine Square Wave DDS Signal Generator Module GY-9833



- 25.** TTP223 Touch Key Switch Module Touch Button Capacitive Switches Self-Locking/No-Locking Capacitive Touch Switches



- 26.** 5V Low Level Trigger One 1 Channel Relay Module Interface Board Shield for arduino Diy Kit



- 27.** Active Buzzer Alarm 5V Sounder speaker Buzzer



Аналоговые датчики и исполнительные устройства

- 28.** PT100 Platinum Resistor Temperature Sensor Waterproof Temp Probe - 20~450 Celsius Insulated Shielding Fiberglass



- 29.** 10k OHM Thermistor Resistor NTC-MF52-103/3435 10K 3435+-1%



- 30.** Photo Light Sensitive Resistor Photoresistor Optoresistor 5mm GL5528 5528



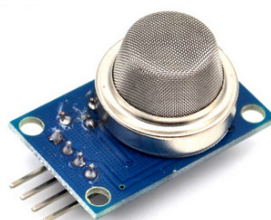
- 31.** TEMT6000 Light Sensor Professional TEMT6000 Light Sensor Module



- 32.** Glyduino XD-58C Pulsesensor Compatible Pulse Heart Rate Sensor for Arduino



- 33.** MQ-2 smoke gas sensor module methane gas liquefied gas combustible gas



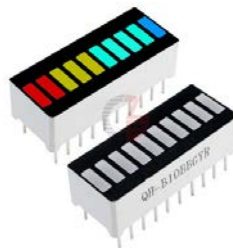
- 34.** MQ-3 alcohol alcohol sensor module alcohol concentration alcohol gas detection circuit module



- 35.** MQ-7 module Carbon monoxide gas sensor detection alarm MQ7 sensor module



- 36.** LED Display Module 10 Segment Bargraph Light Display Module Bar Graph Ultra Bright Red Yellow Green Blue Color Multi-color. Модели Proteus: LED-BARGRAPH-RED, LED-BARGRAPH-GRN.



- 37.** RGB Common Cathode Red Green Blue Tricolor 4Pin Diffused Round LED

