

ГУАП

КАФЕДРА № 44

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

доцент, канд. техн. наук,
доцент

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

А. А. Востриков

инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

Лабораторная работа №1

по курсу: Проектирование систем обработки и передачи информации

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ ГР. №

4143

подпись, дата

А. М. Гридин

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2025

1. Цель работы: обоснованный выбор комплектующих для проектирования аппаратной части системы, включая выбор программно-управляемого вычислителя, выполнение расчета номиналов пассивных компонентов и составление схемы электрической принципиальной.

2. Задание: разработать схему электрическую принципиальную и спецификацию (перечень элементов) электронного модуля системы (устройства) в соответствии с индивидуальным заданием. Привести обоснование выбора конкретного наименования вычислителя и других комплектующих, а также номиналы пассивных компонентов, присутствующих в спецификации.

3. Вариант задания:

Вариант №5, показан на рисунке 1.

№	Напряжение питания устройства, В	Тактирование *	Цифровые интерфейсы	Аналого-цифровое преобразование	Цифро-аналоговое преобразование	Вход для детектирования уровня компаратором **	Доп. требования
1	12 ± 10%	Встроенный генератор	I ² C, RS-232	--	0 В ÷ 3 В	1	Два семисегментных индикатора
2	5 ± 10%	Встроенный генератор с внешним КР	SPI, I ² C, RS-232	0 В ÷ 5 В	0 В ÷ 3 В	--	Встроенные часы реального времени (на кристалле)
3	2.5 ÷ 3.0	Встроенный генератор	I ² C, RS-485	0 В ÷ 10 В	--	--	Цифровая клавиатура (10 кнопок), один семисегментный индикатор
4	5 ± 10%	Встроенный генератор с внешним КР	SPI, I ² C, RS-232	--	0 В ÷ 3 В	--	Один семисегментный индикатор
5	9 ± 10%	Встроенный генератор с внешним КР	SPI, RS-232	0 В ÷ 10 В	0 В ÷ 5 В	--	Два двухцветных светодиода

Рисунок 1 – Вариант задания

4. Определение перечня необходимых комплектующих по типам со ссылками на документацию производителей

4.1. Микроконтроллер STM32F103RCT6 [1]

4.2. Кварцевый резонатор с частотой 8 МГц [2]

4.3. Светодиодная сборка 5х9мм, двухцветная красный&зеленый [3]

4.4. Линейный регулятор AMS1117-3.3 [4]

4.5. Разъём DB9 RS232 (порт мама)

4.6. Пассивные компоненты (резисторы и конденсаторы)

4.7. Преобразователь интерфейсов ST3232C [5]

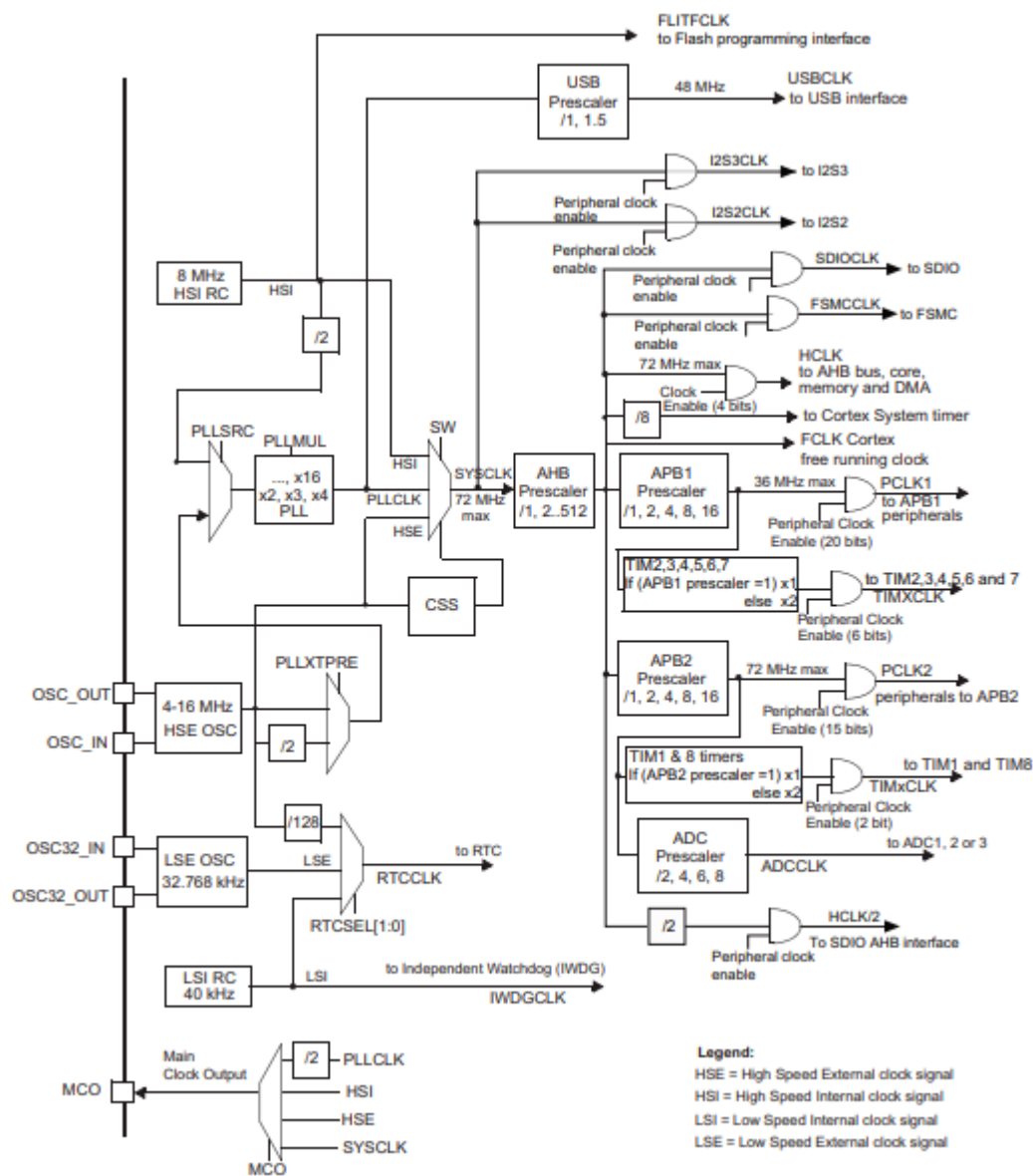
5. Обоснование выбора комплектующих и расчет номиналов со ссылками на документацию производителей, если применимо

5.1. Среди рынка микроконтроллеров был выбран STM32F103RCT6 по причине доступности, наличию нужного интерфейса SPI и UART, который нужен для работы с RS232, наличию встроенных АЦП и ЦАП и встроенного генератора с возможностью использовать внешний кварцевый резонатор.

Для работы с АЦП используется пин PA0. Для работы с ЦАП используется пин PA4. Для кварцевого резонатора используются пины PD0_OSC_IN и PD1_OSC_OUT. Для работы с SPI интерфейсом используются пины PA5-PA7. Для работы с UART интерфейсом, который взаимодействует с RS232 разъёмом, используются пины PC10-PC11, PA14-PA15. Для работы с светодиодами используются PA11, PA8, PB12, PB15. Все эти пины выбираются разработчиком в IDE для STM32 (STM32CubeIDE). Также разработчику прошивки микроконтроллера надо будет настроить работу АЦП, ЦАП, работу с интерфейсами SPI и UART.

5.2. Кварцевый резонатор был подобран с частотой 8 МГц для настройки на максимальную производительность системы в 72 МГц с помощью блока умножения частоты PLL. Согласно схеме прохождения тактовых сигналов (рисунок 2) разработчиками должны быть выставлены следующие параметры в IDE для STM32 (STM32CubeIDE):

- PLLXTPRE: без деления
- PLLSRC: HSE генератор
- PLLMUL = 9
- SW = PLLCLK
- AHB Prescaler = 1
- APB1 Prescaler = 2
- APB2 Prescaler = 1



ai14752b

Рисунок 2 – Схема прохождения тактового сигнала

5.3. Линейный регулятор был выбран исходя из своей дешевизны и простоты, возможности работать с током до 1А и напряжением до 18 В (рисунок 3), когда микроконтроллер использует максимум 150 мА (рисунок 4).

Absolute Maximum Ratings

Symbol	Description	Max	Units
VIN	Input Voltage	18	V
IOUT	DC Output Current	PD/(VIN-VOUT)	mA
TJ	Operating Junction Temperature Range	-40 to 125	°C
θ JA	Thermal Resistance (SOT-223)	150	°C/W
θ JA	Thermal Resistance (TO-252)	125	°C/W
θ JA	Thermal Resistance (SOT89)	225	°C/W
PD	Maximum Power Dissipation (SOT-223)	600	mW
PD	Maximum Power Dissipation (TO-252)	900	mW
PD	Maximum Power Dissipation (SOT89)	400	mW

Рисунок 3 – Максимальные значения регулятора

Symbol	Ratings	Max.	Unit
I _{VDD}	Total current into V _{DD} /V _{DDA} power lines (source) ⁽¹⁾	150	mA
I _{VSS}	Total current out of V _{SS} ground lines (sink) ⁽¹⁾	150	
I _{IO}	Output current sunk by any I/O and control pin	25	
	Output current source by any I/Os and control pin	-25	
I _{INJ(PIN)} ⁽²⁾	Injected current on five volt tolerant pins ⁽³⁾	-5/+0	
	Injected current on any other pin ⁽⁴⁾	± 5	
ΣI _{INJ(PIN)}	Total injected current (sum of all I/O and control pins) ⁽⁵⁾	± 25	

Рисунок 4 – Максимальные значения микроконтроллера

5.4. Конденсаторы для резонатора были выбраны ёмкостью в 26 пФ исходя из того, что нагрузочная ёмкость резонатора равна 16 пФ (рисунок 5) с запасом на паразитную ёмкость.

Standard Specifications	
Type	6B Series Crystal
Frequency Range	3.2768~100MHz
Frequency Tolerance (at 25°C)	±10ppm, or specify
Frequency Stability Over Temperature	±10ppm, or specify
Operating Temperature Range	-20~+70°C, or specify
Shunt Capacitance (C ₀)	7pF Max.
Drive Level	1~500µW (300µW Typ.)
Load Capacitance	16pF, 20pF, or specify
Aging (at 25°C)	±3ppm / year Max.
Storage Temperature Range	-55~+125°C
Packing Unit	200pcs.

Рисунок 5 – Нагрузочная ёмкость резонатора

5.5. Конденсаторы для линейного регулятора были выбраны в 10 и 22 мкФ исходя из рекомендаций в документации (рисунок 6).

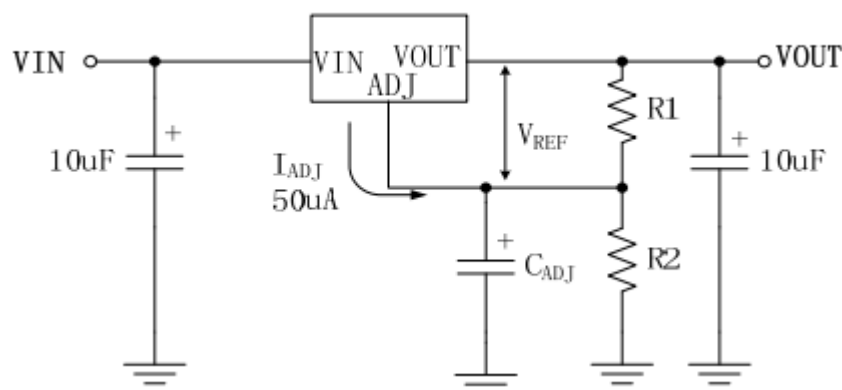


Рисунок 6 – Пример использования линейного регулятора

5.6. Сопротивление резисторов для светодиодов было вычислено из формулы $R = (U_{пит} - U_F) / I$ где,

U_F – прямое напряжение на светодиодах (примерно 2.3В) (рисунок 7),

$U_{пит}$ – питающее напряжение (3.3В),

I – ток через светодиод (20мА) (рисунок 7).

Forward Voltage $I_F = 20mA$	$V_F^{[2]}$	High Efficiency Red Green	2 2.2	2.5 2.5	V
------------------------------	-------------	------------------------------	----------	------------	---

Рисунок 7 – Характеристики светодиодной группы

Расчётное значение равно 50 Ом, для подбора компонента была использована серия E24, итого $R=51$ Ом.

5.7. Напряжение, которое принимает микроконтроллер – 3.3 В, а максимально допустимое – 4 В (рисунок 8). Для того чтобы исходные 10 В не вывели микроконтроллер из строя, используется делитель напряжения, состоящий из двух конденсаторов. Сопротивление этих резисторов вычисляется по формулам: $R2 = \text{напряжение микроконтроллера (3.3 В)} / \text{ток микроконтроллера (0.005 А)} = 660$ Ом. $R1 = \text{верхняя граница для работы с АЦП (10 В)} / \text{ток микроконтроллера (0.005 А)} - R2 = 1340$ Ом. Для надёжности был выбран резистор на 1.5 кОм.

Symbol	Ratings	Min	Max	Unit
$V_{DD}-V_{SS}$	External main supply voltage (including V_{DDA} and V_{DD}) ⁽¹⁾	-0.3	4.0	V
V_{IN} ⁽²⁾	Input voltage on five volt tolerant pin	$V_{SS} - 0.3$	$V_{DD} + 4.0$	
	Input voltage on any other pin	$V_{SS} - 0.3$	4.0	

Рисунок 8 – Максимальное значение входного напряжения микроконтроллера

5.8. Никакие дополнительные элементы для ЦАП не нужны, т.к. максимальное выходное напряжение микроконтроллера равно 5.5 В [1]

5.9. Пин RxD порта RS232 был подключен к TxD пину микроконтроллера, а пин TxD порта RS232 был подключен к RxD пину микроконтроллера через преобразователь интерфейсов. Для подключения использовалась схема типичного подключения из готового варианта устройства [6]. Остальные пины порта могут назначаться разработчиком в IDE для STM32 (STM32CubeIDE) согласно схеме или к любому незанятому GPIO пину.

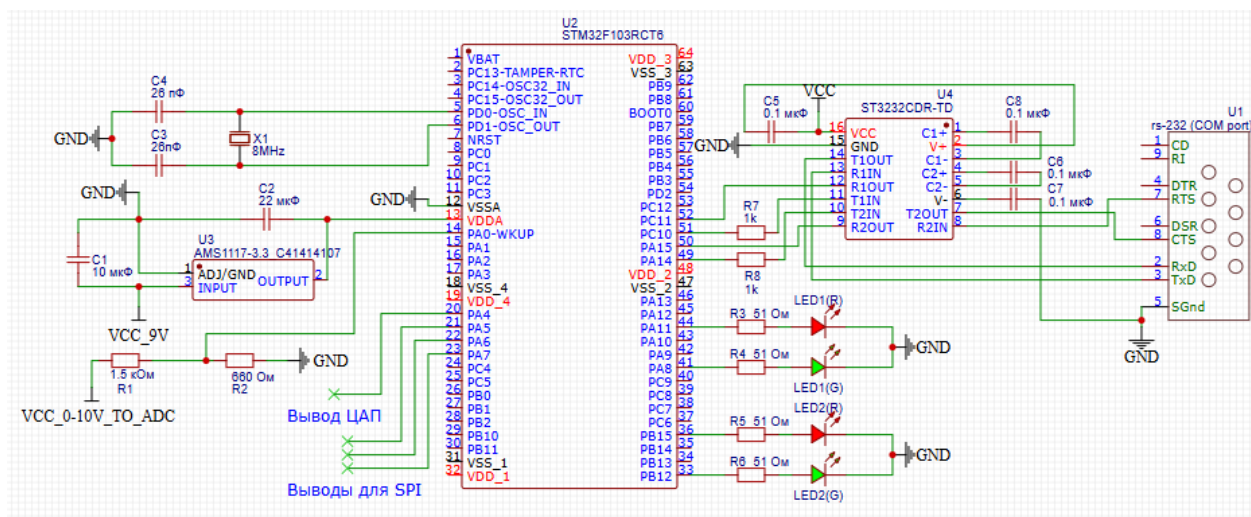


Рисунок 10 – Схема электрическая принципиальная

7. Спецификация

Поз. обозначение	Наименование	Количество
C1	Конденсатор 10 мкФ	1
C2	Конденсатор 22 мкФ	1
C3...C4	Конденсатор 26 пФ	2
C5...C8	Конденсатор 0.1 мкФ	4
R1	Резистор 1.5 кОм	1
R2	Резистор 660 Ом	1
R3...R6	Резистор 51 Ом	4
R7...R8	Резистор 1 кОм	2
X1	Кварцевый резонатор SJK-6B, 8 МГц	1
LED1...LED2	Светодиодная сборка (красный и зеленый)	2

U1	Разъём DB9 RS232 (порт мама)	1
U2	Микроконтроллер STM32F103RCT6	1
U3	Линейный регулятор AMS1117-3.3	1
U4	Преобразователь интерфейсов ST3232C	1

8. Вывод: в результате выполнения лабораторной работы был проведён обоснованный выбор комплектующих для проектирования аппаратной части системы, включая выбор программно-управляемого вычислителя, выполнение расчета номиналов пассивных компонентов и составление схемы электрической принципиальной.

9. Список источников:

1. Datasheet микроконтроллера STM32F103RCT6 - static.chipdip.ru/lib/583/DOC001583197.pdf
2. Datasheet кварцевого резонатора с частотой 8 МГц - static.chipdip.ru/lib/086/DOC053086622.pdf
3. Datasheet светодиодной сборки 5х9мм, двухцветная красный&зеленый - static.chipdip.ru/lib/671/DOC053671283.pdf
4. Datasheet линейного регулятора AMS1117-3.3 - static.chipdip.ru/lib/392/DOC041392995.pdf
5. Преобразователь интерфейса ST3232C - static.chipdip.ru/lib/038/DOC012038974.pdf
6. MAX3232 Board, Периферийный модуль для подключения через RS232-интерфейс - static.chipdip.ru/lib/426/DOC011426139.pdf