

ГУАП

КАФЕДРА № 44

ОТЧЕТ  
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ  
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

доц., канд. техн. наук, доц.  
должность, уч. степень, звание

подпись, дата

А.А.Востриков  
инициалы, фамилия

## ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

по курсу: проектирование систем обработки и передачи информации

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ гр. № 4143

подпись, дата

Д. В. Пономарев  
инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2025

## Цель работы.

Получение практического навыка составления схем электрических принципиальных при проектировании современных систем обработки и передачи информации на основе программно-управляемых вычислителей.

## Индивидуальное 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.

11	2.5 ÷ 3.0	Встроенный генератор	I <sup>2</sup> C, RS-485	0 В ÷ 10 В	--	1	индикатора Цифровая клавиатура (10 кнопок)
----	-----------	----------------------	--------------------------	------------	----	---	--

Рисунок 1 – Вариант задания

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

- **Микроконтроллер: STM32F103C8T6**

Документация: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/cd00161566.pdf>

- **Повышающий DC-DC преобразователь: TPS61220DCKT**

Документация: [https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps61220.pdf?ts=1743861916198&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FTPS61220](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps61220.pdf?ts=1743861916198&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FTPS61220)

- **Трансивер RS-485: SN65HVD72DR**
- Документация: <https://static.chipdip.ru/lib/276/DOC012276983.pdf>

**Матричная клавиатура: Матричная клавиатура Cuiisw 4x3**

- Документация: [https://mm.digikey.com/Volume0/opasdata/d220001/medias/docus/794/3845\\_Web.pdf](https://mm.digikey.com/Volume0/opasdata/d220001/medias/docus/794/3845_Web.pdf)

- **Резисторы**

1. 56-<https://www.chipdip.ru/product/0.062w-0402-56-kom-1>
2. 10-<https://static.chipdip.ru/lib/534/DOC021534314.pdf>
3. 20-<https://static.chipdip.ru/lib/175/DOC011175144.pdf>

- **Конденсаторы**

Документация: <https://static.chipdip.ru/lib/973/DOC031973060.pdf>

**Обоснование выбора комплектующих и расчет номиналов со ссылками на**

документацию производителей, если применимо

## 1. Микроконтроллер: STM32F103C8T6

- **Рабочее напряжение:** Согласно datasheet, STM32F103C8T6 работает в диапазоне напряжений 2.0–3.6 В, что идеально подходит для питания 3.3 В, которое вы получите после повышения входного напряжения 2.5–3.0 В с помощью TPS61220. Это гарантирует надежную работу в заданных условиях.
- **Встроенный генератор (HSI):** Микроконтроллер имеет встроенный высокоскоростной генератор (HSI) с частотой 8 МГц, что соответствует требованию использования внутреннего тактирующего генератора. Это позволяет отказаться от внешнего кварцевого резонатора, уменьшая количество компонентов и стоимость.
- **Цифровые интерфейсы:**
  - **I2C:** STM32F103C8T6 поддерживает несколько интерфейсов I2C (например, I2C1 на пинах PB6/PB7). Это позволяет реализовать требуемый интерфейс I2C для подключения периферийных устройств, таких как датчики или дисплеи.
  - **RS-485:** Микроконтроллер имеет несколько UART (например, UART1 на пинах PA9/PA10), которые можно использовать для связи с трансивером RS-485 SN65HVD72DR. Это удовлетворяет требование по RS-485.
- **АЦП** STM32F103C8T6 оснащен 12-битным АЦП, но для диапазона 0 В ÷ 10 В потребуется делитель напряжения.
- **Компаратор:** Микроконтроллер имеет два встроенных аналоговых компаратора (COMP1 и COMP2), что соответствует требованию «на кристалле». Например, COMP1 (с использованием PA1 как положительного входа и PA0 или внутреннего опорного напряжения как отрицательного) позволяет реализовать детектирование уровня.
- **Пины ввода-вывода для клавиатуры:** STM32F103C8T6 имеет 37 пинов GPIO, что более чем достаточно для подключения клавиатуры, а также для других периферийных устройств (I2C, RS-485, АЦП и т.д.).

## 2. TPS61220DCKT (Повышающий DC-DC преобразователь)

- **Требование по питанию:** Проект требует входное напряжение 2.5–3.0 В (например, от батареи), но система должна работать на 3.3 В (для STM32F103C8T6, SN65HVD72DR и других компонентов). TPS61220DCKT — это повышающий преобразователь, который может увеличить входное напряжение до 3.3 В.
- **Диапазон входного напряжения:** Согласно datasheet, TPS61220 работает с входным напряжением от 0.7 В до 5.5 В, что полностью покрывает требуемый диапазон 2.5–3.0 В.

- **Выходное напряжение:** TPS61220 можно настроить на выходное напряжение 3.3 В с помощью делителя напряжения на пине FB (например, 560 кОм и 100 кОм).  $V_{OUT} = 0.5V \times (1 + R1/R2) = 3.3V$
- Это соответствует требуемому напряжению питания 3.3 В.
- **Эффективность:** TPS61220 обеспечивает высокую эффективность (до 95%). При входном напряжении 2.5–3.0 В и нагрузке 50–100 мА (для STM32 и периферии) эффективность составляет около 85–90%, что является отличным показателем.
- **Выходной ток:** TPS61220 может выдавать до 200 мА (согласно datasheet), что достаточно для системы:
  - STM32F103C8T6: ~50 мА в активном режиме.
  - SN65HVD72DR: ~2–5 мА.
  - Клавиатура 4x4 и другие периферийные устройства: минимальный ток (несколько мА).
  - Общий расчетный ток: < 100 мА, что значительно ниже предела TPS61220.
- **Низкий ток покоя:** TPS61220 имеет ток покоя всего 5.5 мкА, что делает его идеальным для приложений с низким энергопотреблением.
- **Простота использования:** Для работы TPS61220 требуется минимум внешних компонентов (катушка индуктивности, два конденсатора и два резистора для делителя напряжения), что упрощает его интеграцию в схему.

### 3. Трансивер RS-485: SN65HVD72DR

- **Требование RS-485:** Проект требует интерфейс RS-485 для связи. SN65HVD72DR — это трансивер RS-485, работающий на напряжении 3.3 В, который предназначен для связи с UART микроконтроллера (например, STM32F103C8T6), обеспечивая реализацию RS-485.
- **Рабочее напряжение:** Согласно datasheet, SN65HVD72DR работает в диапазоне 3.0–3.6 В, что идеально соответствует напряжению питания 3.3 В, которое вы получаете от TPS61220. Это обеспечивает совместимость с остальной частью системы.
- **Скорость передачи данных:** SN65HVD72DR поддерживает скорость до 250 кбит/с, что достаточно для большинства приложений RS-485 в встраиваемых системах, таких как промышленная связь или сети датчиков.
- **Низкое энергопотребление:** Трансивер имеет низкий ток потребления в режиме ожидания (обычно 2 мА), что важно для системы, которая может питаться от батареи или источника с низким напряжением (2.5–3.0 В).
- **Совместимость с пинами:** SN65HVD72DR имеет простой интерфейс:

- D (вход передатчика) и R (выход приемника) подключаются напрямую к пинам UART микроконтроллера (например, PA9 для TX, PA10 для RX).
- DE (включение передатчика) и RE# (включение приемника) можно управлять одним пином GPIO (например, PA8), что упрощает управление.
- Пины A и B подключаются к шине RS-485 для связи с другими устройствами.

#### 4. АЦП (0 В ÷ 10 В)

- Встроенный АЦП STM32F103C8T6 поддерживает 0 В ÷ 3.3 В. Для масштабирования 0 В ÷ 10 В до 0 В ÷ 3.3 В используется делитель напряжения.
- **Расчет делителя:**
  - Формула:  $V_{meas} = V_{in} \times \frac{R2}{(R1+R2)}$
  - Требуется: при  $V_{in}=10V$ ,  $V_{meas}=3.3V$
  - Пусть  $R2=10\text{ кОм}$ 
    - $3.3 = 10 \times \frac{10K}{R1+10K}$
    - $R1 = \frac{10 \times 10K}{3.3} - 10K \approx 20.3\text{ кОм} \approx 20\text{ кОм}$  (стандартное значение)
- **Проверка:**
  - $V_{meas} = 10 \times \frac{10K}{(20K+10K)} = 10 \times 0.333 \approx 3.33V$  (приемлемо, так как в пределах 0–3.3 В для АЦП).

#### 5. . Конденсаторы.

Конденсаторы. Выполняют в разработанной схеме критически важные функции: фильтрацию помех, стабилизацию напряжения.

#### 6. . Резисторы.

Для делителя напряжений:

$$V_{ADC} = V_{in} \times R2 / (R1 + R2)$$

При  $V_{in}=10V$  должно быть  $V_{ADC} \leq 3.3V$ . Отсюда:

$$R1/R2 \approx 2$$

Нашли оптимальный вариант:

$$R1=20\text{ кОм и } R2=10\text{ кОм}$$

TPS61220 можно настроить на выходное напряжение 3.3 В с помощью делителя напряжения на пине FB (например, 560 кОм и 100 кОм).  $V_{OUT} = 0.5V \times (1 + R3/R4) = 3.3V$ .

$$R3=56\text{ кОм и } R4=10\text{ кОм}$$

Использование делителя минимизирует количество компонентов. Выбор резисторов 20 кОм и 10 кОм основан на стандартных значениях E12.

### Схема электрическая принципиальная

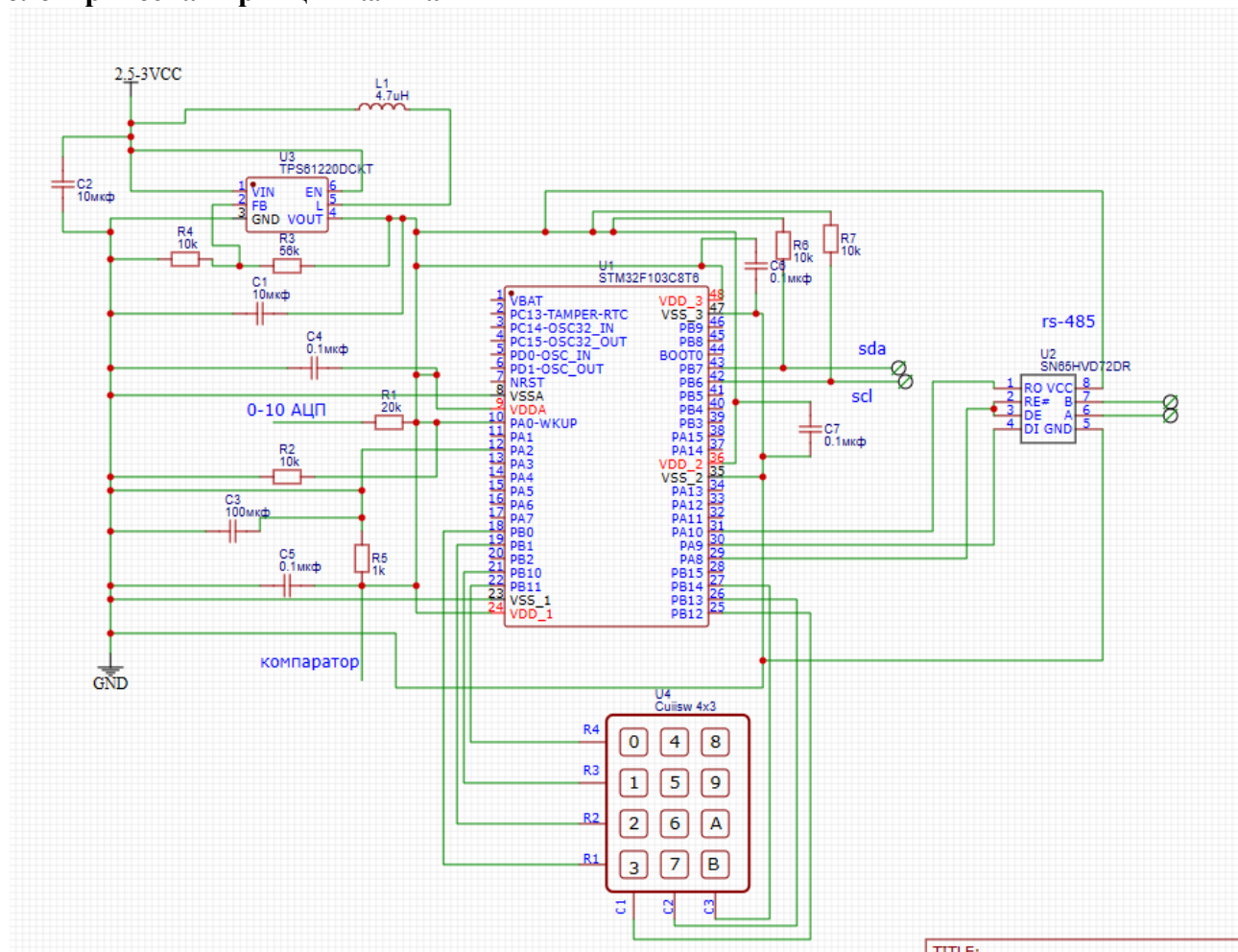


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная

## Спецификация

Таблица 1. Спецификация элементов схемы

№	Наименование	Обозначение на схеме	Тип/Модель	Кол-во	Примечание
1	Микроконтроллер	U1	STM32L476GRTx	1	Основной управляющий элемент схемы
2	Конденсатор 100 пФ	C1-C3	Керамический	12	Развязка питания
3	Резистор 10 кОм	R4, R2	-	2	Подтяжка
4	Резистор 1 кОм	R5	-	1	Связь с PA2 (компаратор)
5	Резистор 20 кОм	R1	-	1	Делитель напряжения
6	Резистор 56 кОм	R3	-	1	Делитель напряжения
7	Трансивер RS-485	U4	SN65HVD72DR	1	Передача/приём данных по RS-485

<b>8</b>	Повышающий DC-DC преобразователь	U3	TPS61220DCKT	1	Повышения напряжения с 2.5-3 до чистых 3.3
<b>9</b>	Соединительные провода	-	-	-	Внутрисхемные соединения
<b>10</b>	Матричная клавиатура	U2	Матричная клавиатура Cuiisw 4x3	1	Замена цифровой клавиатуры 10 кнопок

### **Вывод**

В рамках лабораторной работы была разработана схема электрическая принципиальная и спецификация электронного модуля. Расчеты номиналов пассивных компонентов (резисторов для делителя АЦП,) выполнены с учетом рекомендаций из