



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ _____ Информатика и системы управления (ИУ)
КАФЕДРА _____ Информационная безопасность (ИУ8)

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

НА ТЕМУ:

*Система восстановления работоспособности
терминала самообслуживания*

Студент _____
ИУ8-74
(Группа)

(Подпись, дата)

А. Н. Александров
(И.О.Фамилия)

Руководитель курсового проекта

(Подпись, дата)

А. Г. Рафиков
(И.О.Фамилия)

Консультант

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИУ-8
(Индекс)
_____ М.А.Басараб
(И.О.Фамилия)
«_____» сентября 2022 г.

**З А Д А Н И Е
на выполнение курсовой работы**

по дисциплине _____ Аппаратные средства вычислительной техники
Студент группы ИУ8-74

_____ Александров Алексей Николаевич
(Фамилия, имя, отчество)

Тема курсовой работы _____ Разработка системы восстановления работоспособности

Направленность КР (учебная, исследовательская, практическая, производственная, др.)

_____ учебная

Источник тематики (кафедра, предприятие, НИР) _____ кафедра

График выполнения КР: 25% к 4 нед., 50% к 7 нед., 75% к 10 нед., 100% к 14 нед.

Оформление курсовой работы:

- Техническое задание.

- Расчетно-пояснительная записка на __ листах формата А4.

Перечень графического (иллюстративного) материала (чертежи, плакаты, слайды и т.п.)

1. Схема электрическая структурная

2. Схема электрическая принципиальная

Дата выдачи задания « _____ » сентября 2022 г.

Студент

_____ А.Н. Александров
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Руководитель курсовой работы

_____ А.Г. Рафиков
(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Примечание: Задание оформляется в двух экземплярах: один выдается студенту, второй хранится на кафедре.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ | 5 |
| ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ | 6 |
| 1 Аппаратная часть | 6 |
| 1.1 Описание схемы | 6 |
| 1.2 Обоснование выбора контроллера | 8 |
| 1.3 Обоснование выбора резисторов и конденсаторов | 8 |
| 1.4 Печатная плата и сборочный чертёж | 9 |
| 2 Программная часть | 12 |
| 2.1 Описание программной части..... | 12 |
| 2.2 Программный агент для терминала самообслуживания..... | 12 |
| 2.3 Программное обеспечение для сторожевого таймера..... | 13 |
| 3 Испытания модели..... | 14 |
| ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ | 15 |
| 1.1 Экономические показатели | 15 |
| 1.2 Технические показатели | 15 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 16 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А – ТЕКСТ ПРОГРАММЫ..... | 17 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б – РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА | 18 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В – СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРНАЯ..... | 19 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г – СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ..... | 20 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д – ЧЕРТЁЖ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ..... | 21 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е – СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЁЖ | 23 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ..... | 24 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ З – СПЕЦИФИКАЦИЯ..... | 25 |

ВВЕДЕНИЕ

Мы всегда надеемся, что оборудование и инфраструктура будут работать чётко, надёжно, и без поломок. Особенно это важно там, где неисправности приводят к остановке бизнес-процессов и как следствие – финансовым потерям.

Как минимум, эти потери складываются из оплаты сотрудников за время простоя (пока они ждут восстановления работы системы), и упущенной за это время прибыли. К этому можно добавить суммы, затраченные на сам ремонт и восстановление системы (покупку исправных комплектующих, оплату работ по установке и замене, и т.п.). Сумма убытков может быть достаточно большой; в некоторых случаях простой может привести к непоправимым последствиям – вплоть до исчезновения бизнеса. Это является поводом задуматься о том, как можно избежать остановки работоспособности.

Сторожевой таймер (от англ. WatchDog Timer) – аппаратно реализованная схема контроля над зависанием системы. Представляет собой таймер, который периодически сбрасывается контролируемой системой. Если сброса не произошло в течение некоторого интервала времени, происходит принудительная перезагрузка системы.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Задача системы – восстанавливать работоспособность терминала самообслуживания и программного обеспечения, запущенного на нём, при зависаниях для обеспечения её надёжности и безотказной работы. В случае непредвиденной ошибки и зависания ОС и ПО, сторожевой таймер не получит сигнала обновления таймера и выполнит принудительную перезагрузку системы или перезапуск приложения соответственно.

Областью применения является терминал самообслуживания. Это специализированное электронно-механическое устройство, которое позволяет автоматизировать процессы. С помощью таких устройств пользователь может без участия сотрудника оплатить покупки, получить посылку, пройти через турникет или оплатить услуги. Примеры аппаратов самообслуживания: кассы самообслуживания, постаматы, информационные терминалы и вендинговые автоматы (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Примеры терминалов самообслуживания

Основная цель создания системы – разработка механизма безопасности, который позволяет вернуть терминал самообслуживания и программное обеспечение, запущенное на нём, в рабочий режим случае сбоя для повышения её надёжности и безотказной работы.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1 Аппаратная часть

1.1 Описание схемы

В ходе выполнения курсового проекта в соответствии с техническим заданием были спроектированы схема электрическая структурная, схема электрическая принципиальная и перечень элементов (ГОСТ 2.701 - 84). Схемы можно видеть на рисунках 2 и 3, приложениях В и Г, а также в приложенной документации к курсовому проекту. Перечень элементов – в приложении Ж и в документации.

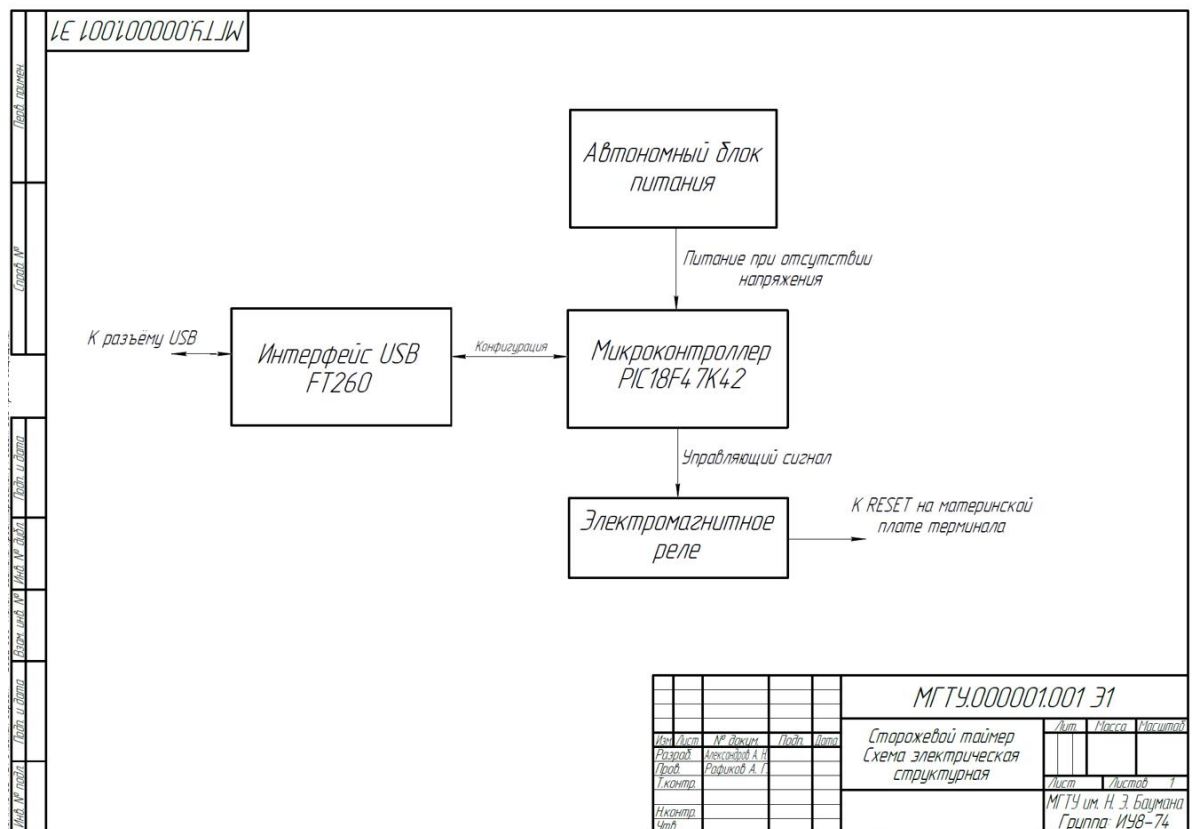


Рисунок 2 – Схема электрическая структурная (Э1)

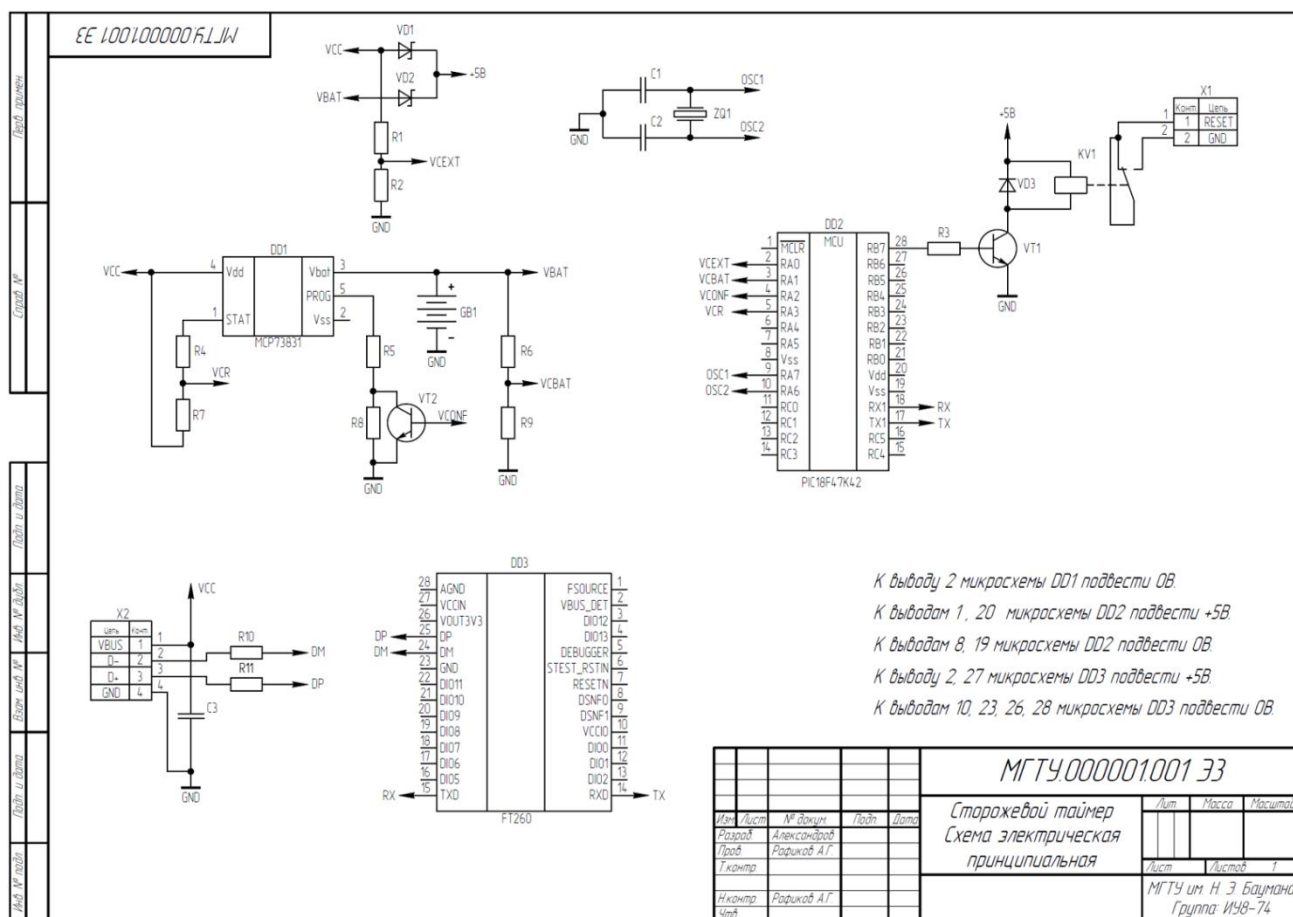


Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная (ЭЗ)

В предложенной схеме в качестве основных компонентов выступают:

- микроконтроллер PIC18F47K42;
- герконовое реле EDR301A0500 для передачи сигнала RESET на материнскую плату терминала самообслуживания и перезапуска ОС;
- микросхема FT260 как интерфейс взаимодействия микроконтроллера с USB;
- микросхема контроллера заряда MCP73831 для автономного блока питания.

Также на схеме присутствуют элемент питания, NPN-транзисторы, диоды Шоттки, кварцевый резонатор, а также резисторы и конденсаторы.

1.2 Обоснование выбора контроллера

В качестве микроконтроллера был выбран восьмиразрядный микроконтроллер PIC18F47K42. Некоторые технические характеристики:

- рабочая скорость: до 64 МГц;
- 128 Кб флеш-памяти, 8 Кб SRAM;
- диапазон рабочих напряжений: от 2.3 В до 5.5 В;
- диапазон рабочих температур: от -40°C до 85°C;
- оптимизированная компилятором C архитектура RISC.

Ключевыми факторами выбора можно назвать относительно низкую стоимость, запас по программной памяти, скорость работы, что является немаловажными критериями для данного класса устройств.

1.3 Обоснование выбора резисторов и конденсаторов

Элементы активного и реактивного сопротивления, включенные в схему, выбраны из-за их невысокой стоимости. Также элементы SMD обладают рядом существенных преимуществ, среди которых:

1. лучшая устойчивость к механическим поломкам вследствие вибрации;
2. небольшие погрешности при монтаже исправляются автоматически поверхностным натяжением расплавленного олова или свинца;
3. нет необходимости сверлить отверстия и в том числе, как следствие, более низкая начальная стоимость производства (экономический эффект);
4. небольшие размеры;
5. из-за малых размеров и монтирования в одной плоскости облегчается двухслойная разводка.

1.4 Печатная плата и сборочный чертёж

Исходя из специфики устройства и его установки, был выбран корпус G535B-2% — пластиковый корпус из ABS пластика, чертёж которого представлен на рисунке 4. Габаритные размеры составляют: по длине 114 мм, по ширине 35,7 мм и по высоте 25,8 мм. Размеры корпуса, расположение диагональных отверстий и их диаметр были использованы для проектирования и создания печатной платы, которая сможет быть в нём размещена.

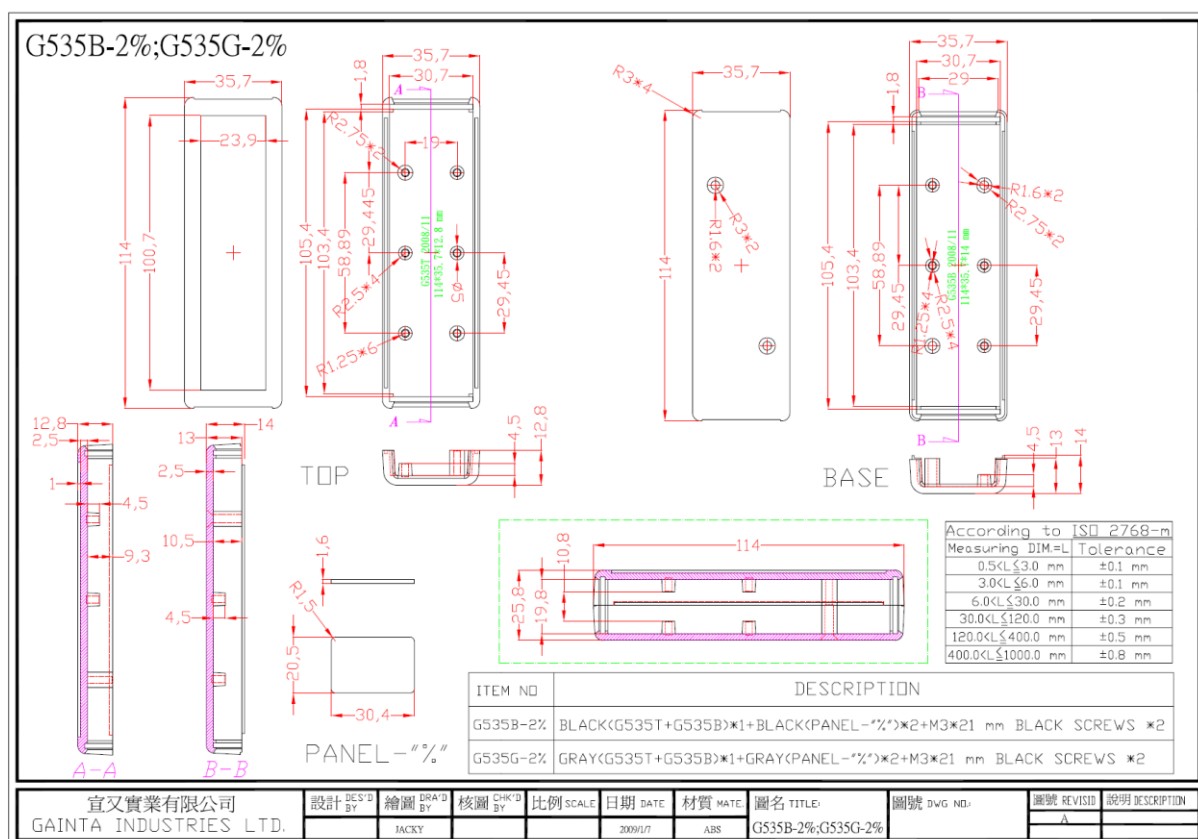


Рисунок 4 – Чертёж корпуса G535B-2%

Для проектирование и разводки печатной платы было использовано САПР Autodesk Eagle, который предоставляет редактор схем и печатных плат с невысоким порогом вхождения и простым и понятным интерфейсом. Далее были выделены необходимые слои: верхний слой, нижний слой и слой переходных отверстий, которые были перенесены в КОМПАС для создания чертежа печатной платы в соответствии с ГОСТ (см рисунки 5 и 6).

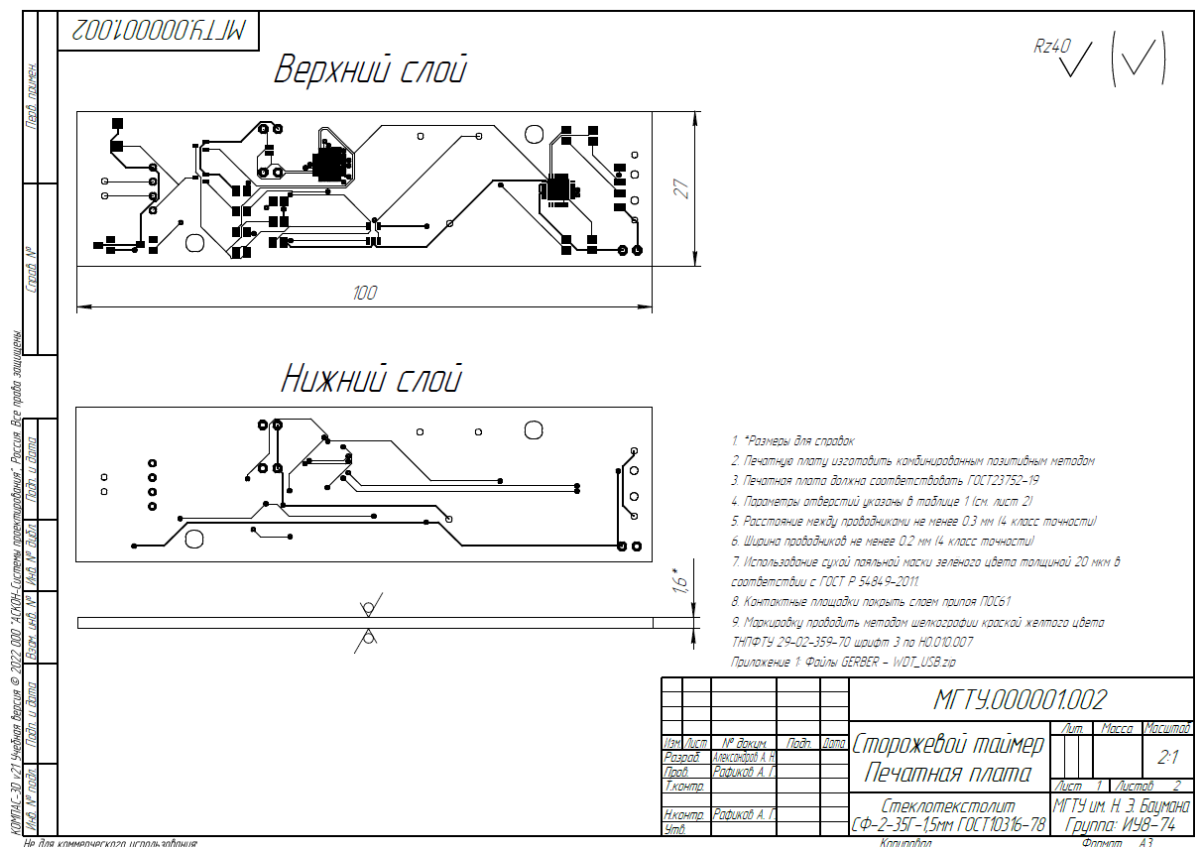


Рисунок 5 – Чертёж печатной платы (лист 1)

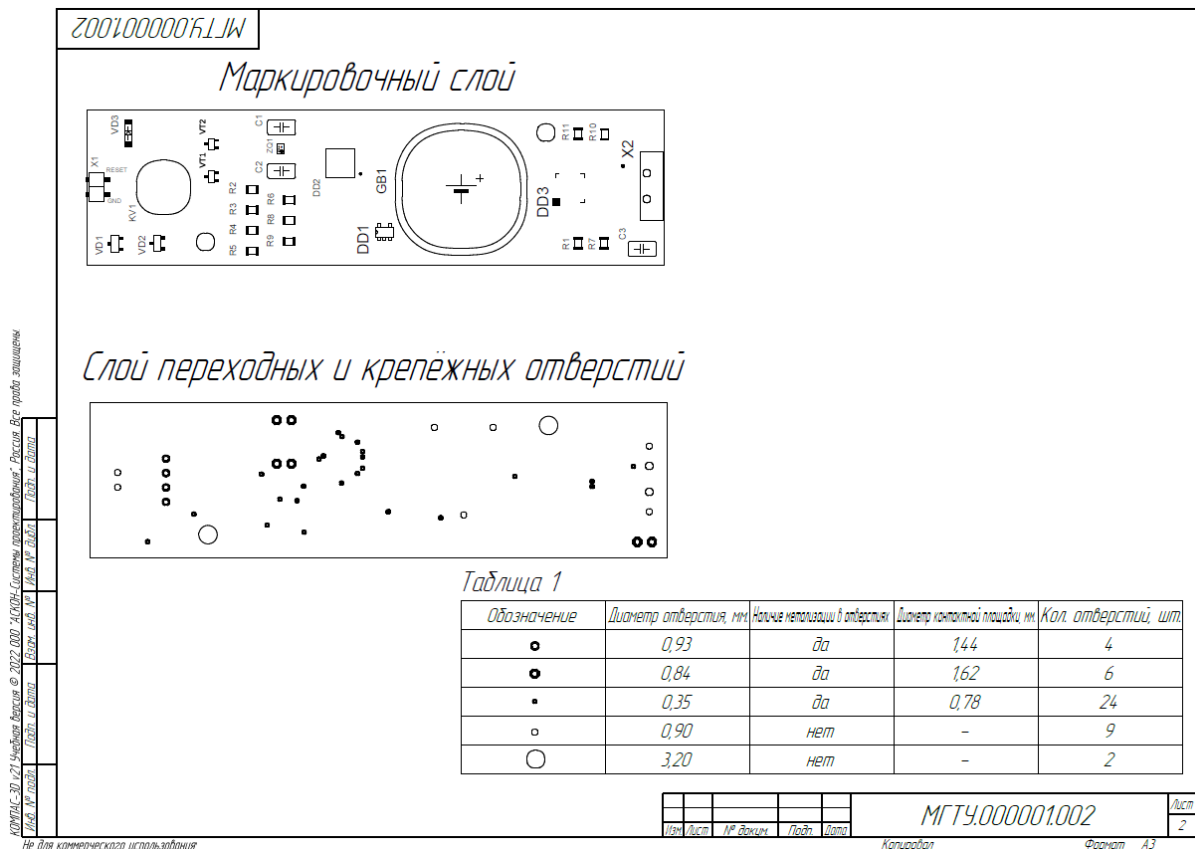


Рисунок 6 – Чертёж печатной платы (лист 2)

Файлы схемы и печатной платы хорошо интегрируются в Autodesk Fusion 360 для создания 3D-модели (см. рисунок 7) для последующего создания сборочного чертежа (см. рисунок 8).

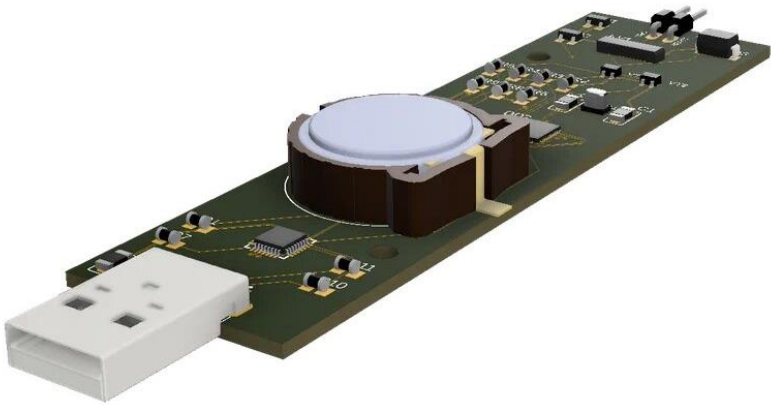


Рисунок 7 – Рендер 3D-модели сторожевого таймера

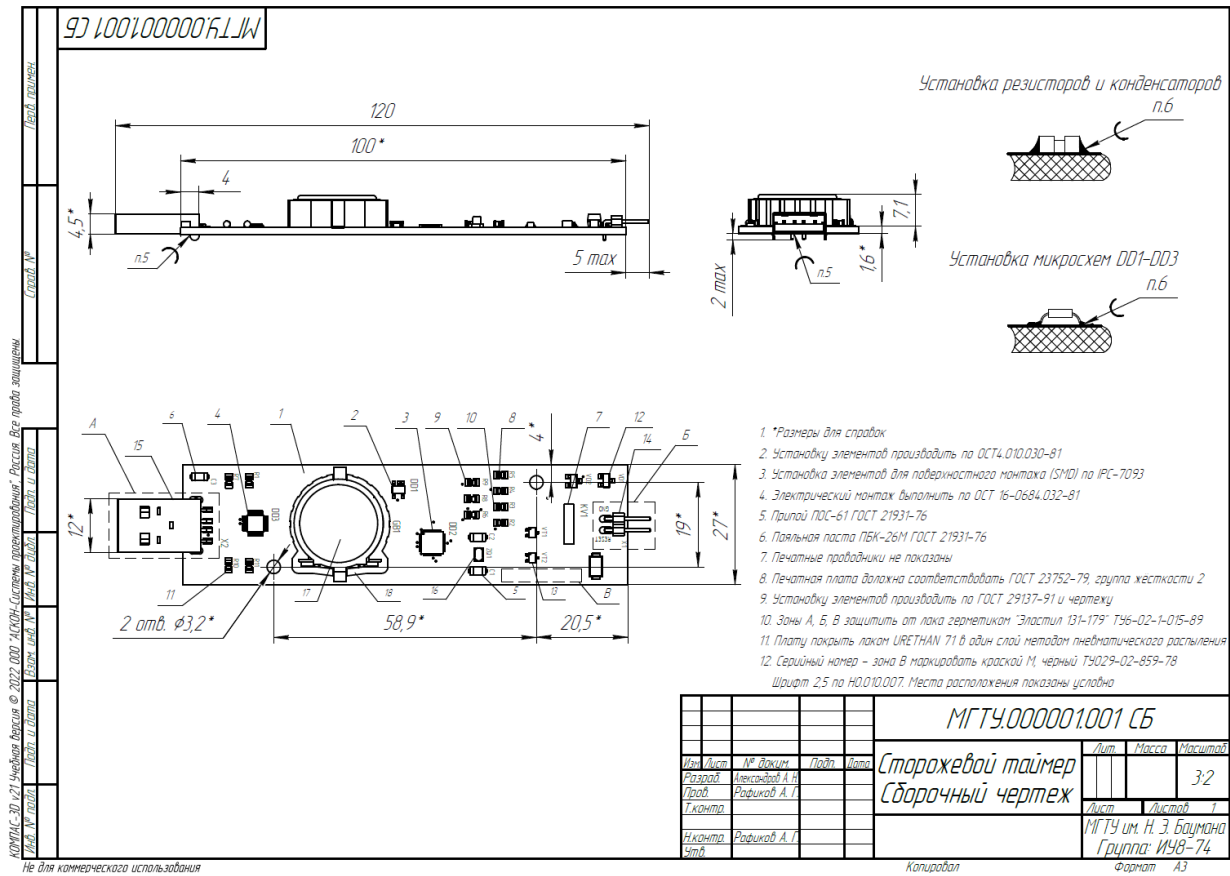


Рисунок 8 – Сборочный чертёж сторожевого таймера

2 Программная часть

2.1 Описание программной части

Программная часть опытного образца представляет собой программное обеспечение, которое также реализует работу с микроконтроллером. Программный агент, будучи подключенным к сторожевому таймеру, посылает сигналы сброса, в случае, когда эти сигналы не поступают, происходит переключение реле и подача напряжения на сигнал RESET на материнской плате.

2.2 Программный агент для терминала самообслуживания

Для создания программы-агента, работающего с моделью сторожевым таймером был использован язык программирования Python. Desktopное приложение работает под ОС Windows, которая распространена в данной области применения. Программа-агент осуществляет подключение к устройству по COM-порту, конфигурирование таймера и занесение приложений в список отслеживаемых процессов, которые следует перезапускать в случае зависания (см. рисунок 9).

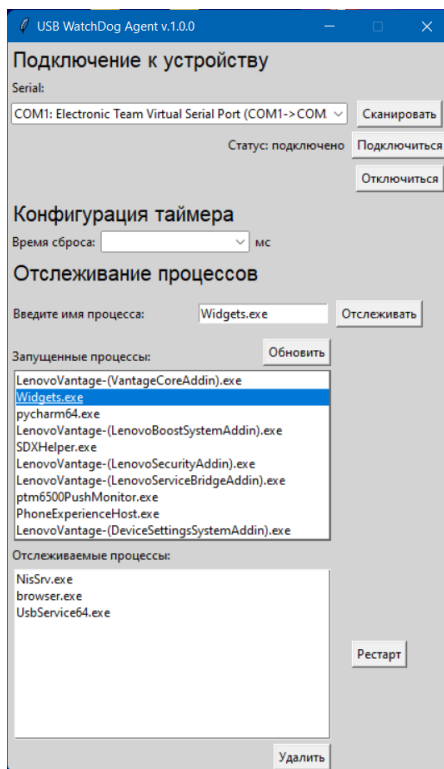


Рисунок 9 – Окно программы WatchDog Agent v.1.0.0

2.3 Программное обеспечение для сторожевого таймера

Исходным языком программирования для сторожевого таймера является Си. Программа обеспечивает взаимодействие с программой-агентом, получение конфигурационных данных от него и переключение реле при истечении таймаута и необходимости передачи управляющего сигнала RESET на соответствующий пин. Моделирование производилось в среде Proteus (см. рисунок 10). Создание пары виртуального COM-порта велось через Virtual Driver Pro (см. рисунок 11). Таким образом можно производить подключение программно к одному и тому же COM-порту.

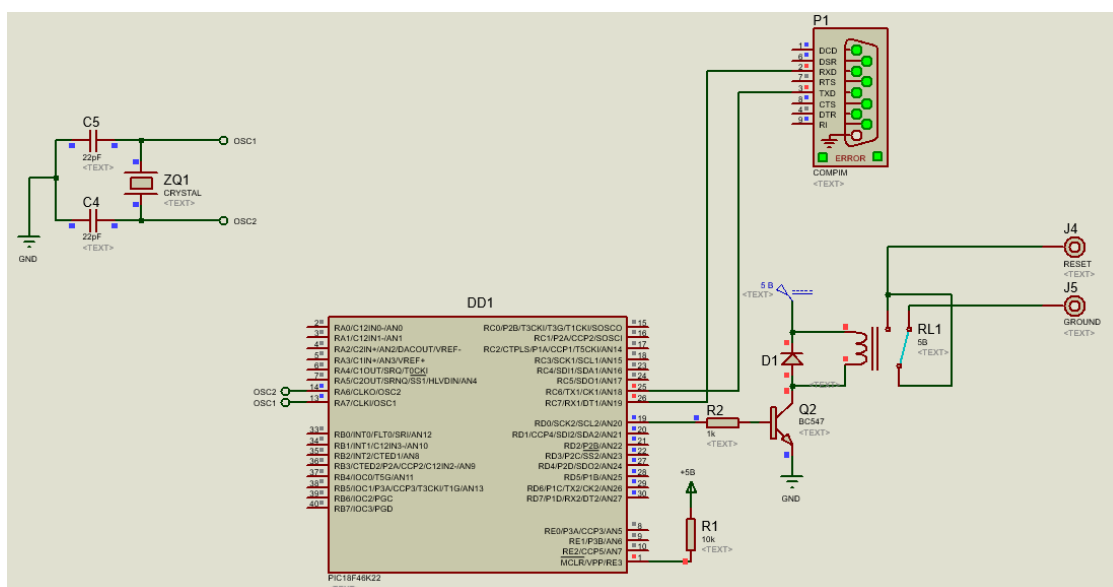


Рисунок 10 – Моделирование сторожевого таймера в среде Proteus

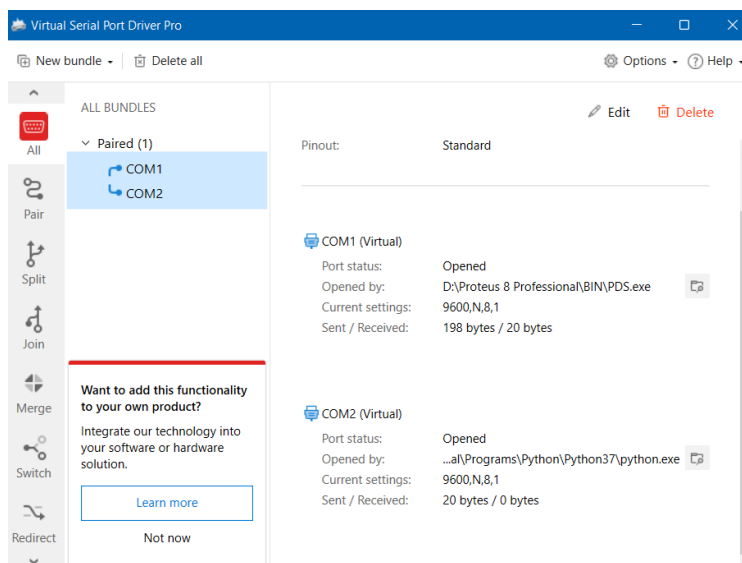


Рисунок 11 – Создание пары виртуального COM-порта

3 Испытания модели

Для проверки работоспособности устройства предлагается запустить собранную модель (см. рисунок 12).

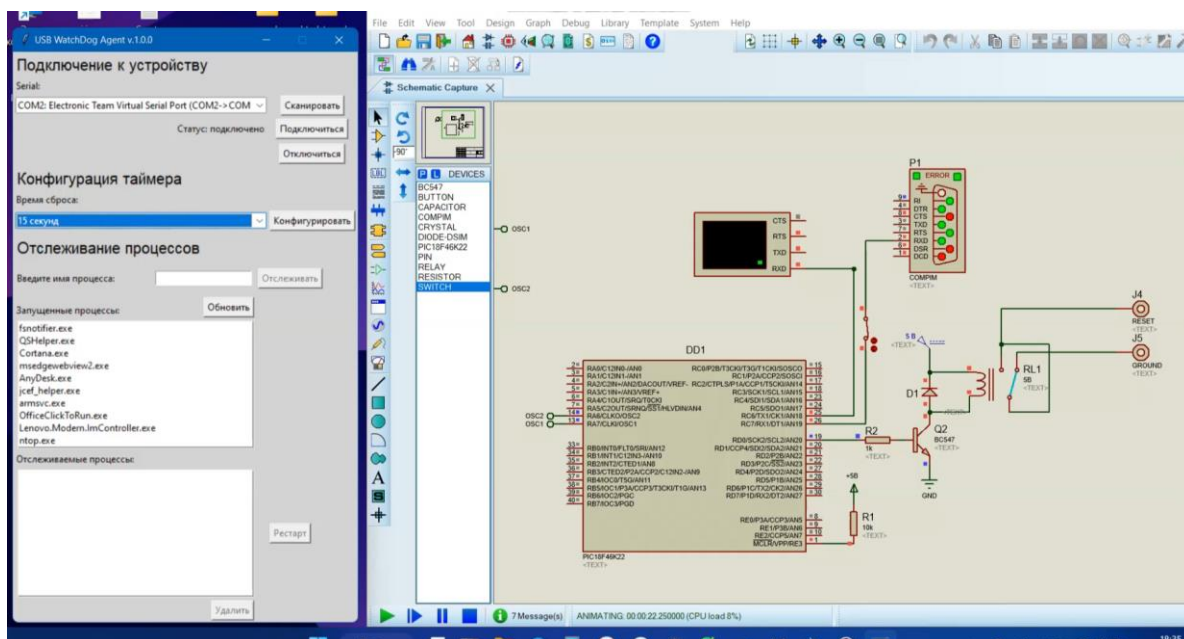


Рисунок 12 – Испытание модели сторожевого таймера в среде Proteus

При симуляции были проверены следующие параметры программы, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Тестирование сторожевого таймера

| Направление теста | Результат тестирования |
|---|------------------------|
| Запуск модели без программы-агента | ✓ Тест пройден |
| Запуск агента без запуска модели | ✓ Тест пройден |
| Подключение агента к модели по COM-порту | ✓ Тест пройден |
| Передача конфигурации таймера | ✓ Тест пройден |
| Поиск/добавление/удаление приложений в списке отслеживаемых | ✓ Тест пройден |
| Перезапуск приложений по кнопке и по таймауту зависания | ✓ Тест пройден |
| Переключение реле при таймауте сторожевого таймера | ✓ Тест пройден |

ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

1.1 Экономические показатели

Из-за малого масштаба продукта и рынка спроса на данный продукт, технико-экономические показатели не являются решающим фактором при его создании, вследствие чего посчитать экономические показатели не является возможным.

1.2 Технические показатели

Технические показатели являются сильной стороной изделия. Функции программной части позволяют обеспечить работу ПО в автономном режиме при подключенном таймере к USB порту компьютера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы было спроектировано устройство для восстановления работоспособности терминала самообслуживания. В ходе выполнения курсовой работы были получены необходимые навыки для проектирования, моделирования и создания функциональных систем, оформления функциональной, принципиальной схем и документации в соответствии с ГОСТ.

Было получено понимание технологического процесса, необходимого для изготовления функционального устройства, которое обеспечивают работу в соответствии с заданными требованиями.

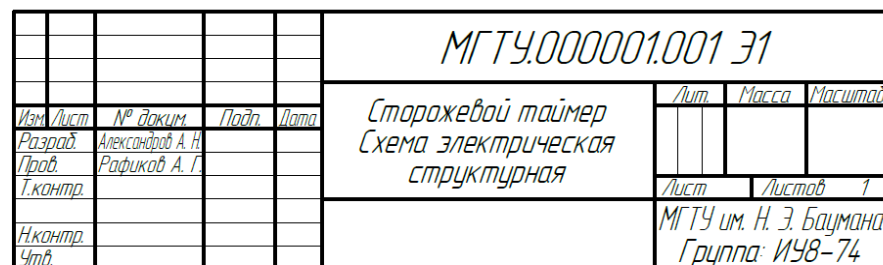
ПРИЛОЖЕНИЕ А – ТЕКСТ ПРОГРАММЫ

См. Текст программы

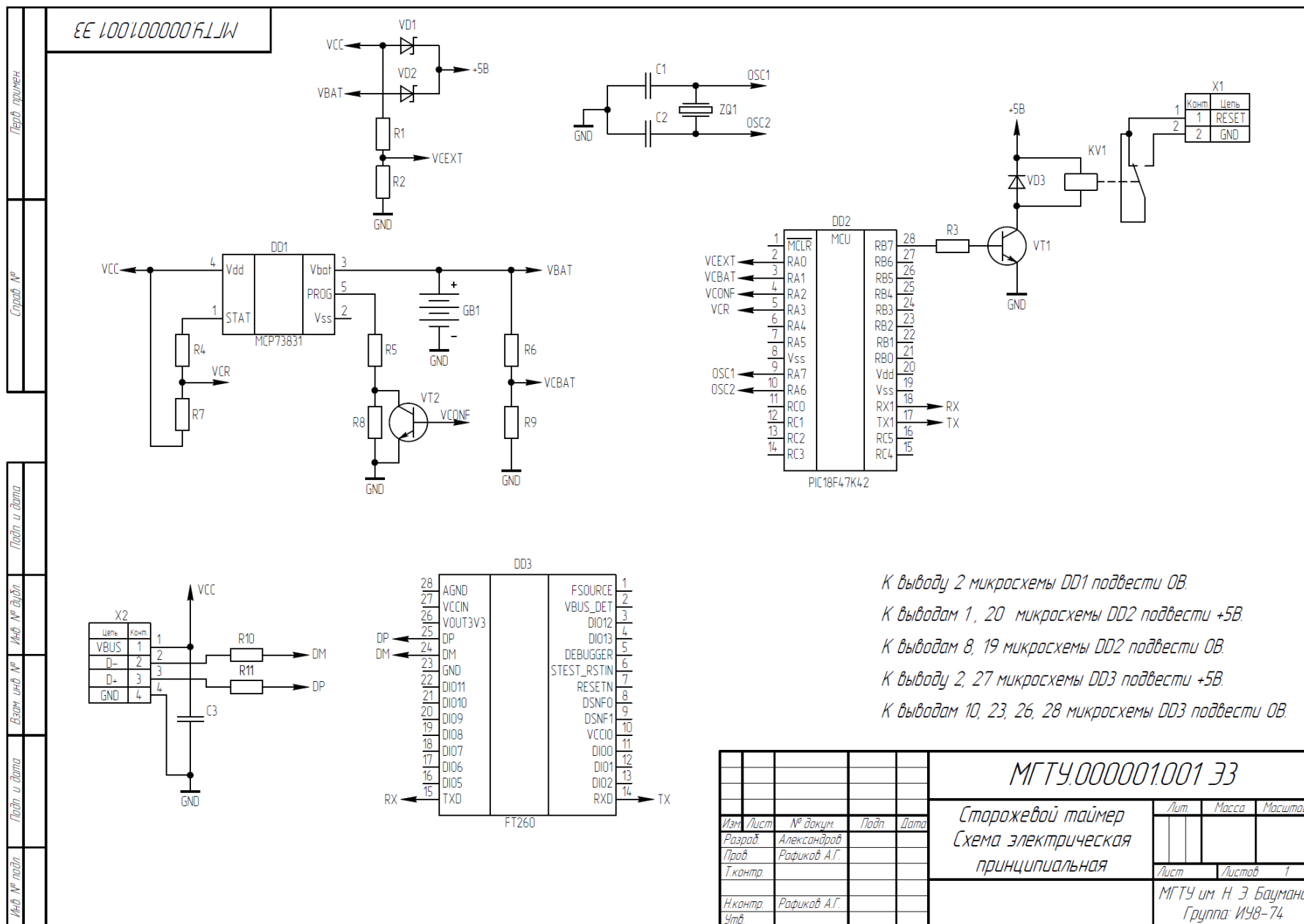
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА

См. Руководство оператора

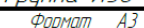
ПРИЛОЖЕНИЕ В – СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРНАЯ



ПРИЛОЖЕНИЕ Г – СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

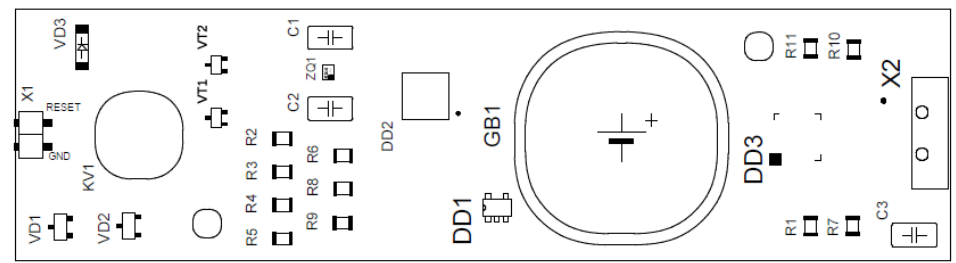


ПРИЛОЖЕНИЕ Д – ЧЕРТЁЖ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ



МГТУ.000001.002

Маркировочный слой



Слой переходных и крепёжных отверстий

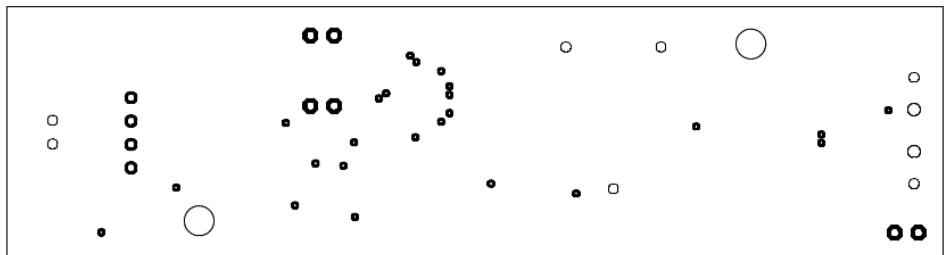


Таблица 1

| Обозначение | Диаметр отверстия, мм | Наличие металлизации в отверстиях | Диаметр контактной площадки, мм | Кол. отверстий, шт. |
|-------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| ○ | 0,93 | да | 1,44 | 4 |
| ● | 0,84 | да | 1,62 | 6 |
| • | 0,35 | да | 0,78 | 24 |
| ○ | 0,90 | нет | - | 9 |
| ○ | 3,20 | нет | - | 2 |

| | | | |
|-----------|----------|-------|------|
| Изм./лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | |

МГТУ.000001.002

| |
|------|
| Лист |
| 2 |

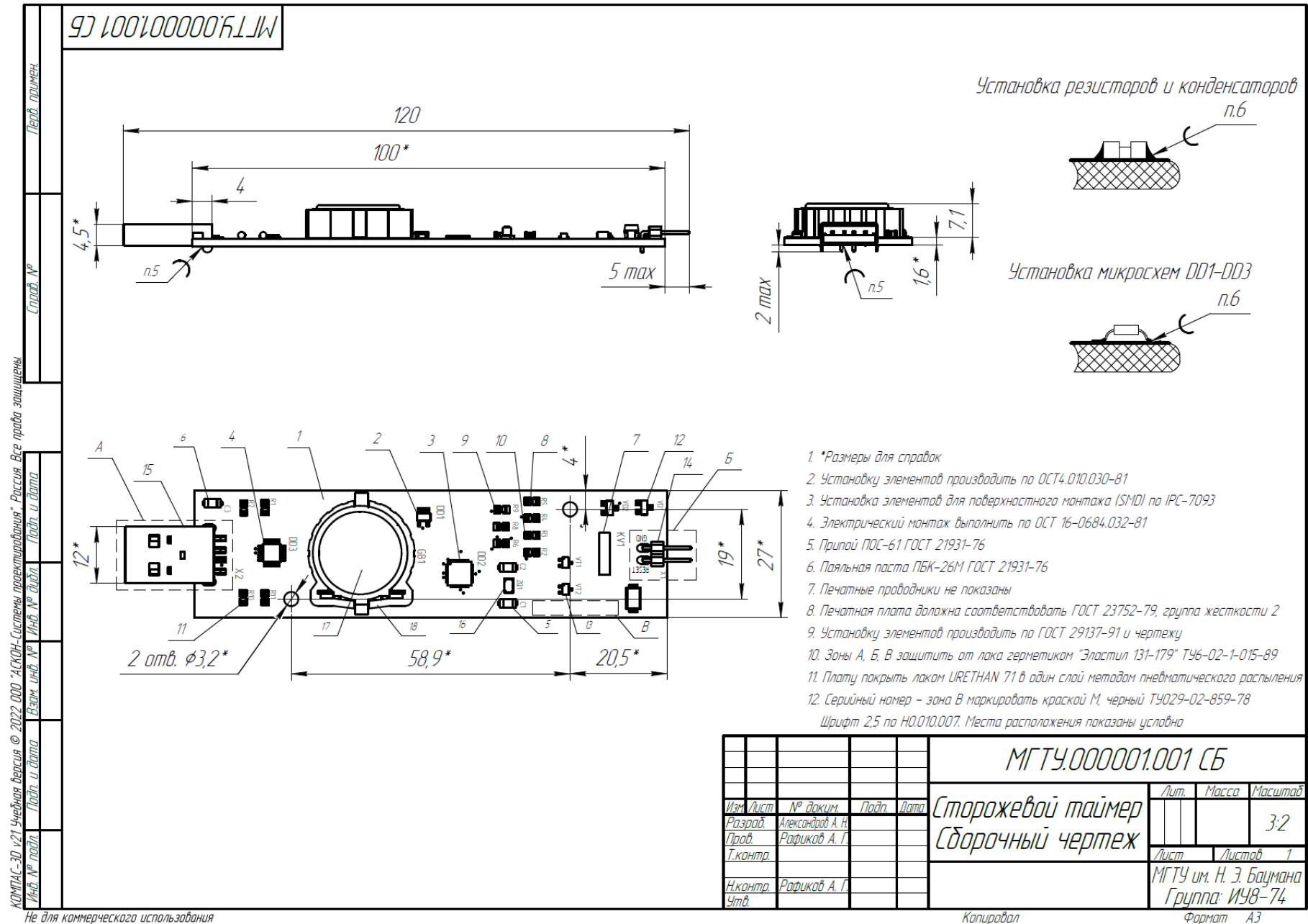
КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
Изм. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А3

ПРИЛОЖЕНИЕ Е – СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЁЖ



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

| Зона | Поз. обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № докл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Итого | | | | |
|------|------------------|--------------------------------------|------|------------|---------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|------|----------|-------|------|
| | | | | | | | | | | | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | Конденсаторы | | | | | | | | | МГТУ.0000001.001 ПЗ | | | | |
| | C1, C2 | Керамический GRM3165C1H220J-22нФ-5% | 2 | | | | | | | | Сторожевой таймер | | | | |
| | C3 | Керамический GRM31BR72J103K-10нФ-10% | 1 | | | | | | | | Перечень элементов | | | | |
| | | | | | | | | | | | МГТУ им. Н. Э. Баумана | | | | |
| | | Микросхемы | | | | | | | | | Группа: ИУ8-74 | | | | |
| | DD1 | Контроллер заряда MCP73831 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | DD2 | Микроконтроллер PIC18LF47K42 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | DD3 | Микросхема FT260 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Источники питания | | | | | | | | | | | | | |
| | GB1 | Элемент питания GPCR1220-5B | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Реле | | | | | | | | | | | | | |
| | KV1 | Реле герконовое EDR301A0500, 5B-1A | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Резисторы | | | | | | | | | | | | | |
| | R1, R4-R6 | RC0805JR-071KL-1к0м-0,125Вт-5% | 4 | | | | | | | | | | | | |
| | R2, R7-R9 | RC0805JR-073K9L-3,9к0м-0,125Вт-5% | 4 | | | | | | | | | | | | |
| | R3 | RC0805JR-073K3L-3,3к0м-0,125Вт-5% | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | R10, R11 | RC0805JR-0733RL-330м-0,125Вт-5% | 2 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Диоды | | | | | | | | | | | | | |
| | VD1, VD2 | Шоттки BAT20JFILM-23B-1A | 2 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Транзисторы | | | | | | | | | | | | | |
| | VT1, VT2 | КТ3130В9 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | </ | | | | | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – СПЕЦИФИКАЦИЯ

| Формат | Зона | Плз | Обозначение | Наименование | Кол | Примечание |
|---------------|----------|----------------|------------------------|------------------------------|------|------------|
| | | | | | | |
| Перв. примен. | | | | | | |
| | | | | <u>Документация</u> | | |
| | | | | | | |
| | A4 | | МГТУ.0000001.001 | Спецификация | 1 | |
| | A4 | | МГТУ.0000001.001 ПЗ | Перечень элементов | 1 | |
| Справ. № | A3 | | МГТУ.0000001.001 СБ | Сборочный чертёж | 1 | |
| | A3 | | МГТУ.0000001.001 Э1 | Схема электрическая | 1 | |
| | | | | структурная | | |
| | A3 | | МГТУ.0000001.001 Э3 | Схема электрическая | 1 | |
| | | | | принципиальная | | |
| | A4 | | РОФ.МГТУ.0000001-01 12 | Текст программы | 1 | |
| | A4 | | РОФ.МГТУ.0000001-01 13 | Описание программы | 1 | |
| | A4 | | РОФ.МГТУ.0000001-01 34 | Руководство оператора | 1 | |
| | A4 | | МГТУ.0000001.001 ПЗ | Пояснительная записка | 1 | |
| | A4 | | МГТУ.0000001.001 ТЗ | Техническое задание | 1 | |
| Подп. и дата | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Детали</u> | | |
| Инв. № дубл. | A3 | 1 | МГТУ.0000001.002 | Печатная плата | 1 | |
| | | | | | | |
| Взам. инв. № | | | | <u>Попупные изделия</u> | | |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Микросхемы</u> | | |
| Подп. и дата | | 2 | | Контроллер заряда МСР73831 | | DD1 |
| | | 3 | | Микроконтроллер PIC18LF47K42 | | DD2 |
| | | 4 | | Микросхема FT260 | | DD3 |
| | | | | | | |
| Инв. № подл. | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | |
| | Разраб. | Александров А. | | | | |
| | Проб. | Рафиков А.Г. | | | | |
| | Н.контр. | Рафиков А.Г. | | | | |
| | Утв. | | | | | |
| | | | | МГТУ.0000001.001 | | |
| | | | | Сторожевой таймер | | |
| | | | | Спецификация | | |
| | | | | Лит. | Лист | Листов |
| | | | | | 1 | 3 |
| | | | | МГТУ им. Н. Э. Баумана | | |
| | | | | Группа: ИУ8-74 | | |

Копировал

Формат А4

| Формат | Зона | Поз | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|------------------|------------|
| | | | | <u>Конденсаторы</u> | | |
| | | 5 | | GRM3165C1H220J-22нФ-5% | 2 | C1, C2 |
| | | 6 | | GRM31BR72J103K-10нФ-10% | 1 | C3 |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Реле</u> | | |
| | | 7 | | Реле геркановое EDR101A0500 | | KV1 |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Резисторы</u> | | |
| | | 8 | | RC0805JR-071KL-1кОм-5% | 4 | R1, R4-R6 |
| | | 9 | | RC0805JR-073K9L-3,9кОм-5% | 4 | R2, R7-R9 |
| | | 10 | | RC0805JR-073K3L-3,3кОм-5% | 1 | R3 |
| | | 11 | | RC0805JR-0733RL-330м-5% | 2 | R10, R11 |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Диоды</u> | | |
| | | 12 | | Шоттки BAT20JFILM-23B-1A | 2 | VD1, VD2 |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Транзисторы</u> | | |
| | | 13 | | КТ3130В9 | 2 | VT1, VT2 |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Разъемы</u> | | |
| | | 14 | | Вилка PLS-2, DS1022-1*2RDF11-B | 1 | X1 |
| | | 15 | | Вилка USB-AR, DS1097-BNO | 1 | X2 |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Резонаторы</u> | | |
| | | 16 | | Кварцевый CSTCE8-8МГц | 1 | ZQ1 |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Источники питания</u> | | |
| | | 17 | | Элемент питания CR2016-BP1-5B | 1 | GB1 |
| | | | | | | |
| | | | | <u>Крепления</u> | | |
| | | 18 | | Батарейный отсек Q-2682 Z | 1 | |
| | | | | | | |
| Инф. № подл. | Подп. и дата | Взам. инф. № | Инф. № дубл. | Подп. и дата | МГТУ.0000001.001 | |
| | | | | | | |
| | | | | | Изм. | Лист |
| | | | | | | 2 |
| | | | | | Копировал | |
| | | | | | Формат А4 | |

[illegible]