

Шишков А.Н.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ
НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ**

Методические указания к

КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

по дисциплине

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ
НА ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ
(ПУ на ПЭБ)**

утверждено на заседании
кафедры 404 протокол N _____

" ____ " _____ 2020г

УДК: 621.396.6 (075)

Авторы: А.Н. Шишков

Проектирование устройств на микроконтроллерах: Учебное пособие к курсовому проектированию. /А.Н. Шишков МАИ кафедра 404, 23с

Приведены рекомендации по выполнению и требования к содержанию и оформлению материалов курсового проекта по дисциплине «Проектирование устройств на программируемой элементной базе» с темой курсового проекта «проектирование устройства на микроконтроллерах».

Предназначено для студентов радиотехнических специальностей.



1 Введение

Курсовой проект (КП) по дисциплине «Проектирование устройств на программируемой элементной базе» должен содержать обоснование и результат проектных действий студентов, связанных с разработкой РЭС на программируемой элементной базе. Основными темами и направлениями КП могут быть разработка несложных устройств или их составных частей или узлов на основе:

- микроконтроллеров;
- ПЛИС;
- ЭБ средней степени интеграции, таких как ПЛМ, ПМЛ, ПАИС;
- дугой программируемой ЭБ.

Данное методическое руководство является методическими указаниями по выполнению КП на основе микроконтроллеров.

2 Цели проекта

Целями курсового проекта являются:

- укрепить теоретические знания, полученные из материалов лекций, лабораторных работ о структуре микроконтроллеров, их параметрах и особенностях применения, наборе функциональных модулей;
- ознакомиться с основными параметрами современных микроконтроллеров;
- ознакомиться с номенклатурой современных микроконтроллеров ведущих производителей;
- ознакомиться с программными и техническими средствами для программирования микроконтроллеров и отладки систем на их основе;
- изучить методологию проектирования устройств на микроконтроллерах;
- получить практический навык проектирования устройств на микроконтроллерах.

3 Теоретические сведения

Микроконтроллер (MCU=МК) — [микросхема](#), предназначенная для управления [электронными](#) устройствами. Типичный микроконтроллер сочетает в себе функции [процессора](#) и контроллера [периферийных устройств](#), может содержать [ОЗУ](#) и [ПЗУ](#). По сути, это однокристалльный [компьютер](#), способный выполнять простые задачи. Использование одной микросхемы, вместо целого набора ИС, как в случае обычных процессоров, применяемых в персональных компьютерах, значительно снижает размеры, энергопотребление и стоимость устройств, построенных на базе микроконтроллеров.

Микроконтроллеры являются основой для построения [встраиваемых систем](#), их можно встретить во многих современных приборах, таких, как



[телефоны](#), смартфоны, стиральные машины, СВЧ печи, игрушки т. п. Большая часть выпускаемых в мире процессоров — микроконтроллеры.

Наиболее распространенным представителем семейства МК являются 8-разрядные приборы, широко используемые в промышленности, бытовой и компьютерной технике. Они прошли в своем развитии путь от простейших приборов с относительно слаборазвитой периферией до современных многофункциональных контроллеров, обеспечивающих реализацию сложных алгоритмов управления в реальном масштабе времени. Причиной жизнеспособности 8-разрядных МК является использование их для управления реальными объектами, где применяются, в основном, алгоритмы с преобладанием логических операций, скорость обработки которых практически не зависит от разрядности процессора.

Росту популярности 8-разрядных МК способствует постоянное расширение номенклатуры изделий, выпускаемых такими известными фирмами, как Motorola, Microchip, Intel, Zilog, Atmel и многими другими. Современные 8-разрядные МК обладают, как правило, рядом отличительных признаков. Перечислим основные из них:

- модульная организация, при которой на базе одного процессорного ядра (центрального процессора) проектируется ряд (линейка) МК, различающихся объемом и типом памяти программ, объемом памяти данных, набором периферийных модулей, частотой синхронизации;

- использование закрытой архитектуры МК, которая характеризуется отсутствием линий магистралей адреса и данных на выводах корпуса МК. Таким образом, МК представляет собой законченную систему обработки данных, наращивание возможностей которой с использованием параллельных магистралей адреса и данных не предполагается;

- использование типовых функциональных и периферийных модулей (ФМ) (таймеры, процессоры событий, контроллеры последовательных интерфейсов, аналого-цифровые преобразователи и др.), имеющих незначительные отличия в алгоритмах работы в МК различных производителей;

- расширение числа режимов работы периферийных модулей, которые задаются в процессе инициализации регистров специальных функций МК.

Неполный список периферии, которая может присутствовать в микроконтроллерах, включает в себя:

- универсальные цифровые порты, которые можно настраивать как на ввод, так и на вывод логических (дискретных) сигналов;

- различные интерфейсы ввода-вывода, такие как [UART](#), [I²C](#), [SPI](#), [CAN](#), [USB](#), [IEEE 1394](#), [Ethernet](#);

- [аналого-цифровые](#) и [цифро-аналоговые](#) преобразователи;

- [компараторы](#);

- [широотно-импульсные модуляторы](#);

- [таймеры](#);

- контроллеры бесколлекторных двигателей;



- контроллеры дисплеев и клавиатур;
- радиочастотные приемники и передатчики;
- массивы встроенной [флеш-памяти](#);
- встроенный тактовый генератор и [сторожевой таймер](#);
- модули часов (RTC);

В последнее время большое распространение получили 32-х разрядные МК группы семейств ARM и наиболее доступные из этой группы МК семейства Cortex M0, Cortex M3. Эти МК имеют намного большую производительность процессорного ядра по сравнению с 8-и разрядными МК при незначительном повышении цены одной ИС.

При проектировании устройств на МК типовыми задачами проектирования являются:

- разработка принципа и алгоритма работы устройства, структурной и функциональной схемы;
- подбор датчиков, органов управления, индикации, позволяющих реализовать требуемое устройство;
- определение требуемых параметров МК, набора ФМ, необходимых для реализации функций и параметров назначения устройства;
- выбор МК;
- задание функционального назначения многофункциональным выводам МК;
- разработка принципиальной схемы;
- разработка конструкции и конструкторской документации;
- разработка встроенного ПО и программной документации;
- разработка технологии изготовления и технологической документации;
- разработка эксплуатационной документации.

3.1 Разработка схемы

3.1.1 Типовые узлы

Типовыми узлами (блоками) схем на базе МК являются:

- микроконтроллер- «мозг» устройства;
- блок (узел) питания;
- интерфейсные схемы;
- органы управления- кнопки, клавиатуры, датчики;
- выходные узлы;
- индикаторы;

В любом устройстве присутствует узел питания и МК.

Наличие других типовых узлов, необходимых для реализации устройства определяется выполняемыми функциями устройства.

Схемотехника любого узла, как правило, строится на основе типовых схем включения ИС конкретного узла. Типовые схемы включения приводятся в data-sheet файле на каждый компонент или ИС.



3.1.2 Микроконтроллер

В качестве микроконтроллера в КП рекомендуется применять ARM МК STM32F051 (рисунок В.1), с которым студенты ознакомились при выполнении лабораторных работ по курсу «Проектирование устройств на программируемой элементной базе». Возможно применение других МК, совместимых с STM32F051, например STM32F030 (рисунок В.2) Для отладки ПО рекомендуется использовать среду программирования Keil uVision, установленную на ПК кафедры и отладочную плату DISCOVERY. Допускается применять другие модели МК, минимально достаточные для реализации функций разрабатываемого устройства.

3.1.3 Узел питания

Узел питания обеспечивает питающим напряжением МК и другие узлы устройства. Современные МК и другие ИС как правило имеют напряжение питания 3,3В или 5В.

Основной задачей узла питания является преобразовать напряжение питание устройства (переменное 220В 50Гц, постоянное 24В, 12В, 5В, батарейное) в стабильное напряжение питания МК и других ИС схемы устройства.

Другой задачей узла питания является осуществить гальваническую развязку (ГР) между цепями входного источника и цепями питания МК. Особенно это актуально для устройств с питанием 220в. Это позволяет повысить электробезопасность эксплуатации устройства, т.к. при наличии ГР пользователь при касании цепей МК и органов управления не имеет возможности прикоснуться к цепям с опасными для жизни напряжениями (220В). ГР обычно осуществляется с помощью трансформатора. Кроме того ГР узла питания предотвращает проникновения высоких напряжений сети 220В и промышленных помех из питающей сети в входные и выходные цепи МК.

Ранее узлы питания с ГР строились на основе трансформатора питания, понижающего сетевое напряжение с 220В до низкого напряжения на вторичной обмотке, выпрямления и фильтрации, и стабилизации линейными стабилизаторами с понижением питания до 5В и 3,3В. Однако такие узлы питания имели большие габариты и массу из-за больших трансформаторов 50Гц, низкий КПД.

Нестабильное выпрямленное напряжение понижается одновременно со стабилизацией до требуемого напряжения питания МК линейными стабилизаторами или импульсными стабилизаторами. Такие узлы называют вторичными источниками питания (ВИП) или DC/DC, т.к. они из нестабильного первичного постоянного (DC) напряжения делают стабильное вторичное постоянное (DC) напряжение.

Современные узлы питания как правило построены на основе импульсных принципах работы на высоких частотах (100кГц-4МГц). На высоких частотах трансформаторы и дроссели имеют маленькую массу и габариты. При работе транзисторов в ключевых режимах узел питания имеет высокий КПД.



<https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=144261> Рекомендации по применению понижающих DC/DC преобразователей. Рассмотрен принцип работы DC/DC преобразователей и основные параметры ИС для их построения.

<https://www.compel.ru/lib/53974> Импульсные понижающие DC/DC от STM

3.1.3.1 Линейные стабилизаторы

ИС Линейных стабилизаторов имеют в основе ключевой элемент (транзистор) работающий в активном режиме. Ввиду простоты применения однокристалльные линейные стабилизаторы в виде 3-х ногих ПП ИС получили огромное распространение. Они имеют хорошую стабилизацию и низкую пульсацию выходного напряжения. Имеется огромный перечень линейных ИС стабилизаторов с различным выходным напряжением, диапазоном входных напряжений, максимальным выходным током в различных корпусах . Например ИС «L78M05CDT» или «TA78M05» при входном напряжении от +7 до +35 В обеспечивает выходное стабильное напряжение +5В при токе нагрузки до 1А. Однако чем больше разница входного и выходного напряжения, тем ниже КПД. Так при входном напряжении 12В и выходном 5В, КПД составит менее 41%. Современные линейные ИС имеют малое падение напряжение на регулирующем элементе (low drop):

3.1.3.2 Импульсные Стабилизаторы

Рекомендуется для повышения КПД в понижающих (step down), (buck regulators) стабилизаторах (buck regulators) применять ИС современных импульсных стабилизаторов:

- **A7987** (вход до 61В, выход от 0.8 до 60В, 3А) корпус HTSSOP16 (5x 6.4мм)
- **L5973D** (вход от 4,4В до 36В, вых. от 0,5 до 35В, 2А) корпус HSOP-8 (5x6,2мм)
- **L6902D** (вход от 4,4В до 36В, вых. от 0,5 до 35В, 2А) корпус SO-8 (5x6,2мм)
- **MC34063** самая распространённая и дешёвая ИС

3.1.3.3 Узел питания от 220В

Узлы питания от сетей питания 220В обычно строят по классической схеме обратноходовых импульсных блоков питания, например на ИС TOP221-TOP227, и импульсном трансформаторе например серии TSD-xxxx. Импульсы напряжения со вторичной обмотки выпрямляются диодом Шоттки и фильтруются конденсатором. Выходная мощность может достигать сотен ватт. Однако импульсные вывоковольтные трансформаторы, ИС и транзисторы имеют большие массу и габариты, хотя намного меньше и легче, чем при той же мощности 50Гц трансформаторы.

При небольшой потребляемой мощности (для МК это 5-150мВт) можно упростить схему, применив т.н. «бестрансформаторный блок питания с гасящим балластным конденсатором (рисунок Б.1). На конденсаторе С1



0,47мкФх600В падает большая часть сетевого напряжения. После выпрямления, фильтрации и параллельного стабилизатора **TL431**, получим напряжение 12В, но без ГР. Для обеспечения ГР применяется малогабаритный DC/DC модуль преобразования 12В в 5В с трансформаторной ГР внутри модуля.

3.1.3.4 Питание от 12, 24, 27 В

При питании от низковольтных источников 5-30В ГР в узле питания по соображениям безопасности обычно не требуется, за исключением особых требований Заказчика (рисунок Б.2). Поэтому обычно применяют импульсный понижающий стабилизатор U_{вх} в 5В (3.3В). Далее, при необходимости иметь 5 и 3.3В одновременно, 5В понижают в 3,3В линейным стабилизатором (проще) или импульсным (больше деталей, но выше КПД) (рисунок Б.12)

3.1.3.5 Батарейное питание

При батарейном питании напряжение батареи при работе со временем падает. Несмотря на широкий диапазон напряжений питания МК обычно батарейное питание стабилизируют импульсным стабилизатором step-down при напряжении батареи больше напряжения питания МК или step-up если напряжение батареи низкое (например 1.5в одного элемента). Применяют сверхэкономичные малогабаритные ИС, например **ST1S10** (вход до 18В выход от 0.8В, 3А корпус DFN8 4x4мм, не требуется диод Шоттки, КПД 90%, собственное потребление в покое бмкА)

3.1.3.6 Готовые модули питания

Наиболее простые схемы БП с ГП можно получить, применяя готовые модули питания, например российской фирмы «Alexander Electric» ([aeip.ru https://www.aeps-group.com/ru/products/](https://www.aeps-group.com/ru/products/)). Можно подобрать готовый модуль с требуемыми параметрами. Эти модули сертифицированы для применения в промышленной, аэрокосмической и военной аппаратуре, но имеют большую стоимость, массу и габариты.

3.1.4 Интерфейсные схемы

В качестве простейших интерфейсов обмена используют чаще всего:

- RS485 (рисунок Б.3)-для информационного обмена между устройствами, удалённых на больших расстояниях или обмена в условиях помех;
- SPI и/или I2C – для обмена в пределах платы, устройства;
- 1W – интерфейс с минимальным количеством (один) сигнальных проводников;
- интерфейс ИК управления (рисунок Б.9) для бытовых устройств
- интерфейс безпотенциальных (т.н. «сухих») контактов.

В последнем случае осуществляется передача дискретной информации управления в виде замыкания/ размыкания контактов. В этом случае обеспечивается ГР между управляющим и управляемым устройством, т.к. контакты реле не связаны со схемой управления. Используют малогабаритные ЭМ реле: **РЭС79**, **HFD4/3**, **G6J-2FS**, **IM02JR**,



FTR_V3_GA003, твердотельные оптореле: СРС1117, СРС1231, КР249КП7, КР249КП9, КР249КП3.

Для организации интерфейса RS485 применяют UART контроллер в МК и ИС драйвера интерфейса, например **ADM2484, ADM485AR**. Первая их них имеет ГР, но и требует ГР питания для второй стороны интерфейса, для которого применяют DC/DC модули, например **TSM0505, AM1L-0505, NTE0505MC, P6CU-0505**.

3.1.5 Входные и выходные сигнальные цепи

Для управления устройствами на базе МК применяют различные по конструкции и размерам кнопки, переключатели. Для задания режима работы, адреса, часто применяют различные по конструкции и разрядности т.н. «DIP switch», например 8- битный **ADE08S04**. При размещении кнопки или контактов удалённо от платы устройства с МК, применяют соединители, клемники для подключения проводов и простейшие фильтры, устраняющего помехи. (см. рисунки Б7). При размещении элемента коммутации достаточно только подключить его к МК или, при необходимости, подтягивающие резисторы, определяющие напряжение на входе МК при отсутствии замыкания элемента коммутации (кнопки) (рисунок Б.6).

В качестве элементов индикации применяют светодиоды, светодиодные 7-сегментные индикаторы и ЖКИ.

3.1.6 Выходные цепи для мощной нагрузки 220В

Для управления мощной нагрузки 220В используют различные ключевые элементы, управляемые маломощными сигналами от выходов МК:

- электромеханические реле (рисунок Б.11, дорого, ненадёжно, низкий ресурс переключений);
- твердотельные реле (ресурс неограничен);
- схемы на основе симисторов или тиристоров (рисунок Б10).

Твердотельные реле и симисторы (симметрично включенные тиристоры) имеют большое тепловыделение при больших токах нагрузки. Одна из задач схемы- обеспечить ГР высоковольтных цепей нагрузки (220В) от цепей МК. Тиристорные схемы позволяют обеспечить управление нагрузкой без помех, или плавное изменение мощности применяя ШИМ регулирование. Для ГР часто применяют оптоэлектронную развязку, например широко распространённые ИС **МОС3063 и МОС3053**. Первая из них имеет схему контроля напряжения нагрузки, которая включает нагрузку при переходе напряжения питания через ноль, что минимизирует коммутационные помехи. Эти ИС используют для управления нагрузкой не требующей ШИМ управления, например для нагревателей. Вторая ИС позволяет плавно менять мощность нагрузки (двигателя, лампы накаливания, нагреватели), применяя ШИМ управление.



4 Задание

Выполнить разработку на базе МК простого по функциям и конструкции устройства. Выполнить системотехническое, схемотехническое проектирование и эскизную проработку конструкции (конструкторское проектирование на ранних стадиях). В рамках курсового проекта выполнить проектные работы, предусмотренные в следующих стадиях проектирования по ГОСТ 2.103:

- предпроектная (маркетинговая);
- техническое предложение;
- эскизный проект.

На стадии маркетинговой проработки:

– обосновать актуальность и целесообразность разработки устройства;

- разработать техническое задание на проектирование изделия;

На стадии технического предложения по ГОСТ 2.118:

- определить требуемые параметры МК (быстродействие, необходимый набор функциональных модулей (ФМ), количество выводов);
- разработать описание принципа работы устройства;
- предложить несколько вариантов МК, в том числе российские;
- выбрать МК и привести обоснование оптимальности сделанного выбора, например выбирать применяя метод комплексного показателя качества;

На стадии Эскизный проект по ГОСТ 2.119:

– разработать структурную, функциональную и принципиальную схему устройства. За основу принципиальной схемы принять схему прототипа из задания на КП. При изменении модели МК внести необходимые изменения в схему, связанные с изменением назначения и нумерации выводов;

– разработать ЧТЗ на разработку конструкции устройства (раздел 5 ТЗ подробно). В том числе: требования к корпусу, ПП, составу, расположению и конструкции органов управления и индикации, способу соединения с датчиками и исполнительными устройствами и внешними системами, способу подачи питания.

– разработать ЧТЗ на встроенное программное обеспечение, состоящее из:

- требований к программе;
- программных ограничений;
- разработать структуру ПО для МК

– разработать алгоритм работы главной программы main() и отдельных программных модулей (*) (частей, функций). Разработать словесное описание или схему алгоритма;

– разработать текст программы и/или отдельных программных модулей (функций) ПО МК на языке высокого уровня СИ в среде MPLAB IDE, Keil, IAR (*);



- выполнить отладку программы (*);
- выполнить эмуляцию работы программы доступными программно - аппаратными-эмуляторами (*)

Пункты, помеченные (*) конкретизируются в бланке задания на КП преподавателем.

5 Методика выполнения

5.1 Получить задание и заполнить бланк задания на КП в начале семестра

5.2 Осмыслить алгоритм функционирования устройства

В разделе «введение» ПЗ обосновать актуальность разработки устройства, его возможное применение, потенциальный спрос. Попытаться найти в Интернете аналогичные устройства с целью понять глубже принцип работы и основные функциональные параметры (параметры назначения). В ПЗ в разделе «аналоги и прототипы» привести описание аналогов и прототипов, их преимущества и недостатки.

5.3 Разработать ТЗ на проектирование устройства

Заложить в ТЗ параметры, не хуже, чем у аналогичных устройств и из соображений «здравого смысла». Особое внимание уделить подразделу «Требования назначения», где подробно указать требования к выполняемым функциям устройства, параметры, описывающие качество устройства, электрические параметры, параметры питания. ТЗ должно соответствовать требованиям ГОСТ 15.016-2016. Структуру типового ТЗ см. в Приложении А. Утвердить ТЗ, согласовав его с преподавателем-консультантом по КП.

5.4 Выполнить проектирование устройства

5.4.1 Определить перечень основных узлов устройства. Разработать структурную электрическую схему устройства

5.4.2 Определить требования к МК.

5.4.2.1 Определить количество входных сигналов, вид и параметры каждого сигнала (дискретный или аналоговый), напряжения, токи.

5.4.2.2 Определить количество выходных сигналов, вид и параметры каждого сигнала (дискретный или аналоговый), напряжения, токи.

5.4.2.3 На основании параметров входных и выходных сигналов определить:

- Требуемые ФМ в МК , их количество и параметры (разрядность, частоты, напряжения и т.п.);
- Минимальное количество сигнальных выводов МК;



5.4.3 Выбрать подходящий для реализации устройства МК. Желательно предложить несколько моделей МК и выбрать их оптимальный.

5.4.4 Скачать с сайта производителя МК подробное описание МК (файлы data_sheet, application manual, user manual, application note, errata). В ПЗ привести описание МК, его основные характеристики, назначение выводов, изображение корпуса.

5.4.5 Произвести назначение входных и выходных сигналов на выводы МК. Составить таблицу назначения **всех** выводов МК по форме таблицы 1. При разработке назначений учитывать, что обычно сигнальный вывод МК может внутри МК быть соединён с различными цифровыми и аналоговыми ФМ. Функциональное назначение вывода определяется программой на начальных этапах работы ПО (этап инициализации) и обычно не меняется в дальнейшем.

Таблица 1- Выводы МК

№ вывода	Имя вывода	Функция вывода	Описание	Прим
1	Vdd		Напряжение питания цифровых узлов +3.3В	
2	Vdda		Напряжение питания аналоговых узлов +3.3В	
3	Vcc	GND	Общий, GND,	
4	PA9	Tx	Выход передатчика модуля UART	
5	PA10		Не используется	
6	PA11	PA11- In	Вход кнопки ↓ «Меньше»	
7	PA12	PA12-out	Выход управления реле; 1=вкл 0=выкл	

5.4.6 Разработать или обосновать выбор схемы электрической принципиальной. На основе типовых узлов, приведённых в приложении Б, таблицы 1 и изображения МК на схеме разработать необходимые соединения выводов МК с узлом питания, узлов выходных и выходных сигналов.

Предусмотреть технологический разъем для программирования и перепрограммирования МК. Обычно для этих целей применяют самые дешёвые соединители типа PLS и PLD (вилки), PBS, PBD (гнездо), например PLD-10(DS1021-2x5) или PBD-6 (DS1023-2x3)

Соединения можно производить путем присвоения одинаковых имён цепей различным проводникам на схеме. Так, например, все цепи с именем «+3.3В» будут объединены в одну цепь, несмотря на то, что не объединены явно линиями. Такой способ позволяет легче «читать» схемы и создавать их, т.к. линии соединения не загромождают пространство схемы. Общепринятое обозначение общей цепи «⊥» также применяется для обозначения всех сегментов в единую общую цепь с именем «GND» или «Общий», «Земля» и т.п.



Разработать перечень элементов к принципиальной схеме по ГОСТ 2.701.

5.4.7 Разработать алгоритм работы устройства. В ПЗ привести словесное пошаговое описание алгоритма. При необходимости разбить весь алгоритм на модули (части, узлы). Указать какие действия программе необходимо произвести на начальном этапе, чтобы инициализировать все необходимые для работы ФМ в МК.

5.4.8 Разработать фрагменты программного кода на языке СИ. Выбор фрагмента согласовать с преподавателем-консультантом. Такими фрагментами могут быть отдельные подпрограммы, подпрограммы инициализации ФМ, подпрограммы обработки прерываний, программа main() и т.п.

6 Форма отчета

Отчёт по КП должен состоять из пояснительной записки и графического материала (схем, диаграмм и чертежей)

Оформить пояснительную записку по ГОСТ 2.106-2001, как ПЗ на ОКР. Пояснительная записка должна содержать:

- титульный лист, задание;
- содержание;
- введение с обоснованием актуальности разработки;
- описание аналогов и прототипов
- ТЗ на разработку устройства по ГОСТ 15.016-2016;
- Оценка (вычисления) требуемых параметров МК (быстродействие, объем ОЗУ, число выводов (входов/выходов), требуемые ФМ)
- Обзор подходящих МК и обоснование выбора МК;
- основные параметры выбранного МК (выжимка из Data sheet)
- описание работы устройства с рисунком схемы. Описание назначения соединителей, интерфейсов, органов управления и индикации приближенное к виду «Руководство пользователя»;
- назначение использованных выводов МК и ФМ в виде таблицы назначения выводов МК;
- описание алгоритма программы в виде текста или схемы;
- текст программы на языке СИ;
- копия окна с результатами компиляции (трансляции);
- оценка использования ресурсов МК (ОЗУ, ПЗУ, ФМ,)
- заключение.

Графическая часть должна содержать:

- схемы электрические: структурная и принципиальная (А3) по требованиям ГОСТ 2.701 и перечень элементов по ГОСТ 2.702;
- чертёж общего вида (А3).



Чертёж общего вида выполнить в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109. На чертеже общего вида показать все составные части устройства, электрические соединители, кабели, провода. При необходимости показать разрезы (местные или вынесенные).

Пояснительную записку и Графическую часть сшить в единый альбом (папку), расположив графические листы после ПЗ.



Приложение А
Техническое задание на разработку изделия
(по ГОСТ 15.016-2016)

1 Наименование, шифр ОКР, основание, исполнитель и сроки разработки

Наименование и условное обозначение изделия; краткая характеристика области его применения; общая характеристика объекта, в котором используется изделие; возможность использования изделия для постановки на экспорт.

2 Цель выполнения работы, наименование и обозначение изделия

Цель КП- получить навык проектирования изделий на базе микроконтроллеров; разработки комплекта конструкторской документации для использования в учебном процессе; . Организация: предприятие или кафедра. Изготовитель.

3 Технические (тактико-технические) требования к изделию

3.1 Состав изделия

Состав изделия- указывают наименование, количество, назначение составных частей (СЧ) (Чем является изделие- деталь, сб. единица (один блок), комплекс (несколько блоков) или комплект. Из каких СЧ (блоков, устройств, комплексов) должно состоять изделие).

Перечисляют основные составные части изделия и при необходимости назначение СЧ.

3.2 Конструктивные требования

Габаритные, установочные размеры изделия и его частей; масса изделия и его частей; способы защиты от атмосферных воздействий.

Приспособленность к: консервации, дальнейшей модернизации, к порядку заимствования ранее разработанных изделий и их СЧ, к контролю тех. Характеристик при производстве и эксплуатации.

Требования к ЗИП, требования к размещению органов управления, индикации и настройки; виды покрытий.

3.3 Требования к электромагнитной совместимости, помехоустойчивости

Требования к защите и исключению помех по ГОСТ 28934.

3.4 Требования назначения

Требования к выполняемым функциям изделия; Параметры, описывающие качество выполняемых функций и параметры, определяющие целевое назначение изделия, например чувствительность; диапазон частот; точность и пр.; Параметры электропитания, например тип и напряжение питания, потребляемая мощность или ток,

3.5 Требования к надежности

Требования к долговечности, сохраняемости и длительности использования; Параметры надёжности при номинальных условиях эксплуатации и требования надёжности в особых условиях (напрмер при повышенной вибрации, температуре, ЭМ полях, и т.п.).

3.6 Требования к унификации и стандартизации и каталогизации

Требования к использованию стандартных, унифицированных узлов, блоков; показатели уровня унификации и стандартизации.



3.7 Требования к безопасности

Требования к обеспечению безопасности при монтаже, эксплуатации, ремонте.

3.8 Эстетические, эргономические требования

Требования технической эстетики, эргономики, удобства обслуживания.

3.9 Требования к живучести и стойкости к внешним воздействиям.

Условия, при которых должна обеспечиваться работоспособность изделия; допустимое воздействие климатических условий (температуры, влажности, атмосферного давления, агрессивных сред и т.д.); допустимое воздействие механических нагрузок (вибрационных, ударных и пр.); требования к средствам защиты от вредных испарений, коррозии и т.п.

3.10 Требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонту.

Специфические требования к изделию, обеспечивающие удобство при эксплуатации, ТО, ремонте, хранении и другие специальные требования.

4 Транспортирование

Условия транспортировки и виды транспортных средств, которые должно выдержать изделие; необходимость и способы крепления при транспортировке; расстояние транспортировки; скорости передвижения; требования к необходимой защите от ударов при нагрузке и выгрузке; места хранения; способы хранения в различных условиях.

5 Требования технологичности

6 Требования к документации

Комплектность документации которая должна быть разработана.,
Перечень конструкторской документации, опытных образцов;

7 Этапы выполнения ОКР

Стадии разработки. Сроки завершения разработки конструкторской документации, изготовления опытных образцов,

8 Порядок выполнения и приемки этапов выполнения ОКР

Порядок приемки, сроки. сроки завершения разработки и представления к защите.

9 Приложения к ТЗ (необходимые для разработки и поясняющие ТЗ);

9.1 Схемы электрические структурная и принципиальная.

9.2 Макет прибора, пульта, функционального узла.

9.3 Прототип изделия и его описание.

9.4 Специальная литература, необходимая для разработки.

9.5 Перечень рекомендуемых стандартов.

9.6 Другие необходимые данные.

Примечание. Все численные параметры изделия в ТЗ должны быть указаны с допусками и единицами измерения (если есть). Знак «-» (минус) не допускается и заменяется словом «минус». Например, « 220 ± 10 В», «500 мВт, не менее», «от 20 до 30 мА», «3 кг, не более», «от минус 40.до + 65 °С», «не более минус 60дБ».



Приложение Б Типовые схемы входных, выходных цепей и узлов питания МК

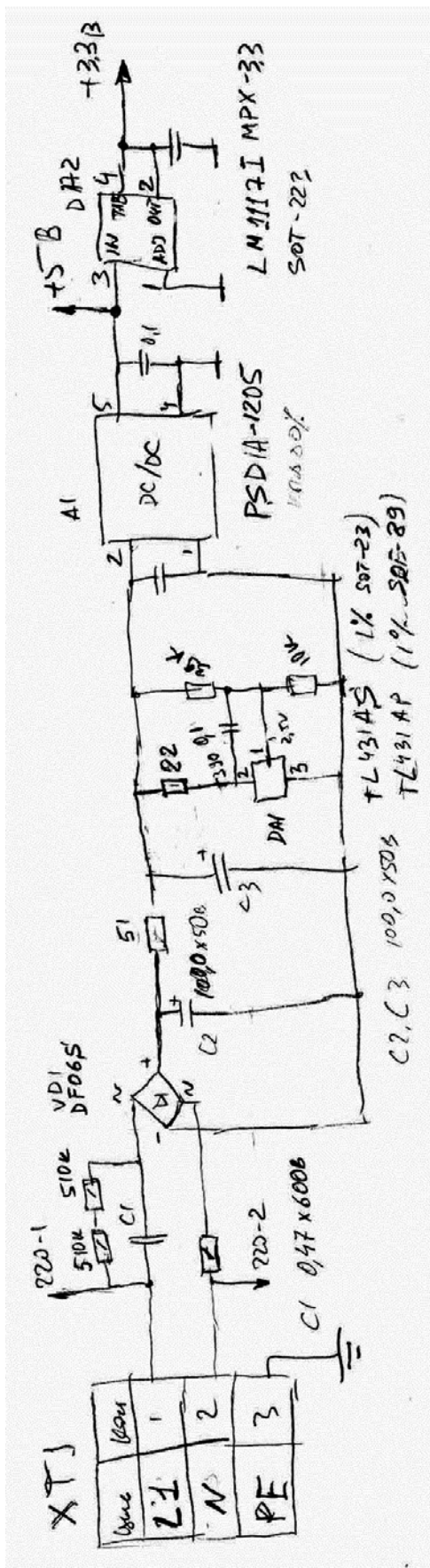


Рисунок Б.1 – Узел питания от сети 220В

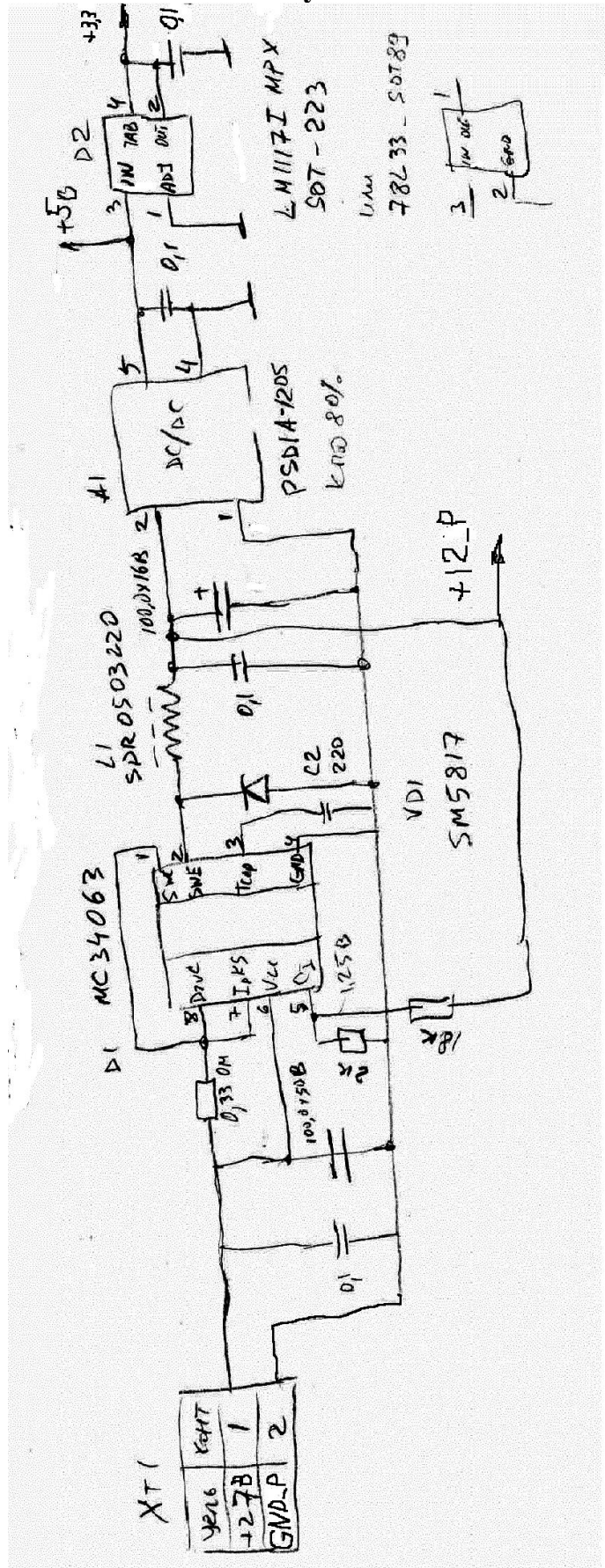


Рисунок Б.2- Узел питания от бортовой сети 27В

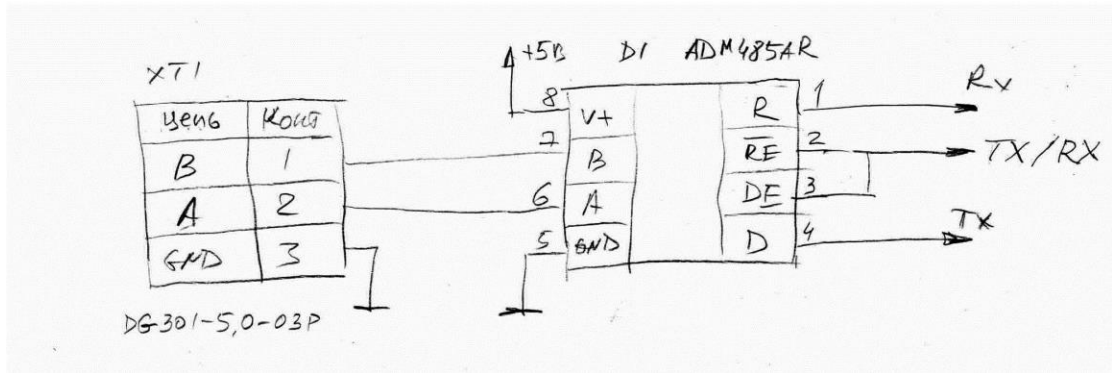


Рисунок Б.3- Интерфейс RS485

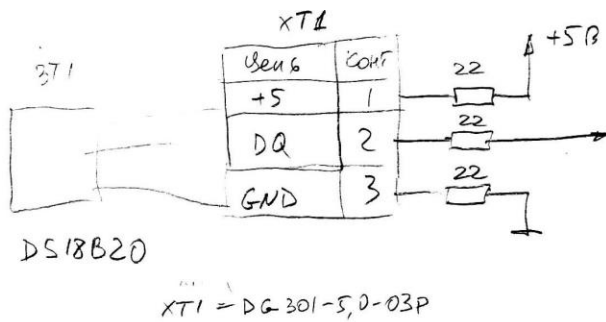


Рисунок Б.4- Датчик температуры DS18B20

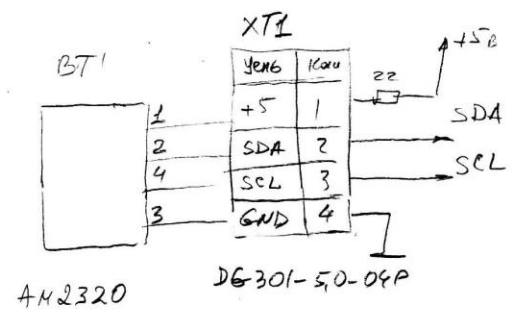
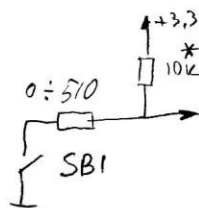


Рисунок Б.5 – Датчик температуры и влажности AM2320



FSM 2 YSMAS - 1 кнопка
 ADE 08 S04 - 8 коллекторов
 ADE 04 S04 - 4 коллектора

Рисунок Б.6- Кнопка на плате, Переключатели (switch)

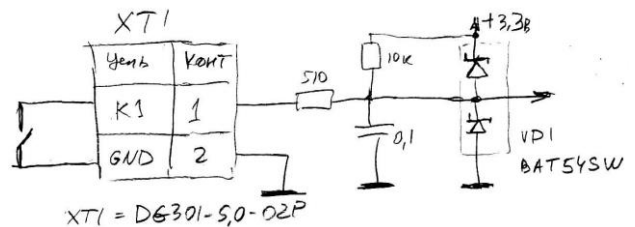


Рисунок Б.7 Внешний контакт

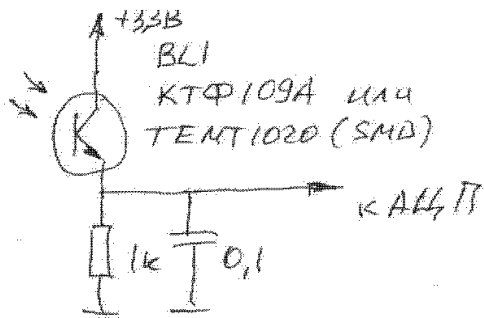


Рисунок Б.8- Датчик освещённости

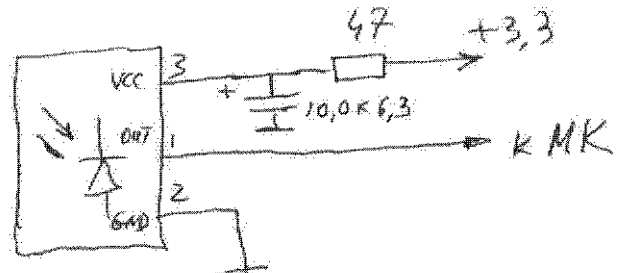


Рисунок Б.9 Приемник ИК пульта

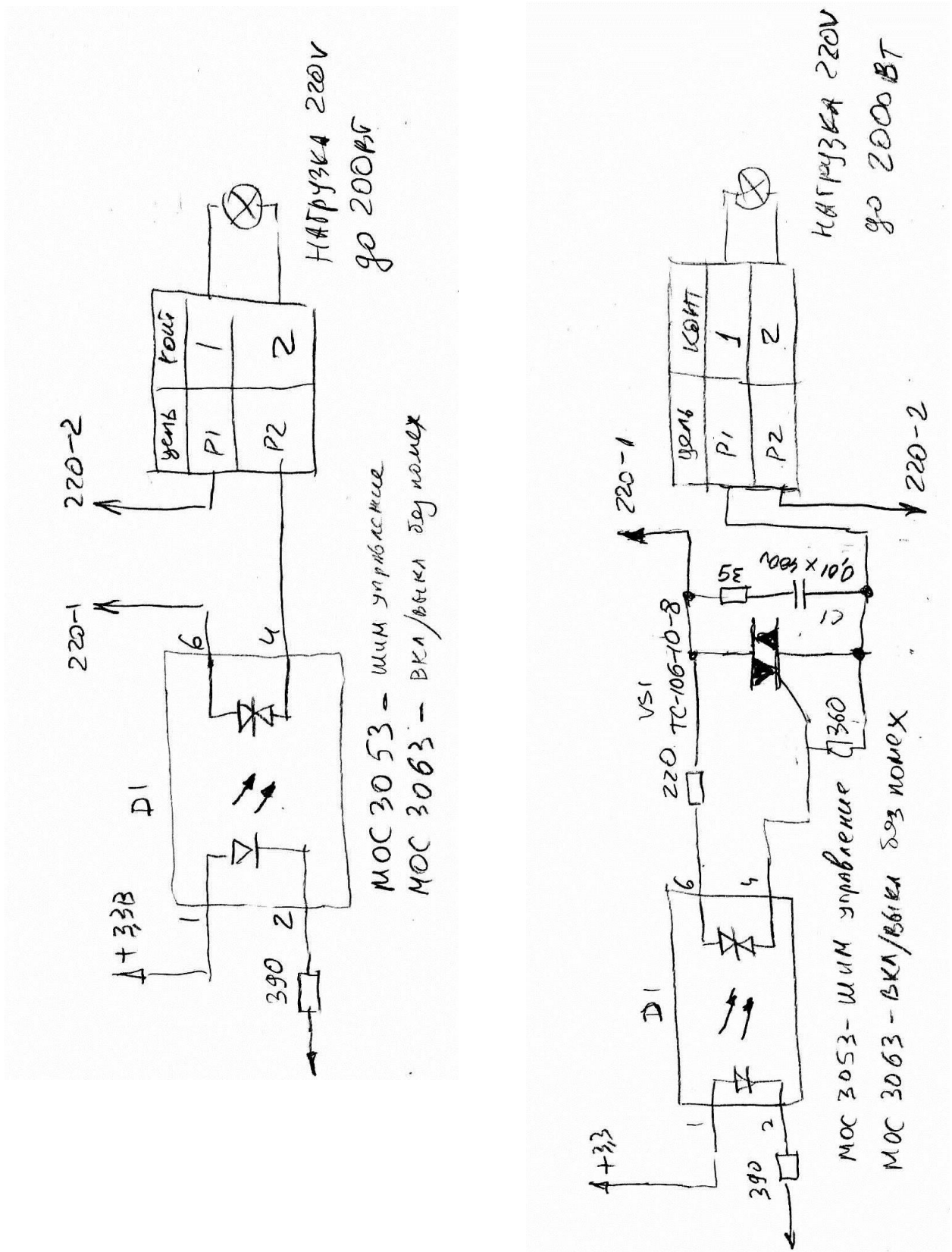


Рисунок Б.10- Управление Нагрузкой 220V

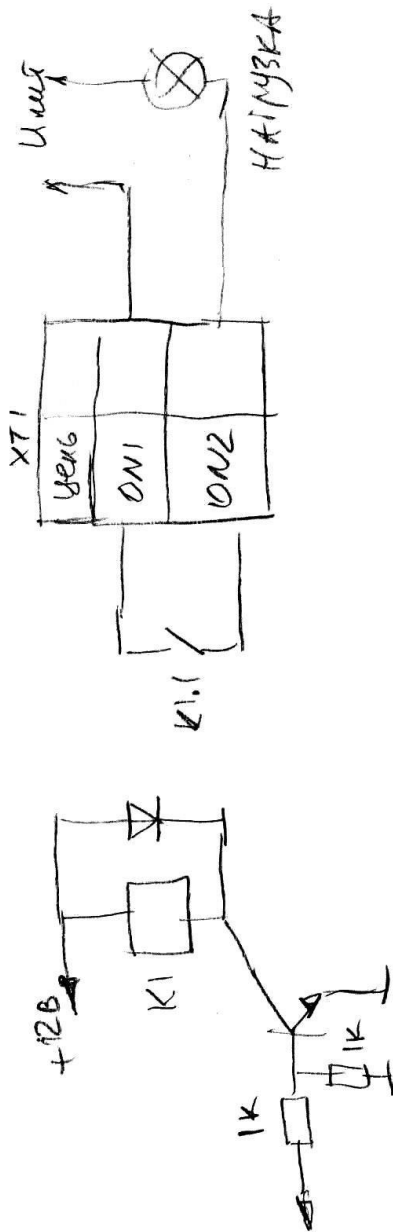


Рисунок Б.11 - Управление реле

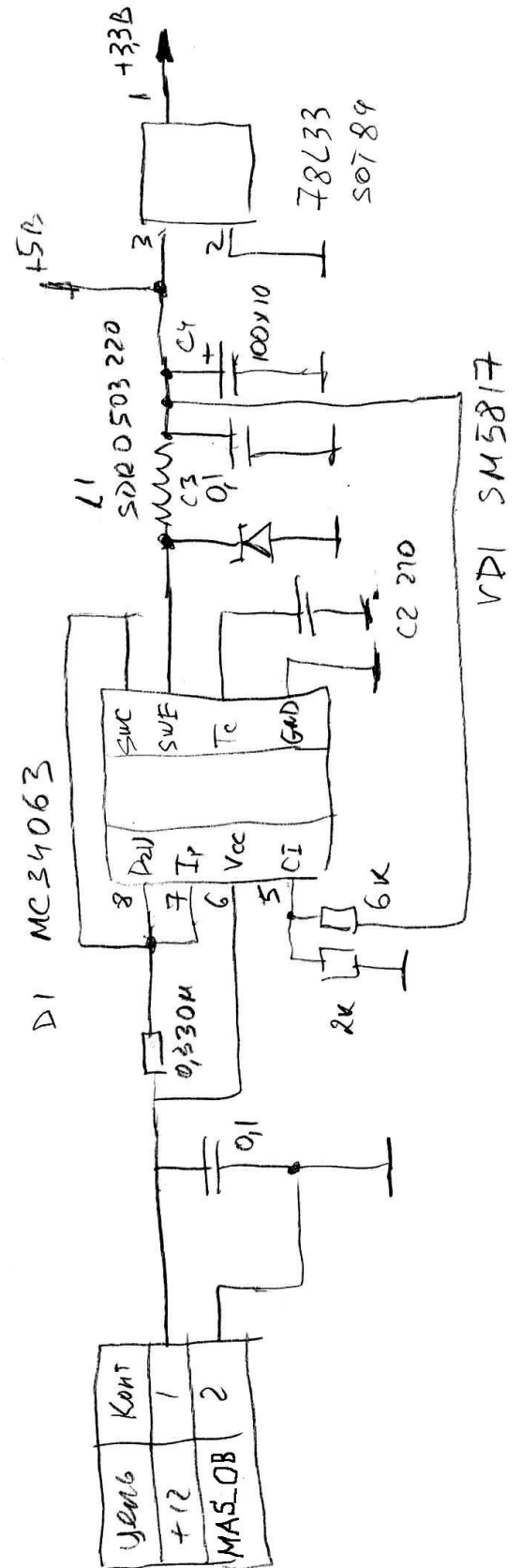
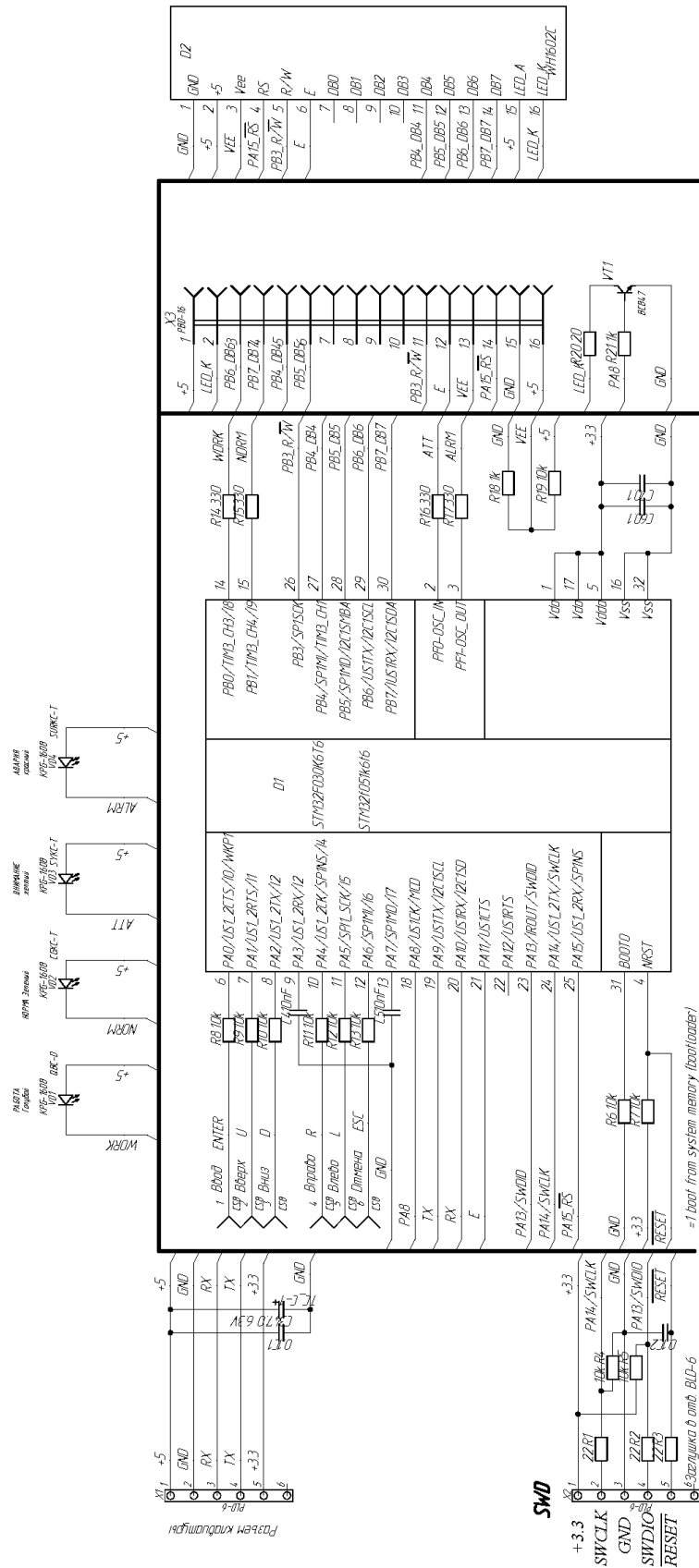


Рисунок Б.12- Узел питания от источника 12В

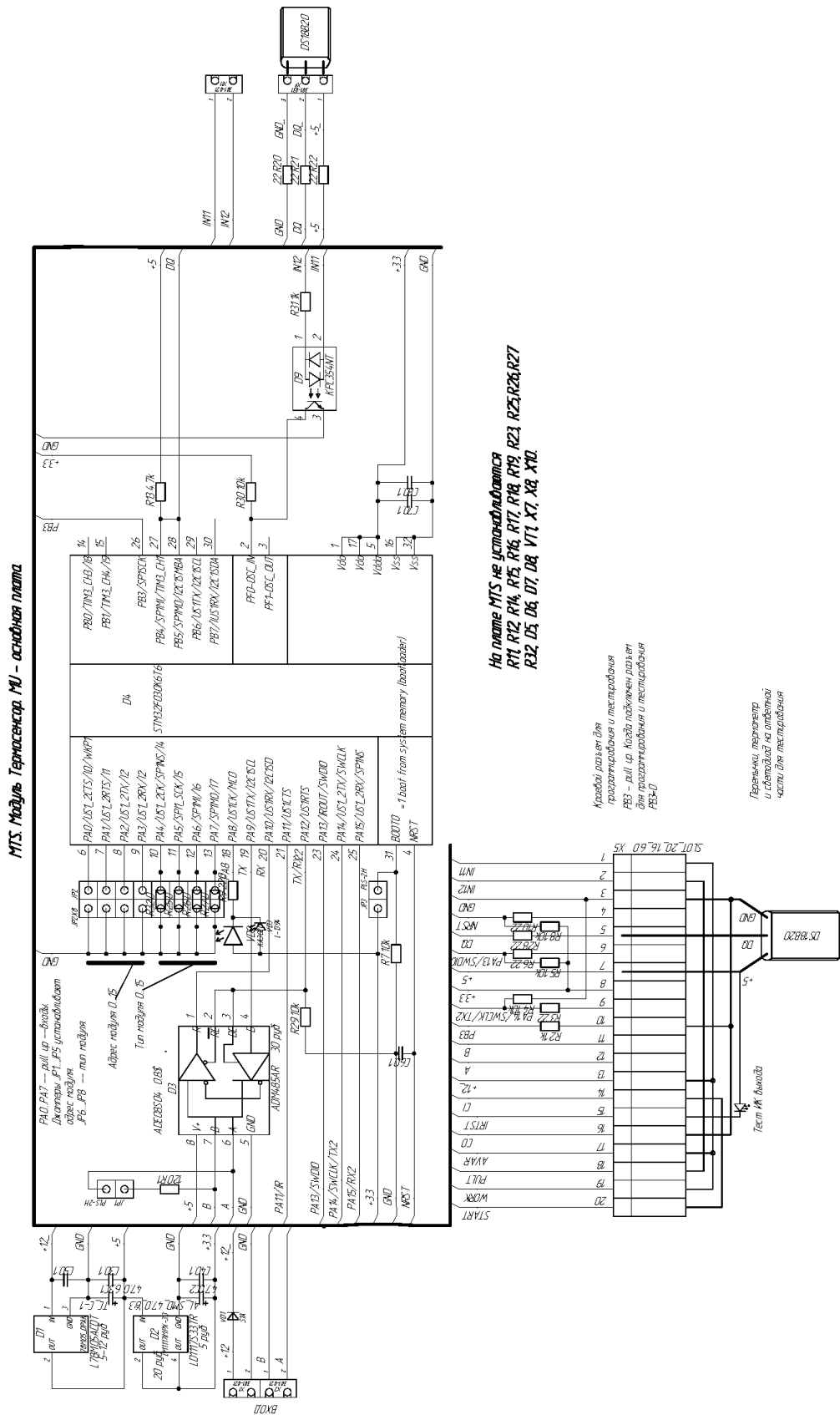


Приложение В Примеры схем на МК



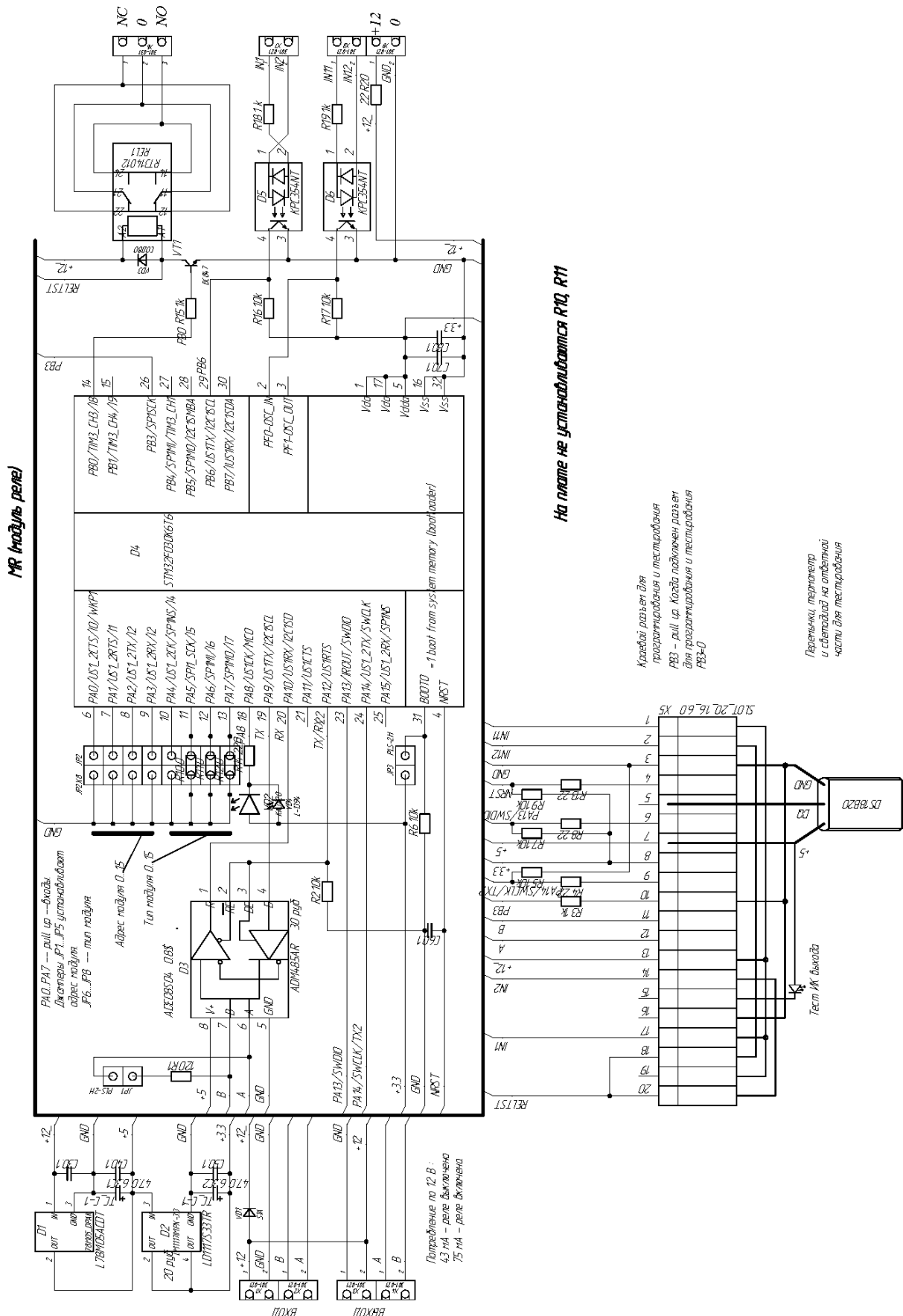
6 сенсорных клавиш ; LCD экран W1602- 2 строки по 16 символов
X2- SWD разъем для программирования; X1- разъем для соединения с основной платой по интерфейсу UART-TTL+ питание

Рисунок В.1- Модуль сенсорной клавиатуры с ЖКИ



X1-питание +12В X2- интерфейс RS485; X9 –внешний дискретный сигнал (опто-вход 5-12В)
 X11 подключения цифрового сенсора температуры DS18B20
 X5- разъем для программирования и тестирования;

Рисунок В.2- Модуль датчика температуры



- X1,X3-питание +12В X2,X4- интерфейс RS485;
- X7,X9 – внешний дискретный сигнал (опто-вход 5-12В)
- X6-подключение нагрузки
- X5- разъем для программирования и тестирования;

Рисунок В.3- Модуль реле