СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Быстро развивающийся технический прогресс предъявляет с каждым днем все большие требования к качеству производственных процессов. Одной из основных задач в деле достижения высочайших показателей качества производства, является четкий и быстрый контроль, а затем автоматизированная обработка данных о протекании производственного процесса.

В настоящее время большинство повседневных задач упрощены или автоматизированы и с каждым годом эта тенденция возрастает. В обиход современного человека плотно вошли технологии удаленного управления. Так одним из способов является внедрение систем дистанционного сбора информации и дистанционного централизованного управления производственным процессом.

Эти технологии помогаю не только экономить время, но и позволяют не зависеть от местонахождения. Автоматизированные системы позволяют производить выполнение задач без постоянного контроля человеком. Рост популярности автоматизированных систем обусловлено стремлением человека к комфорту и удобству.

Целью данной работы является разработка системы автоматического управления объектом с возможностью доступа с использованием сети интернет. Система будет позволять просматривать показания с датчиков, и управлять нагрузками удаленно. Система предусматривает управление с web-браузера или мобильного приложения.

Задачи, которые были решены в рамках дипломного проектирования:

- Анализ существующих систем и готовых решений
- Разработка базового прототипа
- Проектирование и разработка системы

Практическая значимость данного программно-аппаратный комплекса с том, что он может использоваться для автоматизации и контроля различных систем. Система гибкая и масштабируемая.

1 ОБЗОР АНАЛОГИЧНЫХ РАЗРАБОТОК

Содержание современной системы удаленного управления составляет широкий круг проблем, связанных с получением, преобразованием, передачей и обработкой измерительной информации, используемой при управлении удаленными объектами, определении их состояния или при изучении физических процессов в местах, где непосредственное присутствие наблюдателя затруднено или невозможно.

Средства удаленного управления являются мощным инструментом познания поведения наблюдаемого объекта. Контроль самых разнообразных явлений, процессов и объектов, определение условий их функционирования, испытания новых образцов техники и вооружения стали возможны на основе использования средств удаленного управления.

Характерной чертой современных средств удаленного управления, используемых при испытании и целевом применении объектов контроля, является высокий уровень автоматизации всех процессов получения, передачи и обработки измерительной информации. Устройства автоматического преобразования, кодирования и обработки телеметрической информации, построенные с широким применением микропроцессоров, специализированных и универсальных цифровых вычислительных машин, гарантируют высокую точность и оперативность получения данных телеизмерений при числе параметров, измеряемых на одном объекте, доходящем до нескольких тысяч.

В настоящее время средства удаленного управления широко используется в метеорологии и геофизике, в газовой, атомной и химической промышленности, в медицине и других отраслях народного хозяйства.

При испытании объектов информация о состоянии контролируемых систем и агрегатов объектов, а также о работе, установленной на них аппаратуры получается различными способами. Часть информации доставляется специалистами. Однако значительно больший объем данных может быть получен с помощью бортовых (автономных) регистраторов. Последние позволяют объективно контролировать значительное число физических величин с большой точностью.

Однако при испытаниях ряда объектов, например, беспилотных самолетов, информация доставляется получателю только по окончании эксперимента. Она может быть утеряна в случае аварии или катастрофы. Кроме того, оказывается невозможным текущий контроль состояния объекта и его систем на расстоянии. Вследствие указанных причин информационно-телеметрические системы (ИТС) стали основным средством получения

измерительной информации с самолетов и других объектов. Они позволяют проводить летноконструкторские испытания летательных аппаратов, а также получать важную научную информацию.

Информация, поступающая с объектов контроля, может быть разделена на группы:

1) информация о состоянии систем и агрегатов контролируемого объекта, а также о работе различной аппаратуры;

2) информация о параметрах окружающего пространства;

3) информация о медико-биологических параметрах человека и животных.

В состав указанных групп входят весьма разнообразные физические величины или телеметрируемые параметры (ТМП). В зависимости от целей испытания объекта их измерение обеспечивает:

- получение информации о соответствии характеристик объекта контроля тактико-техническим требованиям;
- получение достаточно подробных сведений о функционировании агрегатов и аппаратуры объекта, а также о параметрах окружающей среды;
- выявление неисправностей и их устранение перед применением объекта.

В большинстве случаев для решения этих задач необходимо иметь временные функции (зависимости) контролируемых параметров, представленные в виде графиков и таблиц. По одной оси указанных графиков откладываются абсолютные или относительные значения измеряемых физических величин, а по второй – время, нуль которого обычно соответствует моменту начала испытаний объекта. Очень важное значение имеет информация о моментах прохождения команд и возникновении различных событий.

Рассмотрим некоторые из существующих систем и выявим их достоинства и недостатки.

«Умный дом», является совокупностью стандартов объединенных с разного рода приборами в систему и интеграцию нескольких систем в единую систему управления строением. Системы бывают следующие:

- Система микроклимата (отопление, вентиляция кондиционирование, увлажнение)
- Система безопасности (охранная, пожарная, система доступа, контроль утечек газа, видео наблюдение)

- Система электропитания (резервные системы, контроль перегрузки электросети, система освещения)
- Система связи (телефон, локальная сеть, SMS оповещение)
- Система удаленного управления

Технологии объединения и управления системами «умного дома»

- LanDriver – универсальная платформа построения шинных систем управления используемая в автоматизации зданий. Предназначена для управления внутренними и внешними системами. Система LanDriver состоит из центрального контроллера и модулей подключенных между собой шиной (стандарт RS-485). К модулям подключается управляемое оборудование.
- EIB/KNX – Система EIB распределенная, управление осуществляется в пределах устройств. Устройства обмениваются информацией по шине EIB в соответствии с собственным протоколом. Система, построенная на EIB, автономна и не зависит от работоспособности центрального контроллера.
- AMX разрабатывает программно аппаратные средства удаленного управления, медиа системой, системой видеонаблюдения и широкого спектра датчиков. Протоколы передачи данных закрыты. Изначально применялась собственная шина передачи данных, в новой линейки оборудования применяются стандартные протоколы Ethernet, Wi-Fi, а так же имеет шлюзы сопряжений с системами EIB, LON и др.
- Z-wave, технология беспроводной передачи данных разработанная для домашней автоматизации. В технологии Z-wave применяются маломощные и миниатюрные радио модули, встраиваемые в бытовую технику. В основе технологии лежит ячеистая технология, в которой каждый узел является приемником и передатчиком, т.е. при возникновении препятствия сигнал пойдет через соседние узлы сети, находящиеся в радиусе действия. Еще одним преимуществом является малое энергопотребление, что вместе с малыми размерами, позволяет встраивать Z-wave в различные бытовые приборы.

Стоит отметить, что большинство систем и технологий автоматизации помещений закрыты.

Автоматизированные системы управления зданием NetPing.

Рисунок 1.1 – Автоматизированные системы управления NetPing

Сайт: http://www.netping.ru

Отечественная компания «Alentis Electronics» является разработчиком и производителем устройства мониторинга окружающей среды NetPing.

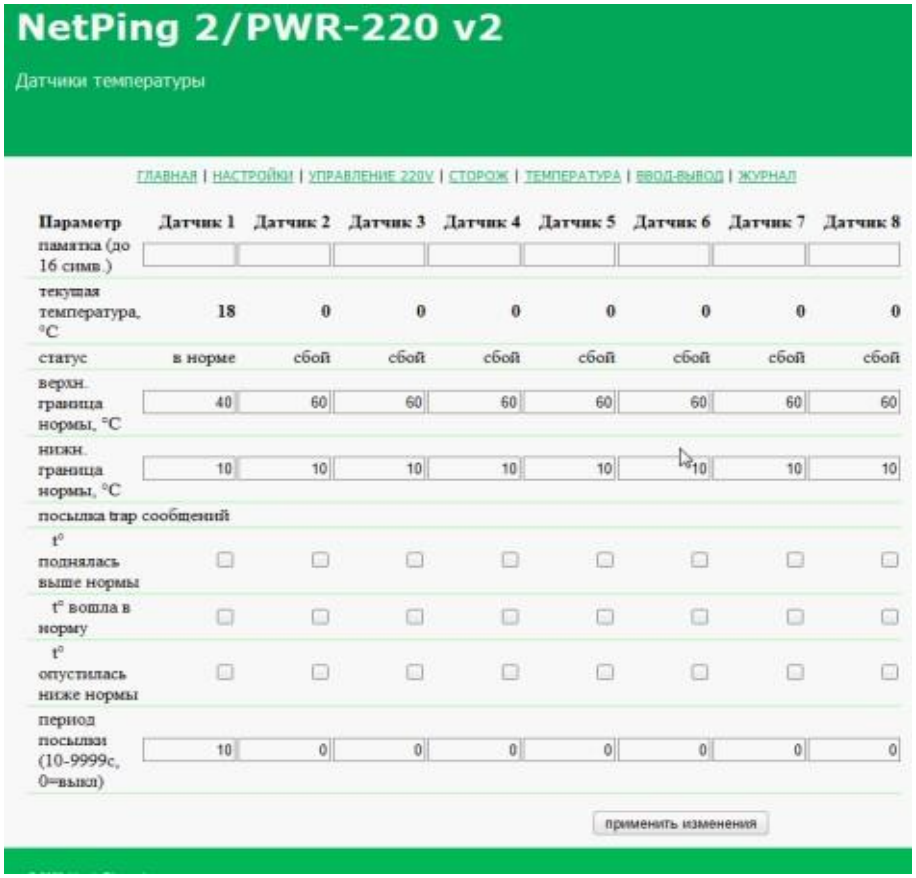


Рисунок 1.2 – Интерфейс системы управления NetPing

Основная сфера применения – удаленный контроль и мониторинг устройств в доме и офисе. адачи, решаемые при помощи устройства NetPing:

- Удаленное управление электропитанием
- Управление безопасностью и отслеживание чрезвычайных происшествий, используя датчики дыма, протечки воды, утечки газа, антивандальные системы, управление камерами видео наблюдения
- Управление микроклиматом при помощи датчиков температуры, влажности и управление кондиционером через инфракрасный порт.
- управление АТС по порту RS-232
- Дистанционное изменение настроек в зависимости от ситуации
- Отправка уведомлений о неполадках или других важных событиях по средством SMS, электронная почта
- Доступ к системе в реальном времени через HTTP или SNMP
- Управление освещением и другими бытовыми приборами по расписанию

Устройства NetPing позволяю подключить до 16 датчиков на одно устройство. Благодаря встроенному Web-серверу контроль и управление осуществляется через браузер.

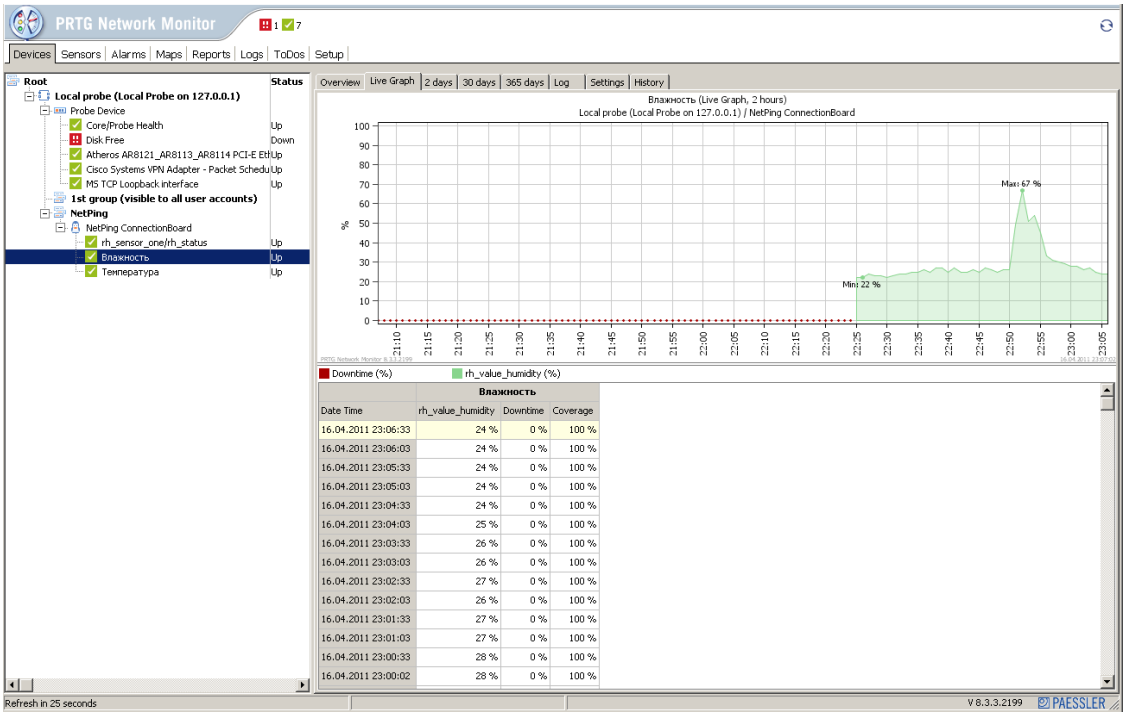


Рисунок 1.3 – Программа PRTG Network

Но можно использовать сторонние программы мониторинга, например Zabbix, Nagios и PRTG Network (http://www.paessler.com/prtg) который рекомендует производитель NetPing. Преимущество PRTG Network заключается в более удобном интерфейсе программы, возможность вести подробную статистику и мобильную версию приложения (Android и iOS)

OpenRemote

Сайт http://www.openremote.org

OpenRemote, программа обеспечивающая автоматизацию жилых и коммерческих помещений. OpenRemote позволяет создать мобильное приложение для умного дома без программирования, при этом возможно использовать разные технологии EIB/KNX, AMX, Z-wave. Простыми словами это кроссплатформенный конструктор, в котором Вы создаете интерфейс будущего мобильного приложения. Контроллеры которые могут быть использованы: AMX, KNX, Beckhoff, Lutron, Z-Wave, 1-Wire, MiCasaVerde Vera, EnOcean, xPL, Insteon, X10, Infrared, Russound, GlobalCache, IRTrans, XBMC, VLC, Samsung SmartTV, panStamps, Denon AVR, Marantz AVR, FreeBox, MythTV, RaZBerry и др

Рисунок 1.4 – Программа OpenRemote

Home Sapiens

Сайт: http://home-sapiens.ru/

Интеллектуальная система с голосовым управлением, представляет собой программное обеспечение. В комплект не входит оборудование, но при этом обеспечена максимальная совместимость с компьютерным «железом».

Обеспечена интеграция с системами Z-wave, Gira, ZigBee, x10, C-bus, что позволит управлять освещение, бытовой электроникой, системой

отопления и пр. Основной упор идет на голосовое управление и удобный интерфейс.

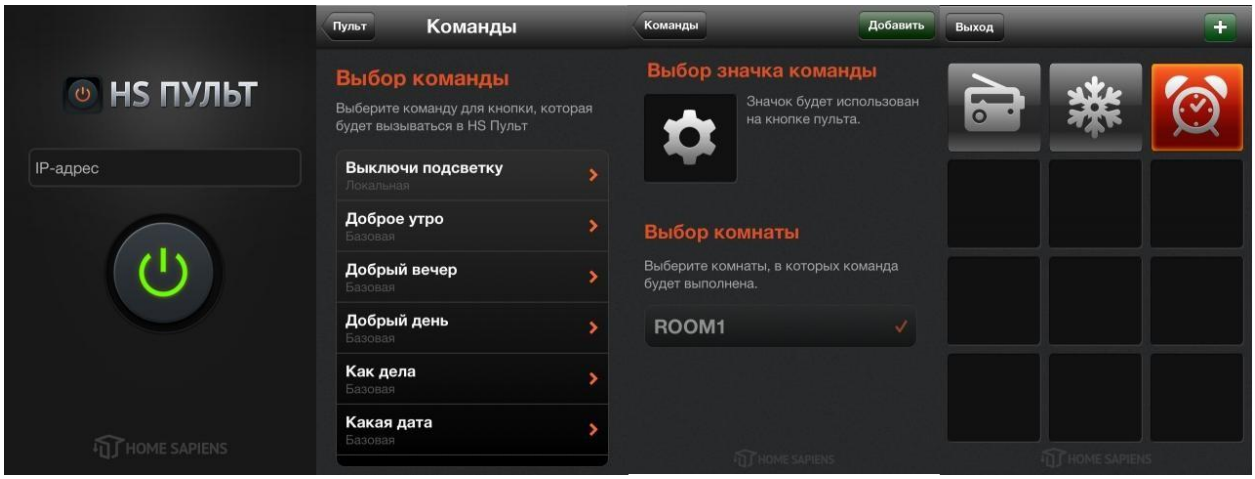


Рисунок 1.5 – Программа Home Sapiens

MajorDoMo

MajorDoMo – это открытая программная платформа, для автоматизации домашних процессов. Данная система кроссплатформенная и не требовательная к ресурсам компьютера. Может быть использована, без модулей (датчиков) в качестве персонального органайзера. адачи, решаемые при помощи MajorDoMo:

- Система безопасности
- Система микроклимата
- Медиа система
- Органайзер

Рисунок 1.6 – Программа MajorDoMo

Fibaro

Fibaro , система автоматизации зданий основанная на беспроводной технологии передачи данных Z-wave. Простой метод монтажа, так как не надо протягивать метры кабеля. Миниатюрные модули могут быть установлены за любым выключателем света или в бытовом приборе.

Благодаря беспроводной технологии передачи данных устройства Fibaro можно демонтировать и переносить на новое место. Система Fibaro постоянно сканирует систему и при необходимости информирует Вас о происшествии. Высокая интеграция с другими системами. Мозгом системы Fibaro является Home Center 2. Интерфейс предоставляет простой контроль над группами устройств отвечающие за функции – отопления, кондиционирования, освещения и т.д.

Рисунок 1.7 – Программа Fibaro

Таблица 1.1 – Сравнение систем

	Net Ping	Open Remote	Home Sapiens	Major DoMo	Fibaro	Arduino
Простота настройки	+	-	+	-	+	+
Открытость системы	-	+	-	+	-	+
Мобильное приложение	+	+	+	+	+	+
WEB-интерфейс	+	+	+	+	+	+

Из рассмотренных готовых программно-аппаратных решений функционально подходит система Fibaro, так как она элементарна в настройке и установке дополнительного оборудования. Но из-за высокой цены данная система не подходит.

2 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

В данном дипломном проекте необходима разработать и реализовать коммуникационный контроллер с шифрованием данных для системы умный дом.

Для удаленного управления через Интернет используется web - сервер на микроконтроллере и клиентская часть - браузер на компьютере, подключенные к сети интернет. Сервер иметь реальный ip - адрес, или выход на него через NAT - сервер (например, по технологии проброса портов). IP - может быть и динамическим, но в этом случае необходимо использование DynamicDNS(DDNS), позволяющей связать внешний динамический ip-адрес и постоянное доменное имя. Так же есть возможность управлять объктом через сервер в облаке. В этом случае данные загружаются на сервер, который способен исполнять скрипты на PHP. Данные храниться на сервере в базе данных MySQL.

Устройство подключается к серверу и проверяет данные. Если данные изменились с последнего посещения сервера, то микроконтроллер корректирует параметры работы и сохраняет новые данные в энергонезависимую память.

Wi-Fi модуль получает данные с сервера и передает из микроконтроллеру по шине RS-232. Микроконтроллер обрабатывает полученные данные и согласно управляющей программы включает либо отключает реле.

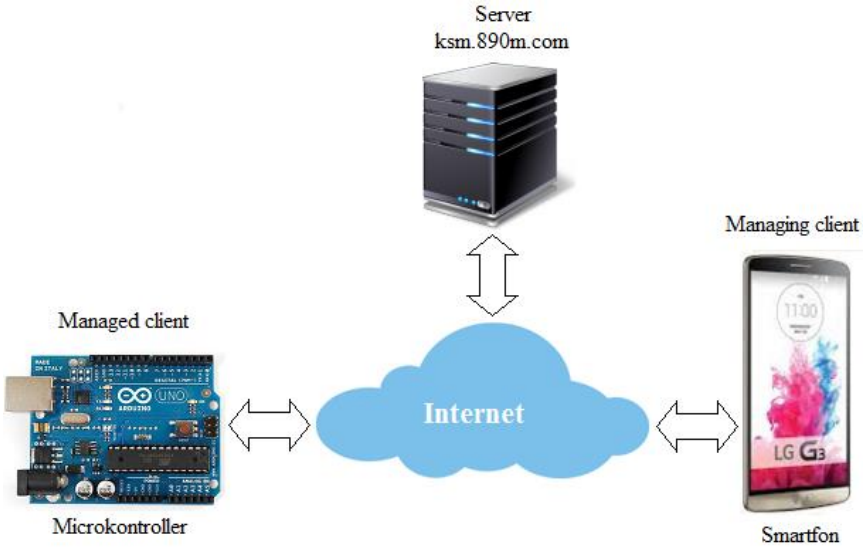


Рисунок 2.1 – Схема работы устройства дистанционного управления объектом

Клиент на микроконтроллере по командам от клиента на Андроид устройстве может управлять 2-мя устройствами (включать и выключать) и снимать показания с температурного датчика. Для поддержания стабильного питания устройства необходим стабилизатор напряжения – электромеханическое или электрическое (электронное) устройство, имеющее вход и выход по напряжению, предназначенное для поддержания выходного напряжения в узких пределах, при существенном изменении входного напряжения и выходного тока нагрузки [3].

Разработке подлежит аппаратная и программная части контроллера. Контроллер должен быть построен на базе микроконтроллера. Должен осуществляется контроль параметров измеряемого объекта. Система должна иметь достаточное быстродействие для обработки команд с передачей данных по сети интернет. Система должна иметь удобное управление для пользователя.

Требования к конструкции разрабатываемого устройства вытекают из его функционального назначения и условий его эксплуатации. Конструкция прибора должна обеспечивать ремонтопригодность, удобство в эксплуатации, иметь, по возможности малые габариты и вес, и высокую надежность в работе. Эстетические требования должны соответствовать ГОСТ 23852 – 79. Конструкция прибора должна отвечать требованиям к технологичности по ГОСТ18831 – 73 и ГОСТ 14205 – 83.

Технические характеристики:

- напряжение питания: 5 В;
- ток потребления: 500 мА;
- количество каналов управления: 1;
- разрядность АЦП: 10 бит;
- напряжение на входе АЦП: до 1 В;

Общие технические требования:

- класс точности 1,0 по ГОСТ 31819.21-2012
- температура окружающей среды от +10 до +35°С;
- относительная влажность окружающей среды до 85% при температуре 25°С;
- время непрерывной работы микропроцессорного блока без технического обслуживания – 720 часов;
- потребляемая мощность не более 10 Вт;
- масса не более 1 кг;

– средняя наработка на отказ прибора с учетом технического обслуживания – 30000 часов;

– установленная безотказная наработка 3000 часов при уровне доверия 0,8;

– полный средний срок службы устройства – 5 лет;

– средний ресурс до среднего ремонта – 10000 часов;

– установленный срок сохраняемости 1 год на период до ввода устройства в эксплуатацию;

Изделия должны сохранять свои параметры в пределах норм, установленных техническими заданиями, стандартами или техническими условиями в течение сроков службы и сроков сохраняемости, указанных в техническом задании после или в процессе воздействия климатических факторов, значения которых установлены ГОСТ 15150-69 [4].

Изделия предназначают для эксплуатации в одном или нескольких макроклиматических районах и изготавливают в различных климатических исполнениях.

Разрабатываемое устройство предназначено для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатами.

К макроклиматическому району с умеренным климатом относятся районы, где средняя из абсолютных максимумов температура воздуха равна или ниже + 40 °С.

К макроклиматическому району с холодным климатом относятся районы, в которых средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха ниже - 45 °С.

Исходя из вышесказанного, устройство будет изготавливаться в климатическом исполнении УХЛ.

Следует отметить, что изделия в исполнении УХЛ могут эксплуатироваться в теплом влажном, жарком сухом и очень жарком сухом климатических районах по ГОСТ 16350-80, в которых средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура воздуха выше 35 °С, и сочетание температуры, равной или выше -10 °С, и относительной влажности, равной или выше 90%, наблюдается более 1 часов в сутки за непрерывный период более двух месяцев в году [5].

Изделия в различных климатических исполнениях в зависимости от места размещения при эксплуатации в воздушной среде на высотах до 4300 м изготавливают по категориям размещения изделий.

При разработке должны использоваться только такие объекты интеллектуальной собственности, права на которые приобретены (получены) и используются без нарушений прав на интеллектуальную собственность третьих лиц. Это требование должно обеспечивать соблюдение авторских, смежных, патентных и иных прав.

3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ МОДУЛЯ

3.1 Основание для разработки

Принцип действия системы сводится к следующему. Вся информация с датчиков, имеющая аналоговый вид, преобразуется в цифровую форму аналого-цифровым преобразователем (АЦП) (в случае использования цифровых датчиков такой преобразователь не нужен). Затем формируется полный цифровой телеметрический сигнал, который обеспечивает высокую помехоустойчивость и эффективность. Выход приемного устройства телеметрической системы подключается к системе обработки информации, представляющую собой ЭВМ. Таким образом, последовательная цифровая передача и обработка информации приводит к системе, обладающей такими свойствами, как хорошее качество, большая скорость передачи-приема сообщений, высокая степень автоматизации, надежность, гибкость и т.д.

Структурная схема системы изображена на рисунке 3.1

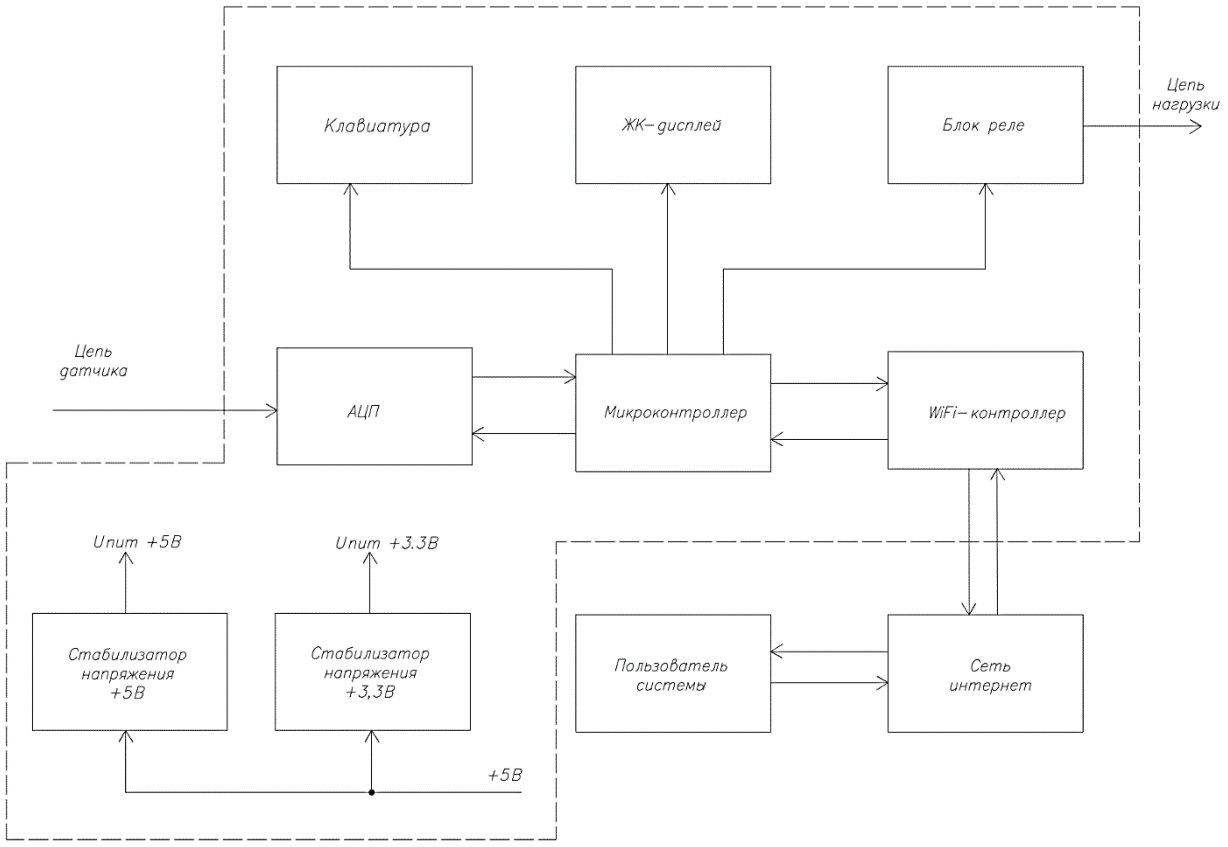


Рисунок 3.1 – схема электрическая структурная системы

Датчики принято классифицировать[8]:

- По физическому параметру, преобразуемому в электрический сигнал, классификация датчиков весьма многообразна. Чаще всего наименование датчика согласуется с измеряемой физической величиной (например, датчик давления).
- По форме сигналов различают датчики функциональных и сигнальных параметров.
- По характеру электрических сигналов датчики подразделяются на датчики постоянного и переменного тока.
- По величине выходного электрического сигнала различают датчики сигнала высокого (0-6В) и низкого уровня (0-100 мВ). Наряду с однодиапозонными датчиками в ряде случаев используются многодиапазонные датчики, которые позволяют охватывать более широкие пределы изменения контролируемого параметра.
- По форме представления сигнала датчики делятся на аналоговые и цифровые.
- В зависимости от метода преобразования неэлектрических величин в электрические сигналы различают активные (генераторные) и пассивные (параметрические) датчики. Различие между активными и пассивными датчиками обусловлено их эквивалентными электрическими схемами, отражающими фундаментальные отличия в природе используемых в датчиках физических явлений. Активный датчик является источником непосредственно выдаваемого электрического сигнала, а измерение изменений параметров импеданса пассивного датчика производится косвенно, по изменению напряжения или тока в результате его обязательного включения в схему с внешним источником питания. Электрическая схема, непосредственно связанная с пассивным датчиком, формирует его сигнал, и, таким образом, совокупность датчика и этой электрической схемы является источником электрического сигнала.

Большинство современных и перспективных систем являются цифровыми, что обусловлено их высокими показателями. Цифровые системы обеспечивают ряд важных преимуществ по сравнению с аналоговыми, хотя и являются более сложными. К основным достоинствам цифровых методов передачи в телеметрии относятся:

- высокая точность передачи и отображения информации, практически недостижимая при современной технологии в аналоговых системах;
- высокая помехоустойчивость, возможность многократной ретрансляции и перезаписи информации;
- малый удельный расход полосы частот, то есть малые затраты полосы частот канала на передачу 1 бит/с;

- удобство использования временного разделения каналов, создания адаптивных и адресных телеметрических систем, их сопряжения с ЭВМ и интегральными сетями связи;
- широкое использование достижений современной микроэлектроники, обеспечивающее устранение противоречия между сложностью, надежностью и стоимостью цифровой телеметрической аппаратуры.

На основании схемы структурной разрабатывается схема электрическая принципиальная.

3.2 Источники разработки

При разработке ТЗ использовались следующие источники:

1) ГОСТ 34.003-90. Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения [1].

2) ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем [2].

3) ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания [3].

4) ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы [4].

5) ГОСТ Р МЭК 62657-2-2014. Сети промышленной коммуникации. Беспроволочные коммуникационные сети.

4 АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЯ

4.1 Составление функциональной схемы

На основе схемы структурной электрической разработана схема функциональная электрическая.

Блок управления согласует все блоки входящие в структурную схему. На блоке управления выполняется управляющая программа. Блок управления считывает информацию с цифровых датчиков, обрабатывает её, производит необходимые вычисления, генерирует сигнал управления на исполнительные устройства. С учетом функций блока управления для его реализации лучше использовать микроконтроллер.

Основной функциональный узел схемы – микроконтроллер DD1. С ним связаны все остальные функциональные узлы разрабатываемого устройства. Микроконтроллер – микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами.

Типичный микроконтроллер сочетает на одном кристалле функции процессора и периферийных устройств, содержит ОЗУ и (или) ПЗУ. По сути, это однокристальный компьютер, способный выполнять относительно простые задачи.

Кроме ОЗУ, микроконтроллер может иметь встроенную энергонезависимую память для хранения программы и данных. Многие модели контроллеров вообще не имеют шин для подключения внешней памяти.

Наиболее дешёвые типы памяти допускают лишь однократную запись, либо хранимая программа записывается в кристалл на этапе изготовления (конфигурацией набора технологических масок). Такие устройства подходят для массового производства в тех случаях, когда программа контроллера не будет обновляться. Другие модификации контроллеров обладают возможностью многократной перезаписи программы в энергонезависимой памяти.

Неполный список периферийных устройств, которые могут использоваться в микроконтроллерах, включает в себя:

- универсальные цифровые порты, которые можно настраивать как на ввод, так и на вывод;
- различные интерфейсы ввода-вывода, такие, как UART, I^2C, SPI, CAN, USB, IEEE 1394, Ethernet;
- аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи;
- компараторы;

- широтно-импульсные модуляторы (ШИМ-контроллер);
- таймеры;
- контроллеры бесколлекторных двигателей, в том числе шаговых;
- контроллеры дисплеев и клавиатур;
- радиочастотные приемники и передатчики;
- массивы встроенной флеш-памяти;
- встроенные тактовый генератор и сторожевой таймер;
- Отличается от микропроцессора интегрированными в микросхему устройствами ввода-вывода, таймерами и другими периферийными устройствами.

Ограничения по цене и энергопотреблению ограничивает тактовую частоту контроллеров. Хотя производители стремятся обеспечить работу своих изделий на высоких частотах, они, в то же время, предоставляют заказчикам выбор, выпуская модификации, рассчитанные на разные частоты и напряжения питания. Во многих моделях микроконтроллеров используется статическая память для ОЗУ и внутренних регистров. Это даёт контроллеру возможность работать на меньших частотах и даже не терять данные при полной остановке тактового генератора. Часто предусмотрены различные режимы энергосбережения, в которых отключается часть периферийных устройств и вычислительный модуль.

Использование в современном микроконтроллере достаточного мощного вычислительного устройства с широкими возможностями, построенного на одной микросхеме вместо целого набора, значительно снижает размеры, энергопотребление и стоимость построенных на его базе устройств.

В то время как 8-разрядные микропроцессоры общего назначения полностью вытеснены более производительными моделями, 8-разрядные микроконтроллеры продолжают широко использоваться. Это объясняется тем, что существует большое количество применений, в которых не требуется высокая производительность, но важна низкая стоимость. В то же время, есть микроконтроллеры, обладающие большими вычислительными возможностями, например, цифровые сигнальные процессоры, применяющиеся для обработки большого потока данных в реальном времени (например, аудио-, видеопотоков).

Для питания устройства служит интегральный стабилизатор напряжения 5 В и 3,3В.

Для индикации информации служит модуль HG1. HG1 представляет собой жидкокристаллический индикатор на 2 строки по 16 символов.

В качестве WiFi-контроллера будет использоваться модуль WiFI с возможностью подключения к микроконтроллеру через интерфейс RS232.

Схема электрическая функциональная системы контроля и управления микроклиматом офисного помещения составляется согласно разработанной структурной схеме и имеет вид, приведённый на рисунке 4.1.

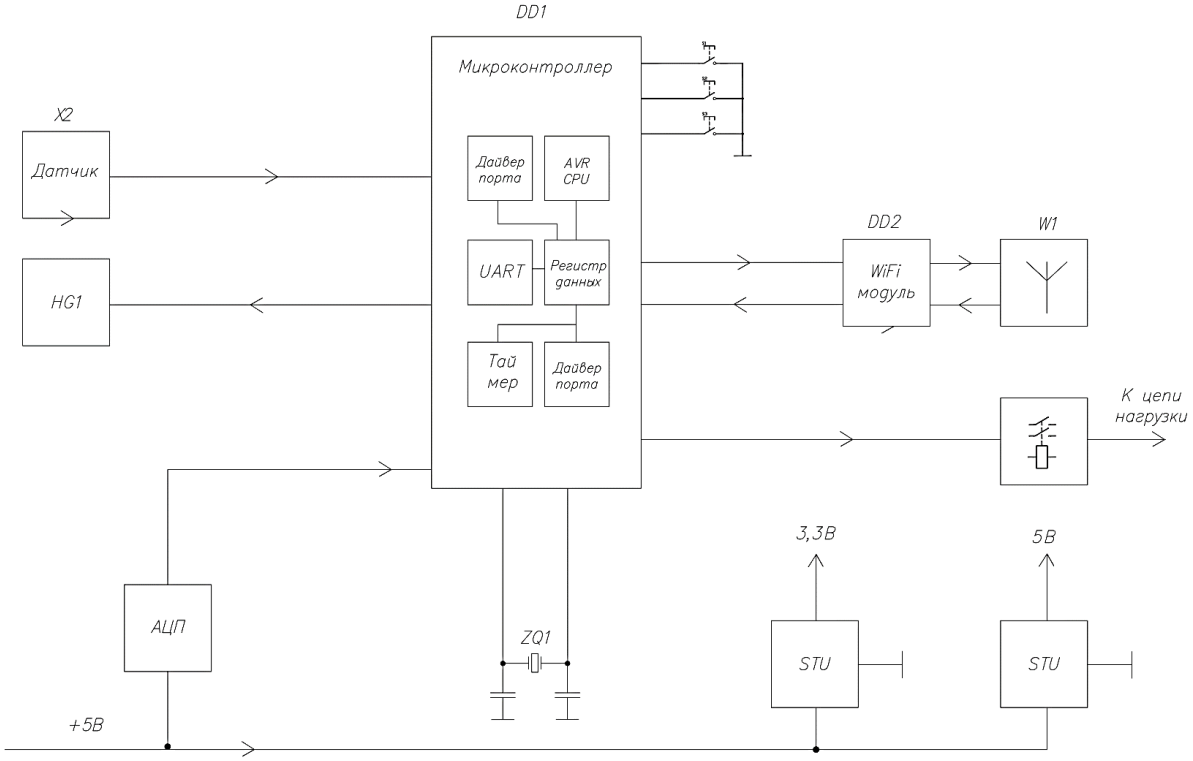


Рисунок 4.1 – Схема электрическая функциональная системы

4.2 Описание работы составных частей принципиальной схемы

После включения питания происходит инициализация портов микроконтроллера и его периферии, на дисплей выводится соответствующая информация об успешном включении.

По шине 1-ware происходит опрос датчиков, подключенных к разъему X3. Микроконтроллер согласно программе производит необходимые преобразования и вычисление значений, производит сравнение полученных значений с установленными. В случае отклонения заданных параметров на порту PB3 микроконтроллера возникает высокий логический уровень, который в управляет реле. На ЖКИ-индикатор выводится соответствующая информация. Управление производится внешним исполнительным устройством.

Микроконтроллер DD2 представляет собой Wi-Fi модуль, который подключается к беспроводной сети с возможностью подключения к сети

интернет. На микроконтроллере DD2 работает web-сервер, который доступен по протоколы http. Для доступа к web-серверу необходимо произвести соответствующие настройки на роутере, к которому будет подключено устройство.

По шине UART происходит обмен данными с внешним устройством, например персональным компьютером. Подключение используется для возможности изменения настроек Wi-Fi сети.

Светодиоды VD1-VD3 служат для индикации текущего режима работы.

Микросхема DA1, DA2 – стабилизаторы напряжения, конденсаторы C1, C2, C3 – сглаживают пульсации от импульсного источника питания.

Резистор R16 – регулирует контраст изображения ЖКИ-дисплея.

Резистор R17 –токоограничительный резистор для питания подсветки ЖКИ-дисплея.

С помощью кнопок SB1-SB3 пользователь устанавливает новые значения и режимы работы устройства.

4.3 Блок индикации

В качестве индикатора HG1 применён алфавитно-цифровой ЖК-модуль WH1602B фирмы Winstar с встроенным микроконтроллером. На рисунке 4.2 показана его структура.

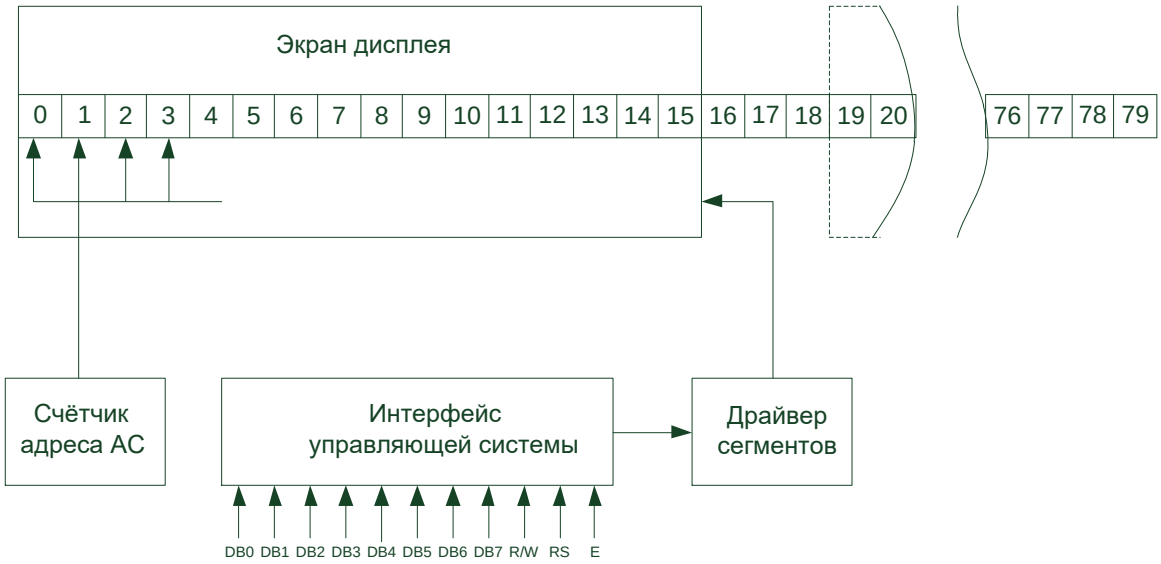


Рисунок 4.2 - Структура индикатора DV1602A (HG1)

Интерфейс WH1602B – параллельный. Для соединения индикатора с микроконтроллером нужно использовать 11 линий – восемь для передачи данных (DB0-DB7), одну для информирования индикатора о направлении обмена (R/W; R/W = 1 – чтение, R/W = 0 – запись, одну для информирования о типе передаваемых данных (RS; RS = 1 – данные; RS = 0 – команда), и одну в качестве строб-сигнала, по перепаду которого из 1 в 0 осуществляется запись данных в индикатор или чтение из него. Для передачи данных будем использовать только DB4-DB7. Использование такого включения индикатора позволит сэкономить количество задействованных выводов микроконтроллера и получить при этом необходимую функциональность. Внешний вид ЖК-дисплея показан на рисунке 4.3.

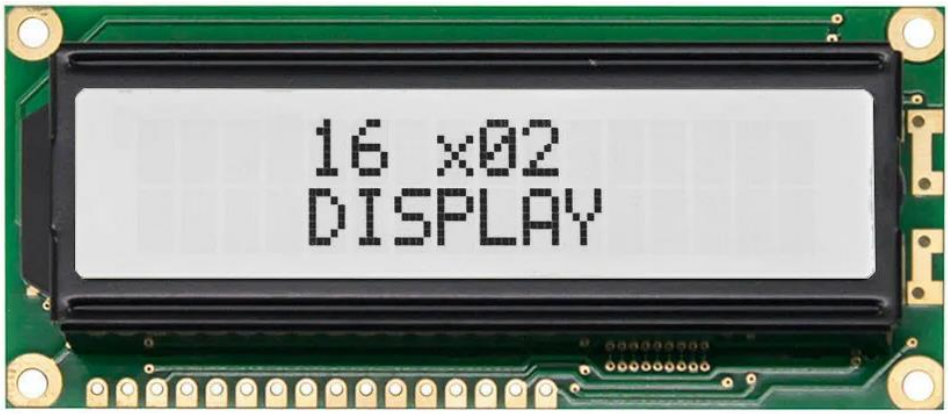


Рисунок 4.3 – Дисплей WH1602B

4.4 Модуль Wi-Fi

ESP32 может подключиться к Wi-Fi сети, создать собственную точку доступа, представляться сервером и клиентом, формировать GET и POST запросы. Также микроконтроллер имеет два АЦП и датчик Хола.

Рисунок 4.4 – Модуль Wi-Fi ESP32

ESP32 поддерживает весь стек протоколов стандартов Wi-Fi 802.11n и BT4.2, обеспечивая данный функционал через интерфейсы SPI/SDIO или I²C/UART.

Чип Espressif ESP 32 может работать в качестве центрального процессора (поддержка Open CPU) и как подчинённое устройство (slave device), управляемое микроконтроллером.

Отличительные особенности:

- CPU: Xtensa Dual-Core 32-bit LX6, 160 MHz или 240 MHz (до 600 DMIPS)
- Memory: 520 KByte SRAM, 448 KByte ROM
- Flash на модуле: 1, 2, 4… 64 Мб

Wireless:

- Wi-Fi: 802.11b/g/n/e/i, до 150 Mbps с HT40
- Bluetooth: v4.2 BR/EDR и BLE
- Peripheral interfaces:
- 12-bit SAR ADC до 18 каналов
- 2 × 8-bit DAC
- 10 × touch сенсоров
- Temperature сенсор
- 4 × SPI
- 2 × I²S
- 2 × I²C
- 3 × UART
- 1 host (SD/eMMC/SDIO)
- 1 slave (SDIO/SPI)
- Ethernet MAC с поддержкой DMA и IEEE 1588
- CAN 2.0
- IR (TX/RX)
- Motor PWM
- LED PWM до 16 каналов
- Hall sensor
- Ultra low power analog pre-amplifier

Security:

- IEEE 802.11 безопасность WFA, WPA/WPA2 и WAPI
- Secure boot

4.5 Выбор микроконтроллера

В качестве микроконтроллера DD1 выбран ATmega328 фирмы ATMEL. Он представляет собой 8-разрядный высокопроизводительный микроконтроллер с малым потреблением и имеет прогрессивную RISC архитектуру. Ниже перечислены его технические параметры [4]:

− 130 высокопроизводительных команд, большинство команд выполняется за один тактовый цикл;

− 32 8-разрядных рабочих регистра общего назначения;

− полностью статическая работа,

− производительность 16 MIPS при тактовой частоте 16 МГц;

− 8 Кбайт внутрисистемно программируемой Flash памяти (In-System Self-Programmable Flash);

− 512 байт EEPROM;

− 1 Кбайт встроенной SRAM;

− Два 8-разрядных таймера/счетчика с отдельным предварительным делителем;

− Один 16-разрядный таймер/счетчик с отдельным предварительным делителем и режимами захвата и сравнения;

− Три канала PWM;

− 8-канальный аналого-цифровой преобразователь;

− Программируемый последовательный USART;

− Последовательный интерфейс SPI (ведущий/ведомый).

Выводы I/O и корпуса:

– 23 программируемые линии ввода/вывода;

– 28-выводной корпус PDIP, 32-выводной корпус TQFP и 32-выводной корпус MLF;

Рабочие напряжения:

– 2,7 - 5,5 В (ATmega328L);

– 4,5 - 5,5 В (ATmega328).

Рабочая частота:

– 0 - 8 МГц (ATmega328L);

– 0 - 16 МГц (ATmega328).

Расположение выводов ATMega328 в корпусе DIP28 и TQFP показан на рисунке 4.5-4.6.

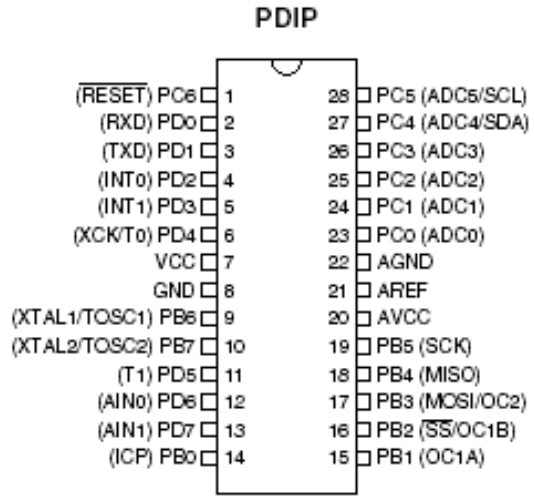


Рисунок 4.5 – Расположение выводов ATmega328 (корпус DIP28)

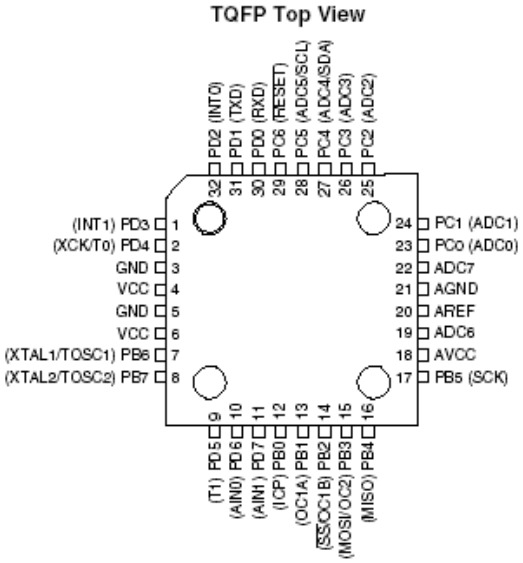


Рисунок 4.6 – Расположение выводов ATmega328 (корпус TQFP)

Таблица 4.1 – Описание выводов микроконтроллера ATmega328:

Питание:			
№	Название	Тип	Описание
7	VCC	Вход	напряжение питания от +4.5 до +5.5 В
8,22	GND	Вход	Общий (земля)
20	AVcc	Вход	напряжение питания + 5 В для модуля АЦП
21	ARef	Вход	вход опорного напряжения для АЦП
Порт В:			
14	PB0	Вход/Выход	цифровой порт PB0
14	ICP1	Вход	захват входа 1
15	PB1	Вход/Выход	цифровой порт PB1
15	OC1A	Выход	выход сравнения/ШИМ 1A

Продолжение таблицы 4.1

16	PB2	Вход/Выход	цифровой порт PB2
16	OC1B	Выход	выход сравнения/ШИМ 1B
16	SS	Вход	вход Slave для SPI
17	PB3	Вход/Выход	цифровой порт PB3
17	OC2	Выход	выход сравнения/ШИМ 2
17	MOSI	Вход/Выход	вход данных в режиме Slave для SPI и ISP / выход данных в режиме Master для SPI и ISP
18	PB4	Вход/Выход	цифровой порт PB4
18	MISO	Вход/Выход	вход данных в режиме Master для SPI и ISP / выход данных в режиме Slave для SPI и ISP
19	PB5	Вход/Выход	цифровой порт PB5
19	SCK	Вход/Выход	тактовый вход в режиме Slave для SPI и ISP / тактовый выход в режиме Master для SPI и ISP
9	PB6	Вход/Выход	цифровой порт PB6 при работе от встроенного генератора
9	XTAL1	Вход	тактовый вход, кварцевый или керамический резонатор
9	TOSC1	Вход	не используется при работе от внешнего генератора
10	PB7	Вход/Выход	цифровой порт PB7 при работе от встроенного генератора
10	XTAL2	Вход	для подключения кварцевого или керамического резонатора
10	TOSC2	Выход	тактовый выход при работе от встроенного генератора
Порт C:			
23	PC0	Вход/Выход	цифровой порт PC0
23	ADC0	Вход	аналоговый вход канал 0
24	PC1	Вход/Выход	цифровой порт PC1
24	ADC1	Вход	аналоговый вход канал 1
25	PC2	Вход/Выход	цифровой порт PC2
25	ADC2	Вход	аналоговый вход канал 2
26	PC3	Вход/Выход	цифровой порт PC3
26	ADC3	Вход	аналоговый вход канал 3
27	PC4	Вход/Выход	цифровой порт PC4
27	ADC4	Вход	аналоговый вход канал 4
27	SDA	Вход/Выход	канал данных для 2-проводного последовательного интрефеиса
28	PC5	Вход/Выход	цифровой порт PC5
28	ADC5	Вход	аналоговый вход канал 5
28	SCL	Выход	тактовый выход для 2-проводного последовательного интерфейса

Окончание таблицы 4.1

1	PC6	Вход/Выход	цифровой порт PC6
1	RESET	Вход	внешний сброс
Порт D:			
2	PD0	Вход/Выход	цифровой порт PD0
2	RxD	Вход	вход приемника USART
3	PD1	Вход/Выход	цифровой порт PD1
3	TxD	Выход	выход передатчика USART
4	PD2	Вход/Выход	цифровой порт PD2
4	INT0	Вход	внешнее прерывание канал 0
5	PD3	Вход/Выход	цифровой порт PD3
5	INT1	Вход	внешнее прерывание канал 1
6	PD4	Вход/Выход	цифровой порт PD4
6	XCK	Вход/Выход	внешний такт для USART
6	T0	Вход	внешний вход Timer 0
11	PD5	Вход/Выход	цифровой порт PD5
11	T1	Вход	внешний вход Timer 1
12	PD6	Вход/Выход	цифровой порт PD6
12	AIN0	Вход	вход аналогового компаратора канал 0
13	PD7	Вход/Выход	цифровой порт PD7
13	AIN1	Вход	вход аналогового компаратора канал 1

4.6 Выбор элементов обвязки

Для питания Wi-Fi-модуля необходимо стабилизированное напряжение 3,3 В. Для этих целей служит стабилизатор напряжения на DA2 (LD1117). LD1117 - линейный регулятор напряжения 3,3 В.

В качестве микросхемы DA1 используем стабилизатор напряжения LM78L05. Максимальное входное напряжение стабилизатора – 15 В. Максимальный выходной ток – 2 А. Исходя из ТЗ и максимальному значению токов потребления, стабилизатор напряжения КР142ЕН5А подходит для использования в данной системе.

Выбор резисторов:

Чип резистор 1206

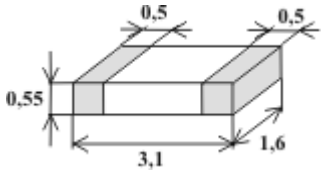


Рисунок 4.7 – резистор 1206

Технические характеристики чип резисторов 1206 1%,

Номинальная мощность чип резистора 1206 при 70°C.....0.25 Вт

Рабочее напряжение чип резистора 1206.....200 В
Максимальное напряжение чип резистора 1206.....400 В
Диапазон рабочих температур чип резистора 1206.....-55° +125°С
Температурный коэффициент сопротивления.....100 ppm/°С
Чип резисторы типоразмера 1206 5% поставляются со склада по ряду е24.
Этот типоразмер удобен при выборе низкоомных резисторов.

Резистор С2-33Н - резисторы постоянные непроволочные общего применения всеклиматического неизолированного варианта исполнения, предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного токов и в импульсном режиме.

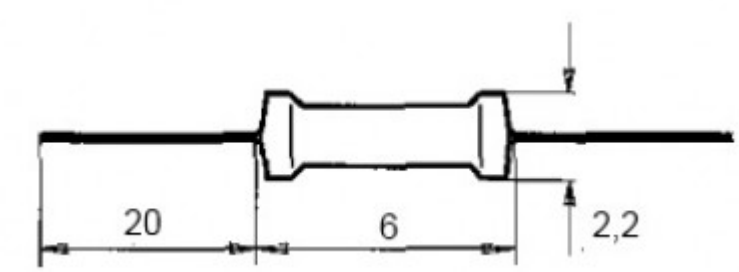


Рисунок 4.8 – резистор С2-33Н

Выбор конденсаторов:

Конденсатор танталовый SMD

Рисунок 4.9 – Конденсатор танталовый SMD

Танталовые электролитические конденсаторы – это малогабаритные конденсаторы высокой стабильности с низким током утечки, устойчивыми частотными и температурными характеристиками и длительным сроком службы.

Пригодны как для автоматического, так и для ручного монтажа.

Герметичная конструкция обеспечивает защиту от воздействия влаги, допускает промывку платы после монтажа.

На корпусе указываются номинальная емкость, рабочее напряжение, черная полоса со стороны положительного вывода.

Выбор оптопары

Оптопары являются электронными приборами, которые служат для гальванической развязки электрических цепей.

Таблица 4.2 – параметры потопары MOC5103

Количество каналов	1
Тип выхода	фототранзистор
Напряжение изоляции,кВ	5
Максимальный прямой ток,мА	50
Максимальное выходное напряжение, В	70
Время включения/выключения, мкс	2
Тип корпуса	dip6

Механизмом преобразования электрического сигнала в оптопаре служат отдельные компоненты. Светодиод в качестве излучателя, и фотоприемник, в лице фотодиода, фототранзистора, фоторезистора, фототиристора или фотодинистора.

Рисунок 4.10 – Оптопара

Именно оптические внутриструктурные элементы оптрона определяют его класс и рабочие возможности.

4.5 Расчет транзисторного ключа для управления реле.

В качестве нагрузки выступает контактор типа КНЕ030 на напряжение 27В с катушкой сопротивлением 150 Ом. Индуктивным характером катушки в данном примере пренебрежем, считая, что реле будет включено раз и надолго.

Рассчитываем ток коллектора:

$$Ik=(Ucc-Uкэнас)/Rн \quad , \text{где}$$

Ik –ток коллектора

Ucc- напряжение питания (27В)

Uкэнас- напряжение насыщения биполярного транзистора (типично от 0.2 до 0.8В, хотя и может прилично различаться для разных транзисторов), в нашем случае примем 0.4В

Rн – сопротивление нагрузки (150 Ом)

$$Ik= (27-0.4)/150 = 0.18A = 180мА$$

На практике из соображений надежности элементы всегда необходимо выбирать с запасом. Возьмем коэффициент 1.5

Таким образом, нужен транзистор с допустимым током коллектора не менее 1.5*0.18=0.27А и максимальным напряжением коллектор-эмиттер не менее 1.5*27=40В.

В справочнике по биполярным транзисторам. По заданным параметрам подходит КТ815А (Ikмакс=1.5А Uкэ=40В)

Следующим этапом рассчитываем ток базы, который нужно создать, чтобы обеспечить ток коллектора 0.18А.

Как известно, ток коллектора связан с током базы соотношением

$$Ik=Iб*h21э,$$

где h21э – статический коэффициент передачи тока.

При отсутствии дополнительных данных можно взять табличное гарантированное минимальное значение для КТ815А (40). Но для КТ815 есть график зависимости h21э от тока эмиттера. В нашем случае ток эмиттера 180мА, этому значению соответствует h21э=60. Разница невелика, но для чистоты эксперимента возьмем графические данные.

$$Iб=180/60=3мА$$

Для расчета базового резистора R1 смотрим второй график, где приведена зависимость напряжения насыщения база-эмиттер (Uбэнас) от тока коллектора. При токе коллектора 180мА напряжение насыщения базы будет 0.78В (При отсутствии такого графика можно использовать допущение, что ВАХ перехода база-эмиттер подобна ВАХ диода и в

диапазоне рабочих токов напряжение база-эмиттер находится в пределах 0.6-0.8 В)

Следовательно, сопротивление резистора R1 должно быть равно:

$$R1=(Uвх-Uбэнас)/Iб = (5-0.78)/0.003 = 1407 Ом = 1.407 кОм.$$

Из стандартного ряда сопротивлений выбираем ближайшее в меньшую сторону (1.3 кОм)

Если к базе подключен шунтирующий резистор (вводится для более быстрого выключения транзистора или для повышения помехоустойчивости) нужно учитывать, что часть входного тока уйдет в этот резистор, и тогда формула примет вид:

$$R1= (Uвх-Uбэнас)/(Iб+I_{R2}) = (Uвх-Uбэнас)/(Iб+ Uбэнас/R2)$$

Так, если R2=1 кОм, то

$$R1= (5-0.78)/(0.003+0.78/1000) = 1116 Ом = 1.1 кОм$$

Рассчитываем потери мощности на транзисторе:

$$P=Ik*Uкэнас$$

Uкэнас (из документации на транзистор): при 180мА оно составляет 0.07В

$$P= 0.07*0.18= 0.013 Вт$$

Мощность не большая, радиатора не потребуется.

4.7 Расчет электромагнитной совместимости

В радиоэлектронных изделиях печатные проводники, электрически объединяющие те или иные элементы схемы, проходят на достаточно близком расстоянии друг от друга и имеют относительно малые размеры сечения. При большом времени переключения и малых тактовых частотах параметры печатных проводников, соединяющие вводы одних элементов со входами других, не оказывают существенного воздействия на быстродействие всей схемы в целом и на помехоустойчивость элементов.

С уменьшением времени переключения (в микроэлектронных изделиях оно составляет единицы наносекунд) большое значение имеют степени

влияния линий связи (сопротивления, емкости, индуктивности и т.д.) друг на друга (паразитная емкость, взаимоиндуктивность и т.д.). Постоянный ток в печатных проводниках распределяется равномерно по его сечению при условии, что материал проводника однороден и не имеет локальных посторонних включений других веществ [19].

Рассчитаем сопротивление проводника по формуле (4.1):

$$R = \frac{p \cdot l_n}{b \cdot t_n} \quad (4.1)$$

где ρ - удельное объемное электрическое сопротивление проводника, ρ = 0,0175 мкОм/м – для медных проводников, полученных методом химического травления.

ln– длинна проводника, мм,

b – ширина проводника, мм,

tn – толщина проводника, мкм,

$$R = \frac{0{,}0175 \cdot 101}{0{,}25 \cdot 35} = 0{,}202 \text{ Ом.} \quad (4.2)$$

Рассчитаем допустимый ток в печатном проводнике:

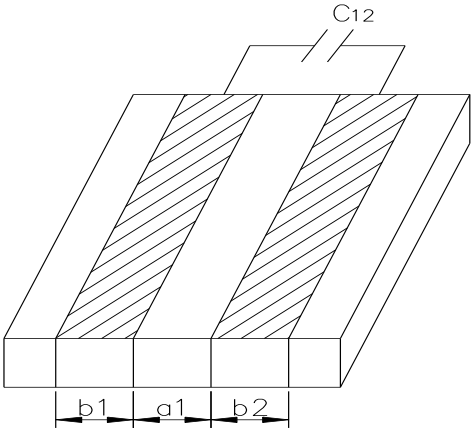


Рисунок 4.11. Фрагмент печатной платы

$$Imax=10\text{-}3 \cdot \gamma доп \cdot b \cdot tn, \quad (4.3)$$

где γдоп – допустимая плотность тока, γдоп=30 А/мм2для проводников, полученных методом химического травления.

Imax=10-3·30 ·0,25·35=0,26 мА.

Рассчитаем паразитную емкость в выбранном нами участке, где она наибольшая. Ёмкость между двумя выбранными проводящими элементами определяем по формуле:

$$C = \frac{0{,}12\xi_r l_n}{\lg\left[\frac{2a}{b + t_n}\right]}, \tag{4.4}$$

где: ξ_r - диэлектрическая проницаемость среды между проводниками, расположенных на наружных поверхностях платы, покрытой лаком.

$$\xi_r = 0{,}5(\xi_П + \xi_Л) \tag{4.5}$$

где ξп и ξл- диэлектрические проницаемости материала платы и лака (для стеклотекстолита ξП = 6, для лака ЭП ξЛ =4).

$$\xi_r = 0{,}5(6 + 4) = 5 \tag{4.6}$$

ln - длина участка, на котором проводники параллельны друг другу, мм (ln =101 мм),

b - ширина проводника, мм (b=0,25 мм),

tn – толщина проводника, мм (tn =35мкм),

a - толщина диэлектрика, мм (a =0,25 мм),

$$C = \frac{0{,}12 \cdot 5 \cdot 1{,}01 \cdot 10^{-3}}{\ell g\left[\frac{2 \cdot 0{,}25 \cdot 10^{-3}}{0{,}25 \cdot 10^{-3} + 35 \cdot 10^{-6}}\right]} \approx 0{,}0025 n\Phi. \tag{4.7}$$

Так как значение паразитной емкости достаточно мало, то никаких мер принимать не следует.

5 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ МОДУЛЯ

5.1 Проектирование алгоритма работы системы

Процесс разработки программного обеспечения для микроконтроллера – это наиболее сложная часть конструирования, именно это вызывает наибольшие сложности. Совпадение целей и интересов у автора-разработчика и человека, решившего повторить конструкцию, происходит редко, и это порождает множество вопросов.

При написании программ для микроконтроллеров все большую популярность приобретает язык Си. При его использовании сокращается время на разработку, что особенно заметно при написании больших программ, обеспечивается их переносимость на другие платформы. Недостатком языка Си по сравнению с языком Ассемблер является больший объем кода и, как следствие, более низкая скорость работы. Однако благодаря тому, что в архитектуре AVR изначально заложено эффективное декодирование и исполнение инструкций, генерируемых компиляторами, после компиляции Си-программ получается высокопроизводительный код.

Разработка программного обеспечения для микроконтроллеров AVR мало отличается от разработки любых иных программ, разве что от программиста требуется чуть более глубокие знания электроники – хотя бы на уровне понимания действия логических элементов и триггеров. Разумеется, чем лучше программист владеет электроникой, тем более качественные программы он сможет создать. Тесная связь «софта и железа» по сути требует, чтобы программист был электронщиком или же электронщик был программистом. В настоящее время обе ситуации имеют место. Существует три более-менее устоявшихся подхода к разработке микроконтроллерных устройств:

- от схемы к программе
- от программы к схеме
- смешанный.

Далее описан процесс разработки и отладки программы на языке Си для дипломного проекта. В качестве среды программирования использована программа AVR Studio 4.

Алгоритм – точный набор инструкций, описывающих порядок действий исполнителя для достижения результата решения задачи за определенное время.

Вообще, написать программу можно в любом текстовом редакторе, так же как вы бы написали письмо другу, например. После этого, текст надо

скомпилировать (иногда говорят - ассемблировать) т.е. перевести в форму, понятную процессору. Суть работы компилятора в переводе письменных символов понятных для человека в машинный код (в код нулей и единиц) и создание нового файла с расширением .hex

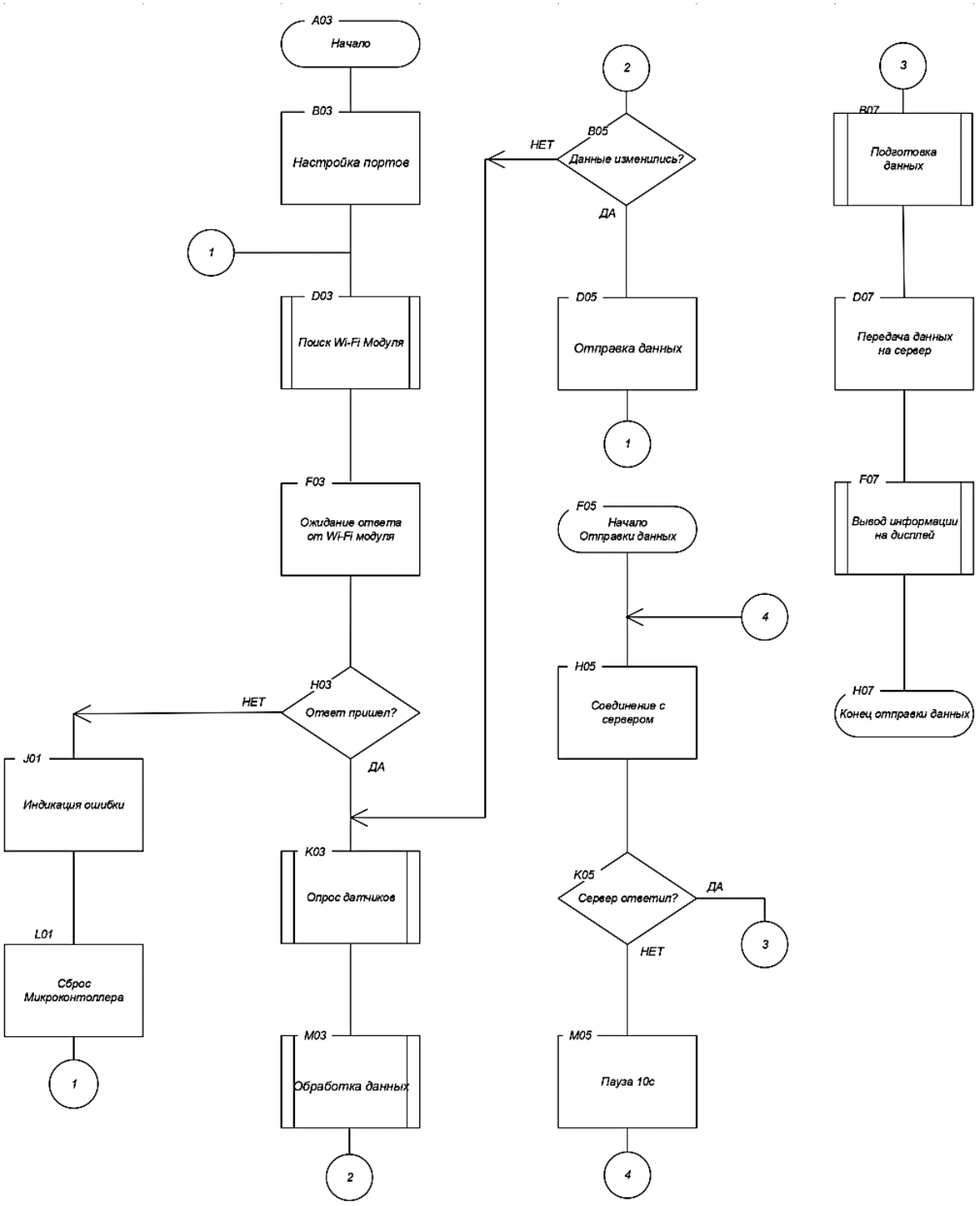


Рисунок 5.1 – Алгоритм работы устройства

Алгоритм функционирования устройства определяется управляющей программой МК.

Устройство функционирует следующим образом:

- включение;
- инициализация микроконтроллера;
- Инициализация датчиков
- определение режима работы;
- цикл обработки прерываний;
- индикация;
- передача данных Wi-Fi-модулю;
- функционирование по результатам обработанных данных от датчиков;
- условие выхода из цикла – отключение или перенастройка системы;

После инициализации устройство переходит в режим запроса о дальнейшем состоянии. Алгоритм главного цикла работы представлен на рисунке 5.1.

Инициализация – создание, активация, подготовка к работе, определение параметров. Приведение программы или устройства в состояние готовности к использованию.

Представленные уровневые структуры алгоритма легли в основу разработанной программы системы команд микроконтроллера ATmega328.
Назначение языка программирования – предоставить программисту средства для изложения алгоритма решения какой-либо задачи в форме, воспринимаемой компилятором (специальной программой, служащей для «перевода» с одного языка на другой, понятный конкретной аппаратной платформе, т.е. процессору или микроконтроллеру).

5.2 Разработка программного обеспечения

AVR Studio — основанная на Visual Studio бесплатная проприетарная интегрированная среда разработки (IDE) для разработки приложений для 8- и 32-битных микроконтроллеров семейства AVR и 32-битных микроконтроллеров семейства ARM от компании Atmel, работающая в операционных системах Windows. AVR Studio содержит компилятор GNU C/C++ и эмулятор, позволяющий отладить выполнение программы без загрузки в микроконтроллер.

Ранее среда разработки носила название AVR Studio, но начиная с версии 4.0, вышедшей в 2012 году, в неё была добавлена поддержка

разработки для микроконтроллеров архитектуры ARM, также выпускаемых фирмой Atmel, и среда разработки получила новое название Atmel Studio.

Atmel Studio содержит в себе менеджер проектов, редактор исходного кода, инструменты виртуальной симуляции и внутрисхемной отладки, позволяет писать программы на ассемблере или на C/C++.

Внешний вид окна программы (IDE) AVR Studio 5 представлен на рисунке 5.2.

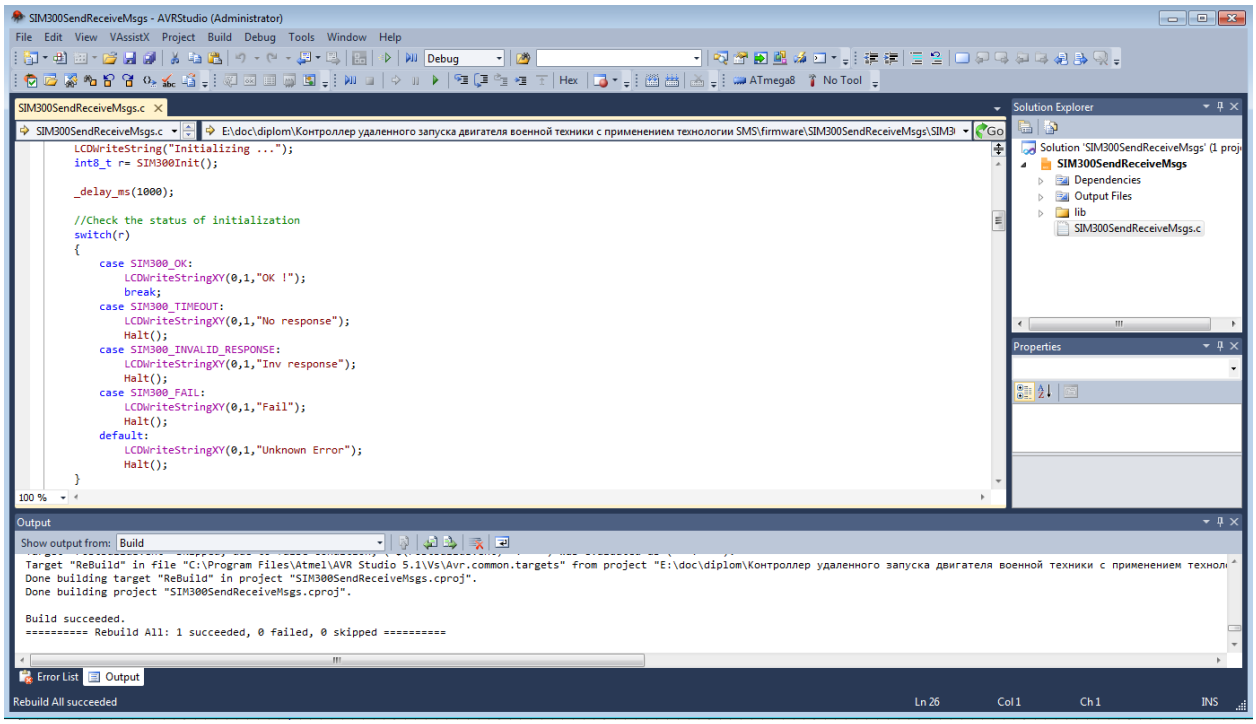


Рисунок 5.2 – Программа AVR Studio 5

Листинг программы приведён в приложении А.

5.3 Шифрование данных

В некоторых случаях данные, собираемые датчиками системы умный дом могут содержать чувтсвительную информацию. Например, по ним можно определить, находятся ли дома люди. Поэтому передаваемая информация должна быть надежно защищена.

Для защиты данных, которыми обменивается устройство был выбран стандарт BelT. BelT — государственный стандарт симметричного шифрования и контроля целостности Республики Беларусь. Полное название стандарта — СТБ 34.101.31-2007 «Информационные технологии и безопасность. Криптографические алгоритмы шифрования и контроля

целостности». Принят в качестве предварительного стандарта в 2007 году. Введен в действие в качестве окончательного стандарта в 2011 году.

BelT — блочный шифр с 256-битным ключом и 8 циклами криптопреобразований, оперирующий с 128-битными словами. Криптографические алгоритмы стандарта построены на основе базовых режимов шифрования блоков данных. Все алгоритмы стандарта делятся на 8 групп:

1) алгоритмы шифрования в режиме простой замены;
2) алгоритмы шифрования в режиме сцепления блоков;
3) алгоритмы шифрования в режиме гаммирования с обратной связью;
4) алгоритмы шифрования в режиме счётчика;
5) алгоритм выработки имитовставки;
6) алгоритмы одновременного шифрования и имитозащиты данных;
7) алгоритмы одновременного шифрования и имитозащиты ключей;
8) алгоритм хэширования;

В данной работе нас интересуют первые четыре группы, которые предназначены для обеспечения безопасного обмена сообщениями. Каждая группа включает алгоритм зашифрования и алгоритм расшифрования на секретном ключе. Стороны, располагающие общим ключом, могут организовать обмен сообщениями путём их зашифрования перед отправкой и расшифрования после получения. В режимах простой замены и сцепления блоков шифруются сообщения, которые содержат хотя бы один блок, а в режимах гаммирования с обратной связью и счётчика — сообщения произвольной длины.

Поскольку наше устройство обменивается небольшими посылками данных, в качестве алгоритма шифрования был выбран BelT в режиме счетчика. Этот режим позволяет сократить объем передаваемых данных, т. к. работает с посылками любой длины, а также сократить объем кода, т. к. для расшифрования может быть использована та же функция, что и для шифрования данных.

При шифровании в режимах сцепления блоков, гаммирования с обратной связью и счетчика используется синхропосылка $S \in \{0, 1\}128$, которая обеспечивает уникальность криптографических преобразований на фиксированном ключе.

5.4 Тестирование пропускной способности

Алгоритмы шифрования как правильно требуют значительных вычислительных ресурсов. В связи с этим, важным вопросом является оценка

скорости работы алгоритма шифрования BelT в режиме счетчика на микронтроллере ATmega328, а также пропускной способности разрабатываемого коммуникационного контроллера.

Для оценки скорости работы шифрования и пропускной способности контроллера была разработана тестовая программа для микроконтроллера Atmega328, осуществляющая шифрование и расшифрование блока данных размером 100 000 байт, а также производящая замер интервала времени. Результаты выводятся в терминал подключенного компьютера через порт UART с использованием библиотеки Serial.

```
belt_ctr_st stateEncr = {0};
 long time_counter = 0;
 unsigned long interval = 0;
 // инициализация состояния шифратора
 beltCTRStart(&stateEncr, key, len, iv);

 unsigned long start_time = millis();
 for(unsigned long k=0;k<100000;k++) {
   // шифрование данных
   beltCTRStepE(&outData, 1, &stateDecr);
 }
 unsigned long end_time = millis();
 unsigned long elapsed = end_time - start_time;
 Serial.print("Elapsed ms: ");
 Serial.println(elapsed);
```

В результате запуска данной программы на микроконтроллере ATmega328 была получена оценка скорости шифрования при помощи алгоритма BelT в режиме счетчика, которая составила 176 килобит в секунду, что является достаточным для устройств системы умный дом.

6 РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОГО УЗЛА МОДУЛЯ

Рассмотрим технологию разработки печатной платы в САПР Altium Designer. Начальным этапом разработки любого радиоэлектронного устройства является описание его работы на некотором уровне абстракции, в данном случае – схемы электрической принципиальной [28].

Формирование новой электрической схемы в Altium Designer начинается с создания нового файла проекта и листа схемы командами File>New>Project>PCB Project и File>New>Schematic. Для сохранения проекта выполняется File>Save Project As, для схемы – File>Save.

Настройки во всех редакторах Altium Designer можно разделить на глобальные – относящиеся ко всем документам и локальные – относящиеся только к текущему документу. Настройки текущего документа устанавливаются на вкладке Design>Document Options. Она содержит три вкладки: Sheet Options, на которой задаются настройки листа (размер листа, шаги сеток, ориентация листа и т.д.), Parameters и Units, в которой задаются единицы измерения. Глобальные настройки находятся в меню: DXP>Preferences>Schematic.

Перед формированием схемы необходимо подключить библиотеки, в которых находятся компоненты схемы. Для поиска компонентов и подключения библиотек служит панель управления библиотеками Libraries, которая вызывается выбором вкладки в правой части окна Design Explorer. Если вкладка отсутствует, то панель можно вызвать через меню View> Workspace Panels>System>Library или через меню вызова панелей System>Libraries, расположенном в правом нижнем углу рабочего окна.

В верхней части окна панели имеются 3 вкладки: Project – библиотеки проекта, Installed – установленные библиотеки, Search Path – поисковая система.

Для поиска компонентов ко всем доступным библиотекам независимо от того, подключены они или нет, служит кнопка Search панели Libraries.

Инструменты формирования электрической схемы сгруппированы в панели инструментов Wiring. Величину шага сетки можно изменить командой View>Grid>Set Snap Grid. После выбора необходимого компонента в библиотеке необходимо воспользоваться кнопкой Place.

Прежде чем зафиксировать компонент на плате, нажатием клавиши Tab следует открыть окно Component Properties, в котором информация о компоненте разбита на группы: Properties – основные свойства компонента, Library Link – ссылка на соответствующий библиотечный элемент, Graphical

– параметры графического изображения, Parameters – атрибуты компонента, Models – модели компонента, Edit Pins – таблица выводов компонента.

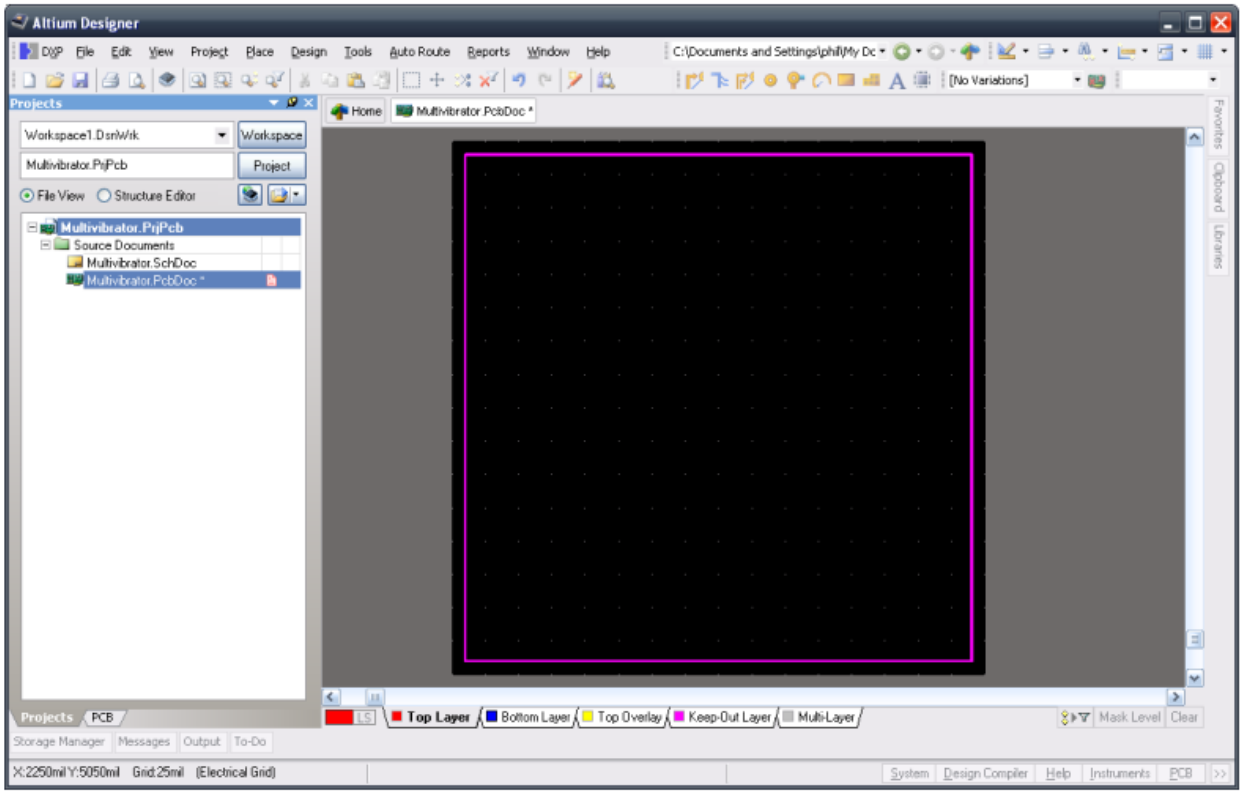


Рисунок 6.1 –Редактор печатных плат в Altium Designer

Соединение элементов электрическими цепями осуществляется командой Place>Wire. В процессе рисования цепей можно клавишами Shift + Space выбирать один из 4 режимов рисования: 90º, 45º, произвольный угол и режим Auto Wire (соединение двух выбранных точек по оптимальному маршруту).

Имя (метка) электрической цепи присваивается командой Place>Net Label.

Расстановка позиционных обозначений компонентов схемы выполняется командой Tools>Annotate Schematic. Выполнение команды приводит к появлению окна Annotate, в котором можно выбрать требуемые параметры расстановки.

В процессе компиляции обнаруживаются нарушения, ошибки в проекте (верификация проекта), создается отчет о корректности проекта, найденные нарушения помечаются на схеме и сопровождаются комментариями об их природе. Результат компиляции – отлаженный файл проекта, готовый к проектированию печатной платы. Процесс компиляции состоит из следующих этапов:

– настройка параметров проекта (схемы), которая заключается в задании правил проверки схемы (ERC – Electrical Rule Check). Командой Project >Project Options создается окно Options for Project, во вкладках которого и задаются правила проверки;

– выполнение компиляцию проекта командой Project>Compile PCB Project. Результаты компиляции будут показаны на панели Compiled, где будут описаны компоненты, цепи, выводы и др. Обнаруженные нарушения будут указаны на панели Messages. Двойным щелчком мыши на строке с ошибкой компиляции можно вызвать панель Compile Errors с подробным описанием ошибки. Двойной щелчок на значке приведет к появлению наглядного изображения этого элемента на схеме, остальная часть схемы будет маскирована;

– отладка схемы. Необходимо добиться, чтобы в списке нарушений в окне Messages не осталось ни одной ошибки (Fatal Error и Error). Рекомендуется отладку выполнять постепенно: исправить ошибку и снова провести компиляцию.

Редактор печатных плат предназначен для создания, редактирования и тестирования печатных плат, генерации файлов для изготовления фотошаблонов.

Для перемещения по чертежу можно использовать браузер Mini Viewer (прямоугольник из пунктирных линий Zoom Box показывает поле просмотра) путем его перетаскивания с помощью левой клавиши мыши (ЛКМ). Щелчком ЛКМ по кнопке Magnifier возможно осуществить перемещение курсора в вид лупы с изменением степени увеличения клавишей Space Bar (три возможных значения).

Панорамирование чертежа возможно выполнять с помощью четырех стрелок клавиатуры. Другой способ выполнять панорамирование – применить инструмент Slider Hand, который активизируется, если нажать и не отпускать правую кнопку мыши (ПКМ), после чего изображение в окне можно передвинуть. Просмотреть чертеж можно с помощью команд меню View.

Объекты, которые может обрабатывать редактор плат, делятся на примитивы и составные объекты. Под обработкой понимаются такие операции, как размещение объектов, выделение, копирование, перемещение, изменение, удаление и др. Разновидности объектов редактора плат: примитивы-графические объекты (линии, дуги, текстовые строки), примитивы-электрические объекты (проводники, контактные площадки, переходные отверстия, области металлизации), составные объекты, создаваемые пользователем (компоненты, полигоны), составные объекты, создаваемые системой (размеры, координатные метки).

Для идентификации объекта в окне редактора плат достаточно навести на него указатель мыши. Информация появится в виде текстовой строки, а также в строке состояния.

Для выделения объектов применяют два подхода: выделение фокусом и комплексное выделение. Выделение фокусом осуществляется щелчком ЛКМ по объекту, в результате объект становиться активным. После щелчка ЛКМ по прямоугольнику в его углах появятся 5 меток манипуляторов: в углах – метки для изменения размеров объекта, в центре – метка вращения. Выделенный объект можно удалить, нажав на клавиатуре клавишу Del. Удаление можно выполнить и с помощью меню командой Edit>Delete, затем указать удаляемые объекты. Если объекты накладываются друг на друга или расположены близко, то следует выполнить двойной щелчок ЛКМ, после чего на экране появится табличка со списком объектов. Щелчком ЛКМ выбирается нужный объект.

В редакторе плат системы Altium Designer проектируемая конструкция представляется в виде совокупности слоев. Все слои разбиты на следующие группы: Signal Layers, Internal, Mechanical, Mask, Silkscreen и Other Layers.

Signal Layers – сигнальные слои. Их может быть до 32 в многослойной печатной плате. Из них: Top – верхний слой, Mid – внутренние сигнальные слои, Bottom – нижний слой.

Internal Layers – экранные слои. Это могут быть внутренние слои питания и земли, металлизированные полигоны. Отображение форм на экранных слоях инверсное.

Mechanical Layers – механические слои, предназначенные для прорисовки вспомогательных элементов чертежа печатной платы, которые не должны быть на самой плате.

Mask Layers – слои паяных паст и защитных масок. Слои Top Solder и Bottom Solder предназначены для прорисовки масок, используемых при нанесении припоя на верхнюю и нижнюю стороны печатной платы. Слои Top Paste и Bottom Paste предназначены для прорисовки масок, используемых при нанесении паяльной пасты на верхнюю и нижнюю стороны печатной платы.

Silkscreen Layers – слои шелкографии. Слои Top Overlay и Bottom Overlay предназначены для нанесения рисунков и надписей, выполненных методом шелкографии, на верхнюю и нижнюю стороны печатной платы.

Other Layers – дополнительные слои, к которым относятся: Drill Guide – слой сверления. Здесь создается чертеж расположения центров всех отверстий на печатной плате, Multi-Layers – слой для размещения контактных площадок и переходных отверстий многослойных печатных

плат, Keep Out – слой для задания областей, где разрешено размещение компонентов и проводников. Области Keep Out могут быть заданы для отдельных слоев. Для этого нужный контур необходимо разместить командой Place>Keep Out.

Активизация слоев осуществляется командой Design>Options> Document Options>Layers>включить переключатели отображения нужных слоев. В результате вкладка с именем слоя появится в нижней части окна редактора плат.

Первый шаг конструкторского проектирования печатной платы – создание заготовки чертежа платы, в которой заданы её границы и набор слоёв. Возможны следующие варианты получения заготовки чертежа

платы: вручную с использованием инструментов редактора плат; с помощью специализированного мастера PCB Wizard; с помощью мастера PCB Wizard можно в качестве заготовки использовать один из готовых шаблонов плат промышленных стандартов или ранее подготовленных разработчиком шаблонов; импорт из другой САПР.

Предварительно следует установить начало системы координат командой Edit>Origin >Set, по которой начало координат устанавливается в текущую позицию курсора.

Шаг сетки можно изменить в любой момент проектирования командой

Design>Options > Document Options или комбинацией горячих клавиш Ctrl + G. Задать величину шага сетки Electrical Grid можно командой Design>Options Document Options> Options. Включить или выключить электрическую сетку в процессе проектирования можно комбинацией горячих клавиш Shift + E. Сетка Component Grid помогает разработчику ориентироваться при размещении компонентов и ее действие аналогично сетке SnapGrid. Сетки Visible Grid облегчают ориентацию в чертеже.

Контур платы можно задать командой меню Design>Board Shape>Redefine Board, Define Board Cutout.

Крепежные отверстия устанавливаются как обычные контактные площадки командой Place>Pad, затем в свойствах указываются нулевые значения в параметрах формы контактной площадки (Size and Shape) и отключается металлизацию внутри отверстия (Plated). Проектные данные, которые передаются из редактора схем в редактор плат – это список электрических цепей. При этом извлекается информация о каждом компоненте и параметрах связанности из схемы электрической принципиальной, отыскивается соответствующее компоненту топологическое посадочное место (Footprint) в библиотеке элементов.

Посадочное место размещается на чертеже платы с добавлением линий соединений.

Правила проектирования должны быть согласованы с ограничениями используемой технологии производства печатных плат и конструктивными ограничениями компонентов, применяемых в проекте. Настройка и редактирование правил проектирования может производиться вручную (команды меню Design>Rules) или с помощью мастера Rule Wizard. Каждое задаваемое правило имеет область действия (Scope) от всей платы до отдельного объекта.

Чтобы использовать разработанные правила в других последующих проектах, их можно записать в отдельный файл. Для этого в окне PCB Rules and Constraints нажать ПКМ в списке правил и выбрать Export Rules. Далее выбрать нужное правило и нажать кнопку OK.

САПР Altium Designer содержит две программы автоматического размещения компонентов. Для интерактивного размещения используются в основном инструменты меню Tools>Component Placement.

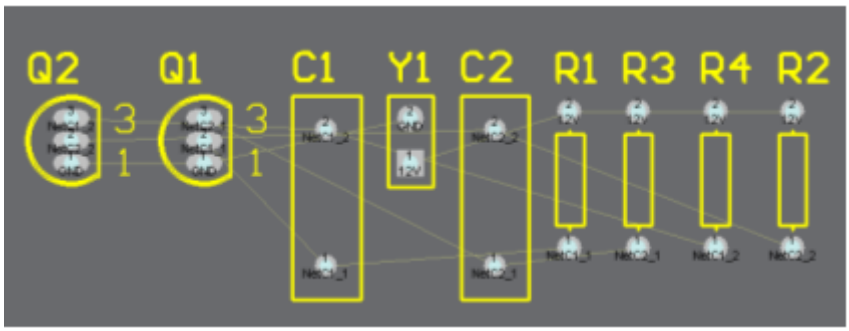


Рисунок 6.2 – компоненты и связи в Altium Designer

Предварительно следует настроить основные опции размещения (Tools > Preference > Options).

Некоторые компоненты, бывает необходимо зафиксировать на нужном месте. Для этого следует выполнить двойной щелчок мыши по компоненту и в появившемся диалоговом окне Component на вкладке Properties установить флажок Locked.

Основные параметры настройки интерактивной трассировки находятся в окне DXP > Preferences > PCB Editor > Interactive Routing и соответствуют установленным ранее правилам проектирования. Эти установки могут быть изменены в процессе прокладки трассы при нажатии клавиши Tab.

Рисунок 6.3 – проектирование металлизации отверстий в Altium Designer

В процессе прокладки трасс редактор печатных плат непрерывно контролирует выполнение правил проектирования (on-line DRC) и препятствует их нарушению.

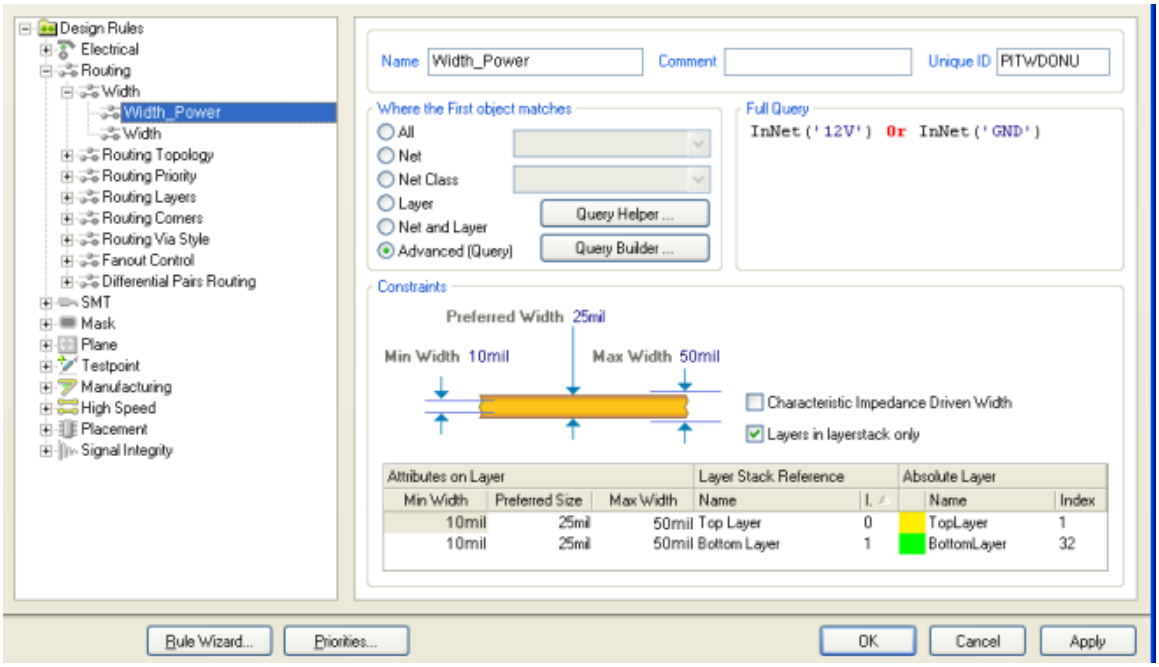


Рисунок 6.4 – настройка параметров печатных проводников в Altium Designer

Для увеличения числа доступных каналов трассировки количество контактных площадок компонентов, попадающих в узлы сетки Snap Grid, должно быть как можно большим. Проверить, находятся ли компоненты в сетке, можно с помощью команды меню Edit >Select>Off Grid Pads. Привязку всех компонентов к узлам сетки размещения можно выполнить с помощью команды меню Tools>Interactive Placement>Move to Grid, после чего на экране появится диалоговое окно, позволяющее пользователю установить параметры сетки.

Все неразведенные проводники представляются в слое Connection в виде тонких виртуальных линий связи (маршрутов From-To). Режим интерактивной трассировки включается командой Place>Interactive Routine либо соответствующей пиктограммой на панели инструментов. В результате указатель мыши примет вид креста. После выбора начального контакта трассы указатель примет вид восьмиугольника. Это признак того, что

сработала электрическая сетка – произошел захват электрического объекта. После выбора ЛКМ очередной точки трассы система пунктиром прорисовывает предполагаемый следующий сегмент трассы. Прокладка трассы завершается нажатием ПКМ.

Полигонами называют области металлизации неправильной формы, которые могут состоять из одной или нескольких частей, соединенных с заданной цепью.

Область металлизации может быть создана на любом сигнальном слое. Сначала прямыми линиями или дугами задаются границы полигона, который впоследствии автоматически будет залит медью в соответствии с заранее определенными правилами проектирования. Границы заливки можно редактировать в любой момент работы над проектом. После изменения положения отдельных компонентов и проводников на плате можно выполнить повторную заливку полигона. Размещение полигонов выполняется с помощью команды меню Place>Polygon Pour, после чего появится диалоговое окно Polygon Pour, которое позволяет установить нужные параметры полигона. Изменения границ полигона выполняется командой Edit>Change>Polygon Vertices и последующим перемещением его вершин. В диалоговом окне Place > Polygon Pour выбирается вариант заливки полигона, характер соединение полигона с электрической цепью и прочие опции.

Верификация печатной платы заключается в проверке выполнения правил проектирования. Для верификации предназначен программный модуль Design Rule Checker (DRC). Запуск верификации печатной платы осуществляется нажатием кнопки Run Design Rule Clock в окне Design Rule Checker. В результате объекты, которые содержат обнаруженную ошибку, будут подсвечены соответствующим цветом.

После завершения разработки печатной платы её чертёж можно экспортировать для оформления по ЕСКД в САПР AutoCAD командой меню File>Export (формат dxf или dwg).

7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА КОММУНИКАЦИОННОГО КОНТРОЛЛЕР С ШИФРОВАНИЕМ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ УМНЫЙ ДОМ

7.1 Характеристика изделия

Разрабатываемый в дипломном проекте коммуникационный контроллер с шифрованием данных для системы умный дом — это устройство управления, которое предназначено для сбора данных с датчиков и управления исполнительными механизмами, передачи и хранения данных. Внедрение нового контроллера позволит сократить расходы на производство.

Разрабатываемое устройство должно иметь меньшую стоимость чем аналогичные устройства и не уступать им по функционалу.

В главе ТЭО рассчитывается прогнозируемый экономический эффект от разработки и внедрения в производство устройства за 5 лет.

7.2 Расчет затрат на производство системы

7.2.1 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы». Расчет затрат на материалы представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Расчет затрат на материалы[2]

Наименование материала	Единица измерения	Норма расхода	Цена за единицу, р.	Сумма, р.
Стеклотекстолит	кг	0,10	3,00	0,3
Спирт	л	0,02	4,40	0,088
Припой	кг	0,05	70,00	3,5
Лак	л	0,02	40,00	0,8
Клей	кг	0,06	12,00	0,72
Флюс	л	0,06	20,00	1,2
Всего				6,61
Всего с учетом транспортных расходов (1,2)				7,93

7.2.2 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера». Расчет затрат на комплектующие изделия и полуфабрикаты представлен в таблице 7.2 [1].

Таблица 7.2 – Расчет затрат на комплектующие изделия и полуфабрикаты[1]

Наименование комплектующего изделия или полуфабриката	Количество на единицу, шт.	Цена за единицу, р.	Сумма, р.
1	2	3	4
Микроконтроллер Atmega328P-AU 10,61 BYN x1	1	12	12
Резонатор кварцевый 16 МГц HC-49S 0,83 BYN x1	1	0,66	0,66
Конденсаторы 0,22 пФ GRM1555C1ER22BA01D 0,01 BYN x2	3	0,7	2,1
Конденсатор 0,1 мкФ GRM21BR71H104K** 0,15 BYN x2	2	0,77	1,54
Разъём 2pin 15EDGRC-3.5-02 0,94 BYN x1	1	1	1
Разъём 4pin 15EDGRC-3.81-04 1,15 BYN x1	1	1	1
Кнопка тактовая KLS7-TS6601 0,26 BYN x1	3	0,5	1,5
Резисторы 330 Ом 0,062 Вт SMD0402 1% 0,03 BYN x1	10	0,1	1
резистор 4,7 кОм 0,125 Вт SMD0805 5% 0,04 BYN x1	5	0,11	0,55
Всего			21,35
Всего с учётом расходов на транспортировку и установку (10%)			23,49

7.2.3 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих».

Расчёт основной заработной платы основных производственных рабочих ($З_о$) представлен в таблице 7.3.

По данным предприятия среднемесячная зарплата первого разряда составляет 380 руб. Часовая тарифная ставка первого разряда, при фонде рабочего времени 168 часов составит 2,26 рубля.

Таблица 7.3 – Расчет основной заработной платы производственных рабочих

Вид работы (операция)	Разряд работ	Часовая тарифная ставка руб./ч	Норма времени по операции, норма/час	Прямая зарплата (расценка), руб.
1	2	3	4	5
1. Заготовительные	3	3,05	1,1	3,36
2. Монтажная	6	4,30	2,5	10,74
3. Сборочная	8	4,91	2,1	10,31
Итого				24,41
Премия, (40%)				9,76
Основная заработная плата				34,17

Результаты расчета остальных статей затрат, себестоимости и отпускной цены представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Расчет себестоимости и отпускной цены единицы продукции

Наименование статьи затрат	Условное обозначение	Значение, руб.	Примечание
1 Сырье и материалы	$Р_м$	7,93	См. табл.7.1
2 Покупные комплектующие изделия	$Р_к$	23,49	См. табл.7.2
3 Основная заработная плата производственных рабочих	$З_0$	34,17	См. табл.7.3
4 Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$З_д$	3,42	$З_д = \frac{З_0 \cdot Н_д}{100}$, $Н_д$=10%
5 Отчисления на социальные нужды (отчисления в фонд социальной защиты населения и обязательное страхование)	$Р_{соц}$	13,01	$Р_{соц} = \frac{(З_0 + З_д) \cdot Н_{соц}}{100}$, $Н_{соц}$ = 34,6%
7. Накладные расходы	Рн	51,26	$Р_и = \frac{З_0 Н_и}{100}$, Нн = 150-200%

Производственная себестоимость	$С_{пр}$	133,28	$С_{ПР}=Р_{м}+Р_{к}+З_{О}+З_{Д}+Р_{СОЦ}+Р_{н}$
7. Коммерческие расходы	Ркom	2,67	$Р_{ком}=\frac{(С_{пр}Н_{ком})}{100}$ Нком = 2-5%
Полная себестоимость	Сп	135,94	Сп = Спр+Ркom
8. Плановая прибыль на единицу продукции	Пед	54,38	$П_{ед}=\frac{(С_{п}Н_{ре})}{100}$ Нре = 40-50%
Отпускная цена	Цотп	190,32	Цотп = Сп+Пед

7.3 Расчёт чистой прибыли

Чистая прибыль рассчитывается по формуле

$$П_{ч}=N\ Пед\left(1-\frac{Нп}{100}\right)$$

В первый год будет произведено 500 изделий

$$Пч1 = 500 \cdot 54,38 \cdot (1-18/100) = 22294,34\ р.$$

Так как объём производства по годам не изменяется, чистая прибыль по годам имеет одинаковое значение.

$$Пч = 1000 \cdot 54,38 \cdot (1-18/100) = 44588,69\ р.$$

7.3 Расчёт инвестиций в производство нового изделия

Инвестиции в производство нового изделия включают: 1.Инвестиции на разработку нового изделия ($И_{разр}$). 2. Инвестиции в основной и оборотный капитал.

Годовая потребность в материалах определяется по формуле

$$Пм = Рм\ N$$

$$Пм = 1000 \cdot 7,93 = 7929,6\ р.$$

Годовая потребность в комплектующих изделиях определяется по формуле

$$Пк = Рк\ N$$

$$Пк = 1000 \cdot 23{,}49 = 23485\ р.$$

Инвестиции на разработку нового изделия согласно смете разработчика составляют 40000р.

$$Иразр = 40000\ р.$$

Инвестиции в прирост собственного оборотного капитала составляют 30-40% от стоимости годовой потребности в материалах и комплектующих изделиях по формуле

$$Иоб = (Пк+Пм) \cdot 0{,}5$$

$$Иоб = (7929{,}6+ 23485) \cdot 0{,}4 = 12565{,}84р.$$

Таким образом, инвестиции в производство нового изделия составят

$$И = Иразр + Иоб.$$

$$И = 12565{,}84+40000 = 54565{,}84\ р.$$

7.5 Расчет показателей эффективности системы

При оценке эффективности инвестиционных проектов необходимо осуществить приведение затрат и результатов, полученных в разные периоды времени, к расчетномугоду, путем умножения затрат и результатов на коэффициент дисконтирования α_t, который определяется следующим образом:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E_{Н})^{t-t_р}}, \qquad (7.1)$$

где $E_{Н}$ –требуемая норма дисконта, 0,12;

t – порядковый номер года, затраты и результаты которого приводятся к расчетному году;

$t_р$ – расчетный год, в качестве расчетного года принимается год вложения инвестиций, $t_р = 1$.

Таким образом, коэффициенты дисконтирования составят:

$$\alpha_1 = \frac{1}{(1+0,12)^{1-1}} = 1,$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{(1+0,12)^{2-1}} = 0,89,$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{(1+0,12)^{3-1}} = 0,8,$$

$$\alpha_4 = \frac{1}{(1+0,12)^{4-1}} = 0,71.$$

Расчет чистого дисконтированного дохода и срока окупаемости представлен в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Расчет чистого дисконтированного дохода и срока окупаемости инвестиций в производство программно-аппаратного комплекса, р.

Наименование показателя	Усл. обоз.	По годам расчётного периода			
		2022	2023	2024	2025
Результат					
1. Прирост чистой прибыли	$П_ч$	22294,34	44588,69	44588,69	44588,69
2. Прирост результата	P_t	22294,34	44588,69	44588,69	44588,69
3. Коэффициент дисконтирования	α_t	1,00	0,89	0,80	0,71
4. Результат с учётом фактора времени	$P_t\alpha_t$	22294,34	39811,33	35545,83	31737,35
Затраты (инвестиции)					
5. Инвестиции в разработку нового изделия		45000,00			
7. Инвестиции в собственный оборотный капитал		12565,84			
7. Инвестиции	И	57565,84	-	-	-

Наименование показателя	Усл. обоз.	По годам расчётного периода			
		2022	2023	2024	2025
8. Инвестиции с учётом фактора времени	$И_t\alpha_t$	57565,84	-	-	-
9. Чистый дисконтированный доход по годам (п.4– п.6)	$ЧДД_t$	-35271,50	39811,33	35545,83	31737,35
10. ЧДД нарастающим итогом	ЧДД	-35271,50	4539,83	40085,66	71823,01

Как видно, инвестиции на проектные работы и монтаж системы окупятся на второй год.

Рентабельность инвестиций ($Р_и$) определяется по формуле

$$Р_И = \frac{П_{чср}}{З} 100\%, \quad (7.2)$$

где $П_{чср}$ –среднегодовая величина чистой прибыли за расчетный период, руб., которая определяется по формуле

$$П_{чср} = \frac{\sum_{t=1}^{n} П_{чt}}{n}, \quad (7.3)$$

где $П_{чt}$ – чистая прибыль, полученная в году *t*, руб.

Пчср = (22294,34+39811,33+35545,83+31737,35)/4 = 32347,21 р.

Рентабельность инвестиций составит:

Ри = (32347,21 /57565,84)•100 = 56,19 %

В процессе технико-экономического обоснования эффективности внедрения коммуникационного контроллера с шифрованием данных для системы умный дом получены следующие результаты:

1. Интегральный экономический эффект от внедрения в производство изделия за четыре года составил 71823,01 руб.;

2. Инвестиции окупятся на второй год с учетом фактора времени;

3. Рентабельность проекта составит 56,19 %.

Таким образом, разработка и внедрение коммуникационного контроллера с шифрованием данных для системы умный дом является эффективными для предприятия.

8 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В дипломном проекте разработана аппаратная и программная части коммуникационного контроллера с шифрованием данных для системы умный дом. Предлагаемая система представляет собой совокупность устройств, предназначенных для обеспечения комфорта, безопасности, а также ресурсосбережения дома. Система позволяет легко наращивать функционал аппаратной части, а также быстро модифицировать программную составляющую, что является, несомненно, положительными аспектами, при построении систем такого рода. Кроме того, к плюсам системы относится ее относительно малая стоимость по сравнению с профессиональными коммерческими аналогами. Также в будущем планируется реализовать автоматическое проветривание помещений на основе датчиков присутствия газов MQ-9 и сервоприводов для открытия/закрытия окон, если в помещении поднимается концентрация углекислого газа, то сервопривод открывает окно, когда уровень концентрации углекислого газа приходит в норму, тогда сервопривод закрывает окно. В планах также реализация функции оповещения при протечке воды, что в многоэтажных домах будет эффективно работать, при затоплениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проектирования конструкции устройства, учитывая последние разработки аналогичных приборов, были разработаны структурная схема устройства, функциональная схема и схема электрическая принципиальная.

При выполнении данного дипломного проекта широко использованы возможности вычислительной техники и пакеты систем автоматизированного проектирования современного уровня. К таким пакетам относится Altium Designer 21, пакет Microsoft Office и другие.

Спроектированное микропроцессорного устройства дистанционного управления объектом удовлетворяет техническим требованиям задания на дипломное проектирование, пояснительная записка содержит все основные разделы.

К достоинствам устройства можно отнести простоту и компактность, которая обусловлена использованием в устройстве минимального количества электронных компонентов. Конструкция устройства может служить базовой для создания микропроцессорного устройства дистанционного управления объектом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Micromax [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.micromax.ru/solution/theory-practice/articles/2160/

[2] Wi-Fi модуль ESP-01 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/wi-fi-modul-esp-01/

[3] Электронные патентно-информационные ресурсы и базы данных: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.fips.ru.

[4] Проектирование и производство РЭС. Дипломное проектирование: Учеб. Пособие/ А.П. Достанко, В.М. Бондарик, С.В. Бордусов [и др.]; Под общ. ред. А.П. Достанко. – М.:БГУИР, 2002. – 204с.

[5] Иди, Ф. Сетевой и межсетевой обмен данными с микроконтроллерами / Ф. Иди. - М.: Додэка XXI, 2007. – 376 с.

[6] Сборочно-монтажные процессы: учебно-методическое пособие / В.Л. Ланин, А. А. Костюкович, А. П. Достанко, А. А. Хмыль. – Мн.: БГУИР, 2008. – 133с.

[7] Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: Учебник/ А.П. Достанко, В.Л. Ланин, А.А. Хмыль, Л.П. Ануфриев. – Минск: Высш. школа, 2002.–513 с.

[8] Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЭА/ Л.Л.Роткоп, Ю.Е Спокойный; - М: Сов. радио, 1976 – 233с.

[9] ГОСТ 30631-99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим Изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам.

[10] Справочник конструктора - приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л.Соломахо, Р.И.Томилин,Б.В. Цитович– Мн.: Высш.шк., 1988.

[11] Хофманн, М. Микроконтроллеры для начинающих / М. Хофманн. - СПб.: BHV, 2013. - 304 с.

[12] ГОСТ 2.413-72 ЕСКД. Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготовляемых с применением электрического монтажа; Введен 01.07.1973.

[13]ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению; Введен 01.07.1985.

[14] ГОСТ 2.417-91 ЕСКД Платы печатные. Правила выполнения чертежей.- Взамен ГОСТ 2.417-78; Введен 01.01.2002.

[15] ГОСТ 2.104-2006ЕСКДОсновные надписи.- Взамен ГОСТ 2.104-68; Введен 01.08.2007.

[16]СТБ 1014-95 Изделия машиностроения. Детали. Общие технические условия; Введен 01.01.1998.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Листинг программы микроконтроллера на языке С

```
//
//file belt.h
//

/*
*******************************************************************************
**
Шифрование в режиме счетчика
*******************************************************************************
**
*/

#define B_PER_W 16
#define O_PER_W (B_PER_W / 8)
typedef unsigned short WORD;
typedef unsigned long u32;
typedef signed long i32;
typedef unsigned char u8;
typedef signed char i8;
typedef u8 octet;
typedef unsigned int size_t;

typedef struct
{
	u32 key[8];			//форматированный ключ
	u32 ctr[4];			//счетчик
	octet block[16];  //блок гаммы
	size_t reserved;  //резерв октетов гаммы
} belt_ctr_st;

/*
*******************************************************************************
**
Ускорители

Реализованы быстрые операции над блоками и полублоками belt. Блок
представляется либо как [16]octet, либо как [4]u32,
либо как [W_OF_B(128)]word.

Суффикс U32 в именах макросов и функций означает, что данные интерпретируются
как массив u32. Суффикс W означает, что данные интерпретируются как
массив word.
*******************************************************************************
**
*/

#define beltBlockIncU32(block)\
	if ((((u32*)(block))[0] += 1) == 0 &&\
		(((u32*)(block))[1] += 1) == 0 &&\
		(((u32*)(block))[2] += 1) == 0)\
		((u32*)(block))[3] += 1\

#define beltBlockCopy(dest, src)\
	((WORD*)(dest))[0] = ((const WORD*)(src))[0],\
	((WORD*)(dest))[1] = ((const WORD*)(src))[1],\
	((WORD*)(dest))[2] = ((const WORD*)(src))[2],\
```

```
	((WORD*)(dest))[3] = ((const WORD*)(src))[3]\

#define beltBlockXor2(dest, src)\
	((WORD*)(dest))[0] ^= ((const WORD*)(src))[0],\
	((WORD*)(dest))[1] ^= ((const WORD*)(src))[1],\
	((WORD*)(dest))[2] ^= ((const WORD*)(src))[2],\
	((WORD*)(dest))[3] ^= ((const WORD*)(src))[3]\

/*!
*******************************************************************************
**
Блоб -- объект в памяти определенного размера. В функциях работы с блобами
используются их дескрипторы -- "умные" указатели. С дескрипторами можно
работать как с обычными указателями, т.е. использовать их в функциях типа
memcpy, memset. Дополнительно по указателю можно определить размер блоба.

Реализация работы с блобами может быть платформенно-зависимой.

Реализация должна гарантировать защиту содержимого блобов от утечек,
например, через файл подкачки. Поэтому в блобах рекомендуется размещать
ключи и другие критические объекты.

В функциях работы с блобами дескрипторы входных блобов корректны.
*******************************************************************************
**
*/

// память для блобов выделяется страницами
#define BLOB_PAGE_SIZE 1024

// требуется страниц
#define blobPageCount(size)\
	(((size) + sizeof(size_t) + BLOB_PAGE_SIZE - 1) / BLOB_PAGE_SIZE)

// требуется памяти на страницах
#define blobActualSize(size)\
	(blobPageCount(size) * BLOB_PAGE_SIZE)

// heap-указатель для блоба
#define blobPtrOf(blob) ((size_t*)blob - 1)

// размер блоба
#define blobSizeOf(blob) (*blobPtrOf(blob))

// страничный размер блоба
#define blobActualSizeOf(blob) (blobActualSize(blobSizeOf(blob)))

// блоб для heap-указателя
#define blobValueOf(ptr) ((blob_t)((size_t*)ptr + 1))

// дескриптор блоба
typedef void* blob_t;

/*	Инициализация шифрования в режиме CTR

	По ключу [len]key и синхропосылке iv в state формируются
	структуры данных, необходимые для шифрования в режиме CTR.
	len == 16 || len == 24 || len == 32.
	По адресу state зарезервировано beltCTR_keep() октетов.
	Буферы key и state могут пересекаться.
*/
void beltCTRStart(
	void* state,			//[out] состояние
```

```
	const octet key[],		//[in] ключ
	size_t len,			//[in] длина ключа в октетах
	const octet iv[16]		//[in] синхропосылка
);

/*	Зашифрование фрагмента в режиме CTR

	Буфер [count]buf зашифровывается в режиме CTR на ключе, размещенном
	в state.
	beltCTRStart() < beltCTRStepE()*.
*/
void beltCTRStepE(
	void* buf,		//[in/out] открытый текст / шифртекст
	size_t count,		//[in] число октетов текста
	void* state		//[in/out] состояние
);

/*	Расшифрование фрагмента в режиме CTR
	Зашифрование в режиме CTR не отличается от расшифрования.
*/
#define beltCTRStepD beltCTRStepE

/*	Шифрование в режиме CTR

	Буфер [count]src зашифровывается или расшифровывается на ключе
	[len]key с использованием синхропосылки iv. Результат шифрования
	размещается в буфере [count]dest.
	{ERR_BAD_INPUT} len == 16 || len == 24 || len == 32.
	ERR_OK, если шифрование завершено успешно, и код ошибки
	в противном случае.
	Буферы могут пересекаться.
*/

//
//file belt.cpp
//

/*
*******************************************************************************
**
STB 34.101.31 (belt): CTR encryption
*******************************************************************************
**
*/

#include "belt.h"
#include <string.h>
#include <avr/pgmspace.h>

/*
*******************************************************************************
**
Загрузка
*******************************************************************************
**
*/

void u32From(u32 dest[], const void* src, size_t count)
{
	memmove(dest, src, count);
	if (count % 4)
		memset((octet*)dest + count, 0, 4 - count % 4);
}
```

```
/*
*****************************************************************************
**
Расширение ключа
*****************************************************************************
**
*/

void beltKeyExpand(u32 key_[8], const octet key[], size_t len)
{
	u32From(key_, key, len);
	if (len == 16)
	{
		key_[4] = key_[0];
		key_[5] = key_[1];
		key_[6] = key_[2];
		key_[7] = key_[3];
	}
	else if (len == 24)
	{
		key_[6] = key_[0] ^ key_[1] ^ key_[2];
		key_[7] = key_[3] ^ key_[4] ^ key_[5];
	}
}

/*
*****************************************************************************
**
H-блок
*****************************************************************************
**
*/
/*
static const octet H[256] = {
	0xB1,0x94,0xBA,0xC8,0x0A,0x08,0xF5,0x3B,0x36,0x6D,0x00,0x8E,0x58,0x4A,0x
5D,0xE4,
	0x85,0x04,0xFA,0x9D,0x1B,0xB6,0xC7,0xAC,0x25,0x2E,0x72,0xC2,0x02,0xFD,0x
CE,0x0D,
	0x5B,0xE3,0xD6,0x12,0x17,0xB9,0x61,0x81,0xFE,0x67,0x86,0xAD,0x71,0x6B,0x
89,0x0B,
	0x5C,0xB0,0xC0,0xFF,0x33,0xC3,0x56,0xB8,0x35,0xC4,0x05,0xAE,0xD8,0xE0,0x
7F,0x99,
	0xE1,0x2B,0xDC,0x1A,0xE2,0x82,0x57,0xEC,0x70,0x3F,0xCC,0xF0,0x95,0xEE,0x
8D,0xF1,
	0xC1,0xAB,0x76,0x38,0x9F,0xE6,0x78,0xCA,0xF7,0xC6,0xF8,0x60,0xD5,0xBB,0x
9C,0x4F,
	0xF3,0x3C,0x65,0x7B,0x63,0x7C,0x30,0x6A,0xDD,0x4E,0xA7,0x79,0x9E,0xB2,0x
3D,0x31,
	0x3E,0x98,0xB5,0x6E,0x27,0xD3,0xBC,0xCF,0x59,0x1E,0x18,0x1F,0x4C,0x5A,0x
B7,0x93,
	0xE9,0xDE,0xE7,0x2C,0x8F,0x0C,0x0F,0xA6,0x2D,0xDB,0x49,0xF4,0x6F,0x73,0x
96,0x47,
	0x06,0x07,0x53,0x16,0xED,0x24,0x7A,0x37,0x39,0xCB,0xA3,0x83,0x03,0xA9,0x
8B,0xF6,
	0x92,0xBD,0x9B,0x1C,0xE5,0xD1,0x41,0x01,0x54,0x45,0xFB,0xC9,0x5E,0x4D,0x
0E,0xF2,
	0x68,0x20,0x80,0xAA,0x22,0x7D,0x64,0x2F,0x26,0x87,0xF9,0x34,0x90,0x40,0x
55,0x11,
	0xBE,0x32,0x97,0x13,0x43,0xFC,0x9A,0x48,0xA0,0x2A,0x88,0x5F,0x19,0x4B,0x
09,0xA1,
	0x7E,0xCD,0xA4,0xD0,0x15,0x44,0xAF,0x8C,0xA5,0x84,0x50,0xBF,0x66,0xD2,0x
E8,0x8A,
```

```
      0xA2,0xD7,0x46,0x52,0x42,0xA8,0xDF,0xB3,0x69,0x74,0xC5,0x51,0xEB,0x23,0x
29,0x21,
      0xD4,0xEF,0xD9,0xB4,0x3A,0x62,0x28,0x75,0x91,0x14,0x10,0xEA,0x77,0x6C,0x
DA,0x1D,
};

const octet* beltH()
{
      return H;
}
*/

/*
*****************************************************************************
**
Расширенные H-блоки

      Описание построено с помощью функции:

      void beltExtendBoxes()
      {
            unsigned r, x;
            u32 y;
            for (r = 5; r < 32; r += 8)
            {
                  printf("static const u32 H%u[256] = {", r);
                  for (x = 0; x < 256; x++)
                        y = H[x],
                        y = y << r | y >> (32 - r),
                        printf(x % 8 ? "0x%08X," : "\n\t0x%08X,", y);
                  printf("\n};\n");
            }
      }
*****************************************************************************
**
*/

static const u32 H5[256] PROGMEM = {
      0x00001620,0x00001280,0x00001740,0x00001900,0x00000140,0x00000100,0x0000
1EA0,0x00000760,
      0x000006C0,0x00000DA0,0x00000000,0x000011C0,0x00000B00,0x00000940,0x0000
0BA0,0x00001C80,
      0x000010A0,0x00000080,0x00001F40,0x000013A0,0x00000360,0x000016C0,0x0000
18E0,0x00001580,
      0x000004A0,0x000005C0,0x00000E40,0x00001840,0x00000040,0x00001FA0,0x0000
19C0,0x000001A0,
      0x00000B60,0x00001C60,0x00001AC0,0x00000240,0x000002E0,0x00001720,0x0000
0C20,0x00001020,
      0x00001FC0,0x00000CE0,0x000010C0,0x000015A0,0x00000E20,0x00000D60,0x0000
1120,0x00000160,
      0x00000B80,0x00001600,0x00001800,0x00001FE0,0x00000660,0x00001860,0x0000
0AC0,0x00001700,
      0x000006A0,0x00001880,0x000000A0,0x000015C0,0x00001B00,0x00001C00,0x0000
0FE0,0x00001320,
      0x00001C20,0x00000560,0x00001B80,0x00000340,0x00001C40,0x00001040,0x0000
0AE0,0x00001D80,
      0x00000E00,0x000007E0,0x00001980,0x00001E00,0x000012A0,0x00001DC0,0x0000
11A0,0x00001E20,
      0x00001820,0x00001560,0x00000EC0,0x00000700,0x000013E0,0x00001CC0,0x0000
0F00,0x00001940,
      0x00001EE0,0x000018C0,0x00001F00,0x00000C00,0x00001AA0,0x00001760,0x0000
1380,0x000009E0,
```

```
      0x00001E60,0x00000780,0x00000CA0,0x00000F60,0x00000C60,0x00000F80,0x0000
0600,0x00000D40,
      0x00001BA0,0x000009C0,0x000014E0,0x00000F20,0x000013C0,0x00001640,0x0000
07A0,0x00000620,
      0x000007C0,0x00001300,0x000016A0,0x00000DC0,0x000004E0,0x00001A60,0x0000
1780,0x000019E0,
      0x00000B20,0x000003C0,0x00000300,0x000003E0,0x00000980,0x00000B40,0x0000
16E0,0x00001260,
      0x00001D20,0x00001BC0,0x00001CE0,0x00000580,0x000011E0,0x00000180,0x0000
01E0,0x000014C0,
      0x000005A0,0x00001B60,0x00000920,0x00001E80,0x00000DE0,0x00000E60,0x0000
12C0,0x000008E0,
      0x000000C0,0x000000E0,0x00000A60,0x000002C0,0x00001DA0,0x00000480,0x0000
0F40,0x000006E0,
      0x00000720,0x00001960,0x00001460,0x00001060,0x00000060,0x00001520,0x0000
1160,0x00001EC0,
      0x00001240,0x000017A0,0x00001360,0x00000380,0x00001CA0,0x00001A20,0x0000
0820,0x00000020,
      0x00000A80,0x000008A0,0x00001F60,0x00001920,0x00000BC0,0x000009A0,0x0000
01C0,0x00001E40,
      0x00000D00,0x00000400,0x00001000,0x00001540,0x00000440,0x00000FA0,0x0000
0C80,0x000005E0,
      0x000004C0,0x000010E0,0x00001F20,0x00000680,0x00001200,0x00000800,0x0000
0AA0,0x00000220,
      0x000017C0,0x00000640,0x000012E0,0x00000260,0x00000860,0x00001F80,0x0000
1340,0x00000900,
      0x00001400,0x00000540,0x00001100,0x00000BE0,0x00000320,0x00000960,0x0000
0120,0x00001420,
      0x00000FC0,0x000019A0,0x00001480,0x00001A00,0x000002A0,0x00000880,0x0000
15E0,0x00001180,
      0x000014A0,0x00001080,0x00000A00,0x000017E0,0x00000CC0,0x00001A40,0x0000
1D00,0x00001140,
      0x00001440,0x00001AE0,0x000008C0,0x00000A40,0x00000840,0x00001500,0x0000
1BE0,0x00001660,
      0x00000D20,0x00000E80,0x000018A0,0x00000A20,0x00001D60,0x00000460,0x0000
0520,0x00000420,
      0x00001A80,0x00001DE0,0x00001B20,0x00001680,0x00000740,0x00000C40,0x0000
0500,0x00000EA0,
      0x00001220,0x00000280,0x00000200,0x00001D40,0x00000EE0,0x00000D80,0x0000
1B40,0x000003A0,
};
static const u32 H13[256] PROGMEM = {
      0x00162000,0x00128000,0x00174000,0x00190000,0x00014000,0x00010000,0x001E
A000,0x00076000,
      0x0006C000,0x000DA000,0x00000000,0x0011C000,0x000B0000,0x00094000,0x000B
A000,0x001C8000,
      0x0010A000,0x00008000,0x001F4000,0x0013A000,0x00036000,0x0016C000,0x0018
E000,0x00158000,
      0x0004A000,0x0005C000,0x000E4000,0x00184000,0x00004000,0x001FA000,0x0019
C000,0x0001A000,
      0x000B6000,0x001C6000,0x001AC000,0x00024000,0x0002E000,0x00172000,0x000C
2000,0x00102000,
      0x001FC000,0x000CE000,0x0010C000,0x0015A000,0x000E2000,0x000D6000,0x0011
2000,0x00016000,
      0x000B8000,0x00160000,0x00180000,0x001FE000,0x00066000,0x00186000,0x000A
C000,0x00170000,
      0x0006A000,0x00188000,0x0000A000,0x0015C000,0x001B0000,0x001C0000,0x000F
E000,0x00132000,
      0x001C2000,0x00056000,0x001B8000,0x00034000,0x001C4000,0x00104000,0x000A
E000,0x001D8000,
      0x000E0000,0x0007E000,0x00198000,0x001E0000,0x0012A000,0x001DC000,0x0011
A000,0x001E2000,
```

```
      0x00182000,0x00156000,0x000EC000,0x00070000,0x0013E000,0x001CC000,0x000F
0000,0x00194000,
      0x001EE000,0x0018C000,0x001F0000,0x000C0000,0x001AA000,0x00176000,0x0013
8000,0x0009E000,
      0x001E6000,0x00078000,0x000CA000,0x000F6000,0x000C6000,0x000F8000,0x0006
0000,0x000D4000,
      0x001BA000,0x0009C000,0x0014E000,0x000F2000,0x0013C000,0x00164000,0x0007
A000,0x00062000,
      0x0007C000,0x00130000,0x0016A000,0x000DC000,0x0004E000,0x001A6000,0x0017
8000,0x0019E000,
      0x000B2000,0x0003C000,0x00030000,0x0003E000,0x00098000,0x000B4000,0x0016
E000,0x00126000,
      0x001D2000,0x001BC000,0x001CE000,0x00058000,0x0011E000,0x00018000,0x0001
E000,0x0014C000,
      0x0005A000,0x001B6000,0x00092000,0x001E8000,0x000DE000,0x000E6000,0x0012
C000,0x0008E000,
      0x0000C000,0x0000E000,0x000A6000,0x0002C000,0x001DA000,0x00048000,0x000F
4000,0x0006E000,
      0x00072000,0x00196000,0x00146000,0x00106000,0x00006000,0x00152000,0x0011
6000,0x001EC000,
      0x00124000,0x0017A000,0x00136000,0x00038000,0x001CA000,0x001A2000,0x0008
2000,0x00002000,
      0x000A8000,0x0008A000,0x001F6000,0x00192000,0x000BC000,0x0009A000,0x0001
C000,0x001E4000,
      0x000D0000,0x00040000,0x00100000,0x00154000,0x00044000,0x000FA000,0x000C
8000,0x0005E000,
      0x0004C000,0x0010E000,0x001F2000,0x00068000,0x00120000,0x00080000,0x000A
A000,0x00022000,
      0x0017C000,0x00064000,0x0012E000,0x00026000,0x00086000,0x001F8000,0x0013
4000,0x00090000,
      0x00140000,0x00054000,0x00110000,0x000BE000,0x00032000,0x00096000,0x0001
2000,0x00142000,
      0x000FC000,0x0019A000,0x00148000,0x001A0000,0x0002A000,0x00088000,0x0015
E000,0x00118000,
      0x0014A000,0x00108000,0x000A0000,0x0017E000,0x000CC000,0x001A4000,0x001D
0000,0x00114000,
      0x00144000,0x001AE000,0x0008C000,0x000A4000,0x00084000,0x00150000,0x001B
E000,0x00166000,
      0x000D2000,0x000E8000,0x0018A000,0x000A2000,0x001D6000,0x00046000,0x0005
2000,0x00042000,
      0x001A8000,0x001DE000,0x001B2000,0x00168000,0x00074000,0x000C4000,0x0005
0000,0x000EA000,
      0x00122000,0x00028000,0x00020000,0x001D4000,0x000EE000,0x000D8000,0x001B
4000,0x0003A000,
};
static const u32 H21[256] PROGMEM = {
      0x16200000,0x12800000,0x17400000,0x19000000,0x01400000,0x01000000,0x1EA0
0000,0x07600000,
      0x06C00000,0x0DA00000,0x00000000,0x11C00000,0x0B000000,0x09400000,0x0BA0
0000,0x1C800000,
      0x10A00000,0x00800000,0x1F400000,0x13A00000,0x03600000,0x16C00000,0x18E0
0000,0x15800000,
      0x04A00000,0x05C00000,0x0E400000,0x18400000,0x00400000,0x1FA00000,0x19C0
0000,0x01A00000,
      0x0B600000,0x1C600000,0x1AC00000,0x02400000,0x02E00000,0x17200000,0x0C20
0000,0x10200000,
      0x1FC00000,0x0CE00000,0x10C00000,0x15A00000,0x0E200000,0x0D600000,0x1120
0000,0x01600000,
      0x0B800000,0x16000000,0x18000000,0x1FE00000,0x06600000,0x18600000,0x0AC0
0000,0x17000000,
      0x06A00000,0x18800000,0x00A00000,0x15C00000,0x1B000000,0x1C000000,0x0FE0
0000,0x13200000,
```

```
      0x1C200000,0x05600000,0x1B800000,0x03400000,0x1C400000,0x10400000,0x0AE0
0000,0x1D800000,
      0x0E000000,0x07E00000,0x19800000,0x1E000000,0x12A00000,0x1DC00000,0x11A0
0000,0x1E200000,
      0x18200000,0x15600000,0x0EC00000,0x07000000,0x13E00000,0x1CC00000,0x0F00
0000,0x19400000,
      0x1EE00000,0x18C00000,0x1F000000,0x0C000000,0x1AA00000,0x17600000,0x1380
0000,0x09E00000,
      0x1E600000,0x07800000,0x0CA00000,0x0F600000,0x0C600000,0x0F800000,0x0600
0000,0x0D400000,
      0x1BA00000,0x09C00000,0x14E00000,0x0F200000,0x13C00000,0x16400000,0x07A0
0000,0x06200000,
      0x07C00000,0x13000000,0x16A00000,0x0DC00000,0x04E00000,0x1A600000,0x1780
0000,0x19E00000,
      0x0B200000,0x03C00000,0x03000000,0x03E00000,0x09800000,0x0B400000,0x16E0
0000,0x12600000,
      0x1D200000,0x1BC00000,0x1CE00000,0x05800000,0x11E00000,0x01800000,0x01E0
0000,0x14C00000,
      0x05A00000,0x1B600000,0x09200000,0x1E800000,0x0DE00000,0x0E600000,0x12C0
0000,0x08E00000,
      0x00C00000,0x00E00000,0x0A600000,0x02C00000,0x1DA00000,0x04800000,0x0F40
0000,0x06E00000,
      0x07200000,0x19600000,0x14600000,0x10600000,0x00600000,0x15200000,0x1160
0000,0x1EC00000,
      0x12400000,0x17A00000,0x13600000,0x03800000,0x1CA00000,0x1A200000,0x0820
0000,0x00200000,
      0x0A800000,0x08A00000,0x1F600000,0x19200000,0x0BC00000,0x09A00000,0x01C0
0000,0x1E400000,
      0x0D000000,0x04000000,0x10000000,0x15400000,0x04400000,0x0FA00000,0x0C80
0000,0x05E00000,
      0x04C00000,0x10E00000,0x1F200000,0x06800000,0x12000000,0x08000000,0x0AA0
0000,0x02200000,
      0x17C00000,0x06400000,0x12E00000,0x02600000,0x08600000,0x1F800000,0x1340
0000,0x09000000,
      0x14000000,0x05400000,0x11000000,0x0BE00000,0x03200000,0x09600000,0x0120
0000,0x14200000,
      0x0FC00000,0x19A00000,0x14800000,0x1A000000,0x02A00000,0x08800000,0x15E0
0000,0x11800000,
      0x14A00000,0x10800000,0x0A000000,0x17E00000,0x0CC00000,0x1A400000,0x1D00
0000,0x11400000,
      0x14400000,0x1AE00000,0x08C00000,0x0A400000,0x08400000,0x15000000,0x1BE0
0000,0x16600000,
      0x0D200000,0x0E800000,0x18A00000,0x0A200000,0x1D600000,0x04600000,0x0520
0000,0x04200000,
      0x1A800000,0x1DE00000,0x1B200000,0x16800000,0x07400000,0x0C400000,0x0500
0000,0x0EA00000,
      0x12200000,0x02800000,0x02000000,0x1D400000,0x0EE00000,0x0D800000,0x1B40
0000,0x03A00000,
};
static const u32 H29[256] PROGMEM = {
      0x20000016,0x80000012,0x40000017,0x00000019,0x40000001,0x00000001,0xA000
001E,0x60000007,
      0xC0000006,0xA000000D,0x00000000,0xC0000011,0x0000000B,0x40000009,0xA000
000B,0x8000001C,
      0xA0000010,0x80000000,0x4000001F,0xA0000013,0x60000003,0xC0000016,0xE000
0018,0x80000015,
      0xA0000004,0xC0000005,0x4000000E,0x40000018,0x40000000,0xA000001F,0xC000
0019,0xA0000001,
      0x6000000B,0x6000001C,0xC000001A,0x40000002,0xE0000002,0x20000017,0x2000
000C,0x20000010,
      0xC000001F,0xE000000C,0xC0000010,0xA0000015,0x2000000E,0x6000000D,0x2000
0011,0x60000001,
```

```
      0x8000000B,0x00000016,0x00000018,0xE000001F,0x60000006,0x60000018,0xC000
000A,0x00000017,
      0xA0000006,0x80000018,0xA0000000,0xC0000015,0x0000001B,0x0000001C,0xE000
000F,0x20000013,
      0x2000001C,0x60000005,0x8000001B,0x40000003,0x4000001C,0x40000010,0xE000
000A,0x8000001D,
      0x0000000E,0xE0000007,0x80000019,0x0000001E,0xA0000012,0xC000001D,0xA000
0011,0x2000001E,
      0x20000018,0x60000015,0xC000000E,0x00000007,0xE0000013,0xC000001C,0x0000
000F,0x40000019,
      0xE000001E,0xC0000018,0x0000001F,0x0000000C,0xA000001A,0x60000017,0x8000
0013,0xE0000009,
      0x6000001E,0x80000007,0xA000000C,0x6000000F,0x6000000C,0x8000000F,0x0000
0006,0x4000000D,
      0xA000001B,0xC0000009,0xE0000014,0x2000000F,0xC0000013,0x40000016,0xA000
0007,0x20000006,
      0xC0000007,0x00000013,0xA0000016,0xC000000D,0xE0000004,0x6000001A,0x8000
0017,0xE0000019,
      0x2000000B,0xC0000003,0x00000003,0xE0000003,0x80000009,0x4000000B,0xE000
0016,0x60000012,
      0x2000001D,0xC000001B,0xE000001C,0x80000005,0xE0000011,0x80000001,0xE000
0001,0xC0000014,
      0xA0000005,0x6000001B,0x20000009,0x8000001E,0xE000000D,0x6000000E,0xC000
0012,0xE0000008,
      0xC0000000,0xE0000000,0x6000000A,0xC0000002,0xA000001D,0x80000004,0x4000
000F,0xE0000006,
      0x20000007,0x60000019,0x60000014,0x60000010,0x60000000,0x20000015,0x6000
0011,0xC000001E,
      0x40000012,0xA0000017,0x60000013,0x80000003,0xA000001C,0x2000001A,0x2000
0008,0x20000000,
      0x8000000A,0xA0000008,0x6000001F,0x20000019,0xC000000B,0xA0000009,0xC000
0001,0x4000001E,
      0x0000000D,0x00000004,0x00000010,0x40000015,0x40000004,0xA000000F,0x8000
000C,0xE0000005,
      0xC0000004,0xE0000010,0x2000001F,0x80000006,0x00000012,0x00000008,0xA000
000A,0x20000002,
      0xC0000017,0x40000006,0xE0000012,0x60000002,0x60000008,0x8000001F,0x4000
0013,0x00000009,
      0x00000014,0x40000005,0x00000011,0xE000000B,0x20000003,0x60000009,0x2000
0001,0x20000014,
      0xC000000F,0xA0000019,0x80000014,0x0000001A,0xA0000002,0x80000008,0xE000
0015,0x80000011,
      0xA0000014,0x80000010,0x0000000A,0xE0000017,0xC000000C,0x4000001A,0x0000
001D,0x40000011,
      0x40000014,0xE000001A,0xC0000008,0x4000000A,0x40000008,0x00000015,0xE000
001B,0x60000016,
      0x2000000D,0x8000000E,0xA0000018,0x2000000A,0x6000001D,0x60000004,0x2000
0005,0x20000004,
      0x8000001A,0xE000001D,0x2000001B,0x80000016,0x40000007,0x4000000C,0x0000
0005,0xA000000E,
      0x20000012,0x80000002,0x00000002,0x4000001D,0xE000000E,0x8000000D,0x4000
001B,0xA0000003,
};

/*
*****************************************************************************
**
G-блоки
*****************************************************************************
**
*/
#define G5(x)\
```

```
      pgm_read_dword_near(H5 + ((x) & 255)) ^ pgm_read_dword_near(H13 + ((x)
>> 8 & 255)) ^ pgm_read_dword_near(H21 + ((x) >> 16 & 255)) ^
pgm_read_dword_near(H29 + ((x) >> 24))
#define G13(x)\
      pgm_read_dword_near(H13 + ((x) & 255)) ^ pgm_read_dword_near(H21 + ((x)
>> 8 & 255)) ^ pgm_read_dword_near(H29 + ((x) >> 16 & 255)) ^
pgm_read_dword_near(H5 + ((x) >> 24))
#define G21(x)\
      pgm_read_dword_near(H21 + ((x) & 255)) ^ pgm_read_dword_near(H29 + ((x)
>> 8 & 255)) ^ pgm_read_dword_near(H5 + ((x) >> 16 & 255)) ^
pgm_read_dword_near(H13 + ((x) >> 24))

/*
*****************************************************************************
**
Тактовая подстановка

Макрос R реализует шаги 2.1-2.9 алгоритмов зашифрования и расшифрования.

На шагах 2.4-2.6 дополнительный регистр e не используется.
Нужные данные сохраняются в регистрах b и c.

Параметр-макрос subkey задает порядок использования тактовых ключей:
порядок subkey = subkey_e используется при зашифровании и расшифровании
*****************************************************************************
**
*/
#define R(a, b, c, d, K, i, subkey)\
      *b ^= G5(*a + subkey(K, i, 0));\
      *c ^= G21(*d + subkey(K, i, 1));\
      *a -= G13(*b + subkey(K, i, 2));\
      *c += *b;\
      *b += G21(*c + subkey(K, i, 3)) ^ i;\
      *c -= *b;\
      *d += G13(*c + subkey(K, i, 4));\
      *b ^= G21(*a + subkey(K, i, 5));\
      *c ^= G5(*d + subkey(K, i, 6));\

#define subkey_e(K, i, j) K[(7 * i - 7 + j) % 8]

/*
*****************************************************************************
**
Такты зашифрования

Перестановка содержимого регистров a, b, c, d реализуется перестановкой
параметров макроса R. После выполнения последнего макроса R и шагов 2.10-2.12
алгоритма зашифрования в регистрах a, b, c, d будут находиться значения,
соответствующие спецификации belt.

Окончательная перестановка abcd -> bdac реализуется инверсиями:
a <-> b, c <-> d, b <-> c.
*****************************************************************************
**
*/
#define E(a, b, c, d, K)\
      R(a, b, c, d, K, 1, subkey_e);\
      R(b, d, a, c, K, 2, subkey_e);\
      R(d, c, b, a, K, 3, subkey_e);\
      R(c, a, d, b, K, 4, subkey_e);\
      R(a, b, c, d, K, 5, subkey_e);\
      R(b, d, a, c, K, 6, subkey_e);\
      R(d, c, b, a, K, 7, subkey_e);\
```

```
	R(c, a, d, b, K, 8, subkey_e);\
	*a ^= *b, *b ^= *a, *a ^= *b;\
	*c ^= *d, *d ^= *c, *c ^= *d;\
	*b ^= *c, *c ^= *b, *b ^= *c;\

/*
*****************************************************************************
**
Зашифрование блока
*****************************************************************************
**
*/

void beltBlockEncr(u32 block[4], const u32 key[8])
{
	E((block + 0), (block + 1), (block + 2), (block + 3), key);
}

/*
*****************************************************************************
**
Расшифрование блока
*****************************************************************************
**
*/

void memXor2(void* dest, const void* src, size_t count)
{
	for (; count >= O_PER_W; count -= O_PER_W)
	{
		*(WORD*)dest ^= *(const WORD*)src;
		src = (const WORD*)src + 1;
		dest = (WORD*)dest + 1;
	}
	while (count--)
	{
		*(octet*)dest ^= *(const octet*)src;
		src = (const octet*)src + 1;
		dest = (octet*)dest + 1;
	}
}

/*
*****************************************************************************
**
Шифрование в режиме CTR

Для ускорения работы счетчик ctr хранится в виде [4]u32. Это позволяет
зашифровывать счетчик с помощью функции beltBlockEncr(), в которой
не используется реверс октетов  даже на платформах BIG_ENDIAN.
Реверс применяется только перед использованием зашифрованного счетчика
в качестве гаммы.
*****************************************************************************
**
*/

void beltCTRStart(void* state, const octet key[], size_t len,
	const octet iv[16])
{
	belt_ctr_st* st = (belt_ctr_st*)state;
	beltKeyExpand(st->key, key, len);
	u32From(st->ctr, iv, 16);
	beltBlockEncr(st->ctr, st->key);
```

```
	st->reserved = 0;
}

void beltCTRStepE(void* buf, size_t count, void* state)
{
	belt_ctr_st* st = (belt_ctr_st*)state;
	// есть резерв гаммы?
	if (st->reserved)
	{
		if (st->reserved >= count)
		{
			memXor2(buf, st->block + 16 - st->reserved, count);
			st->reserved -= count;
			return;
		}
		memXor2(buf, st->block + 16 - st->reserved, st->reserved);
		count -= st->reserved;
		buf = (octet*)buf + st->reserved;
		st->reserved = 0;
	}
	// цикл по полным блокам
	while (count >= 16)
	{
		beltBlockIncU32(st->ctr);
		beltBlockCopy(st->block, st->ctr);
		beltBlockEncr((u32*)st->block, st->key);
		beltBlockXor2(buf, st->block);
		buf = (octet*)buf + 16;
		count -= 16;
	}
	// неполный блок?
	if (count)
	{
		beltBlockIncU32(st->ctr);
		beltBlockCopy(st->block, st->ctr);
		beltBlockEncr((u32*)st->block, st->key);
		memXor2(buf, st->block, count);
		st->reserved = 16 - count;
	}
}

//
//file dip_proj.ino
//

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <EEPROM.h>
#include <belt.h>

#define ONE_WIRE_BUS 6

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); //Настройка 1wire для работы с 6-м выводом
Ардуино
DallasTemperature sensors(&oneWire); //Подключаем датчик температуры

bool SPI_is_receiving = false; //индикация получения данных по SPI

size_t len = 16; //длина ключа
octet key[16] = {0}; //объявление глобального массива для хранения ключа
```

```
const octet iv[16] = { 'z', 'j', 'l', 'b', 'y', ':', 'b', 'd', '0', 'q', 'f',
'l', 'h', 'e', 'u', '7' }; //синхропосылка

char outData[256] = {0}; //выходные данные, нуждающиеся в шифровании
char inData[256] = {0}; //входные данные, нуждающиеся в расшифровке

belt_ctr_st stateEncr = {0};
belt_ctr_st stateDecr = {0};

int ii=1;
int ij=0;
byte r=0,g=0,b=0;
char buf[100];
char bb[40];

// задание MAC-адреса устройства
byte mac[] = {0x0E, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};

// Параметры сети по умолчанию при отсуствии DHCP-свервера
// Настройка IP-адреса, шлюза, DNS-сервера, и маски сети
IPAddress ip(192,168,1,30);
IPAddress myDns(8,8,8,8);
IPAddress gateway(192,168,1,1);
IPAddress subnet(255,255,255,0);

EthernetClient client;
int addr_len=0;
int addr = 0;
char server[100];
int buttonState = 1;

unsigned long lastConnectionTime = 0; // время последнего подключения к
серверу (в миллисекундах)
boolean lastConnected = false; // последнее состояние подключения
const unsigned long postingInterval = 10*1000; // задержка между обновлениями
данных (в миллисекундах)

void setup() {
    int i;

    pinMode(3, OUTPUT); // LED 1
    pinMode(4, INPUT); // Кнопка PD4
    pinMode(5, OUTPUT); // LED 2
    pinMode(7, OUTPUT); // LED 3

    // инициализация SPI:
    SPI.begin();
    SPI.setBitOrder(MSBFIRST); // MSBFIRST – приоритет старшего бита,
LSBFIRST – приоритет младшего бита
    SPI.setClockDivider(SPI_CLOCK_DIV4); //установка делителя частоты SPI
(16Mhz/4 = 4Mhz)
    digitalWrite(SS, HIGH);

    // инициализация UART:
    Serial.begin(9600); //установка скорости передачи данных UART

    // Ожидание загрузки Ethernet-модуля
    delay(1000);
    buttonState = digitalRead(4);

    // Проверка, нажата ли кнопка PD4 сразу после включения питания
    if (buttonState == 0){ // Если нажата, необходимо ввести имя сервера и
ключ шифрования
```

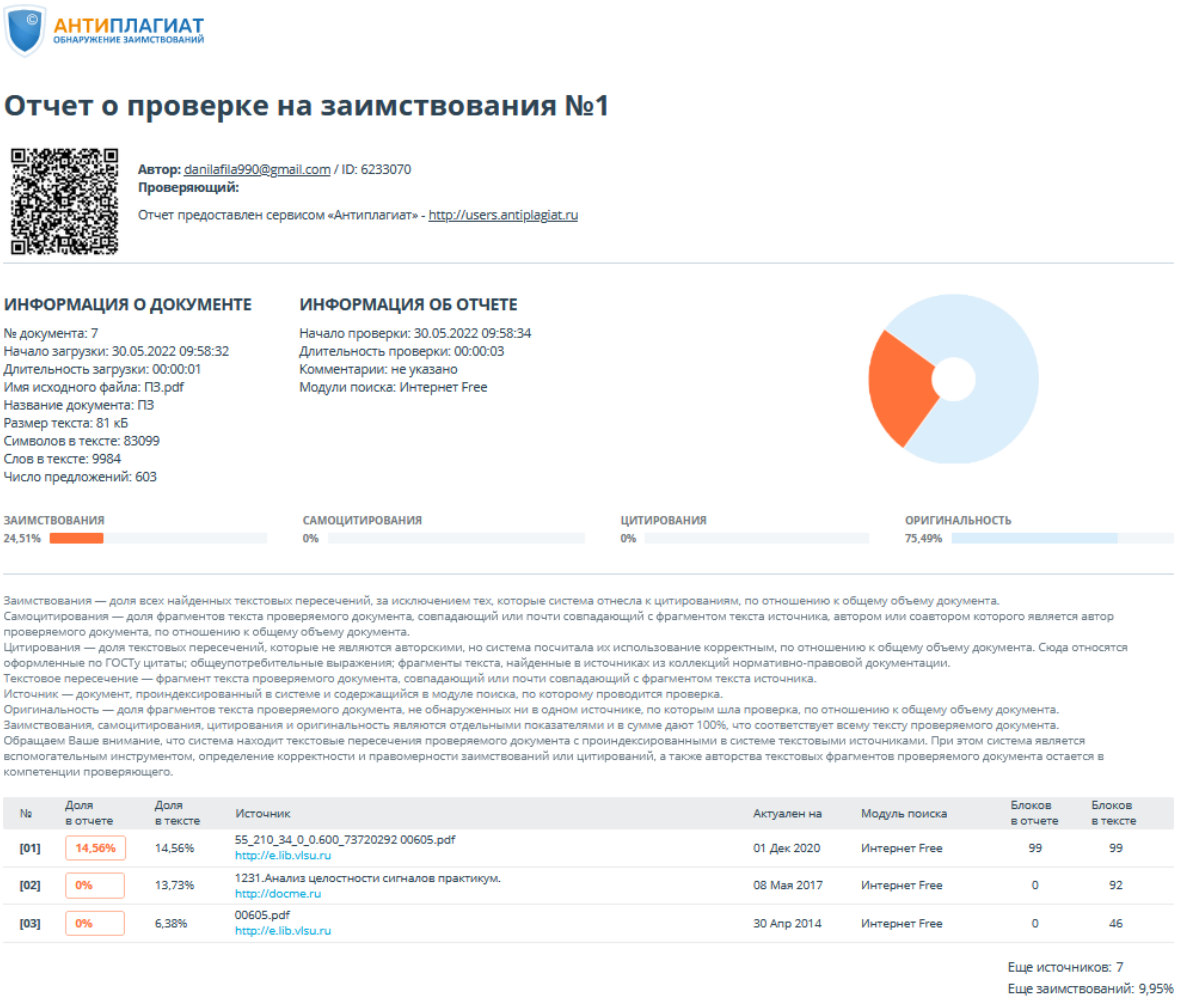
```
        for(ia=0;ia<100;ia++){
            addr=ia; EEPROM.write(addr, 0); // Обнуляем EEPROM
        }

        Serial.print("Input server name: ");
        while(Serial.available() <= 0){ ;} // Ожидание ввода
        delay(1000); // Задержка для передачи в буфер

        for(i = 0; i < len; i++) //считывание ключа с последовательного порта
при запуске
        {
            while(Serial.available() == 0){} // ожидание начала передачи
данных
            key[i] = Serial.read(); // считывание ключа шифрования
посимвольно
        }

        i=0;
        while(Serial.available() > 0 && addr_len < 100) {
            server[i] = Serial.read(); addr_len=i; i++; // Чтение адреса
сервера
        }

        for(i = 0; i < 16; i++)
            EEPROM.write(i, key[i]); // Запись ключа в EEPROM
        for(i = 0; i < addr_len; i++)
            EEPROM.write(i + 16, server[i]); // Запись адреса в EEPROM

        Serial.println();
    }
    else {
        for(i = 0; i < 16; i++)
            key[i] = EEPROM.read(i); // чтениею ключа с EEPROM

        for(i = 0; i < 100; i++)
            server[i]=EEPROM.read(i + 16); // Чтение имени сервера с EEPROM
    }

    // инициализация состояния шифратора
    beltCTRStart(&stateEncr, key, len, iv);

    // инициализация состояния дешифратора
    beltCTRStart(&stateDecr, key, len, iv);

    Serial.print("Server name: ");
    Serial.println(server);
    // Определение IP параметров с помощью DHCP
    if (Ethernet.begin(mac) == 0) {
        Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP");
        // initialize the ethernet device not using DHCP:
        Ethernet.begin(mac, ip, myDns, gateway, subnet);
    }
    // start the Ethernet connection using a fixed IP address and DNS server:
    // print the Ethernet board/shield's IP address:
    Serial.print("My IP address: ");
    Serial.println(Ethernet.localIP());
    Serial.print("My DNS address: ");
    Serial.println(Ethernet.dnsServerIP());
    Serial.print("Gateway address: ");
    Serial.println(Ethernet.gatewayIP());
    Serial.print("SubnetMask: ");
    Serial.println(Ethernet.subnetMask());
}
```

```
void loop() {
    // Получены ли данные по сети
    if (client.available()) {

        char c = client.read(); // чтение данных
        beltCTRStepE(&c, 1, &stateDecr); //расшифровка байта данных
        Serial.print(c); // отладочный вывод

        buf[ii-1]=c; ij=ii;
        if(c=='\n')
            ii=0;
        ii++;
    }

    // обработка данных от сервера
    if (!client.connected() && lastConnected) {
        Serial.println();
        Serial.print("disconnecting");

        if(ij<=1) goto lab;
        for(ii=0;ii<ij;ii++)
            Serial.write(buf[ii]);
        Serial.println();
        if( buf[1]=='1') {digitalWrite(3,HIGH);}
        if( buf[1]=='0') {digitalWrite(3,LOW);}
        if( buf[2]=='1') {digitalWrite(5,HIGH);}
        if( buf[2]=='0') {digitalWrite(5,LOW);}
        if( buf[3]=='1') {digitalWrite(7,HIGH);}
        if( buf[3]=='0') {digitalWrite(7,LOW);}
        lab:
        client.stop();
    }

    // Если клиент не подключен и прошло 10 секунд с последнего подключения
    // Тогда подключаемся снова и отправляем данные
    if(!client.connected() && (millis() - lastConnectionTime >
postingInterval)) {
        sensors.requestTemperatures();
        int temp=sensors.getTempCByIndex(0);
        httpPost(&temp, 2); // шифрование и отправка данных от сенсора
    }
    if( !client.connected() && (millis() - lastConnectionTime >
postingInterval/2)) {
        httpGet(); // опрашиваем сервер
    }
    // сохранить последнее состояние (подключен/не подключен)
    lastConnected = client.connected();
}


// Шифрование и отправка данных на сервер
void httpPost(char * data, size_t len) {
    if (client.connect(server, 80)) {
        Serial.println("connecting (POST)...");
        // send the HTTP PUT request:
        client.println("POST /command.php HTTP/1.1");
        client.println("User-Agent: arduino-ethernet");
        client.println("Connection: close");
        client.println();

        for(int i = 0; i < len; i++) {
```

```
            // шифрование
            beltCTRStepE(enc_data + i, 1, &stateEncr);

            // отправка данных
            client.print(data[i]);
        }

        // note the time that the connection was made:
        lastConnectionTime = millis();
    }
    else {
        // if you couldn't make a connection:
        Serial.println("connection failed");
        Serial.println("disconnecting.");
        client.stop();
    }
}

// опрос сервера
void httpGet() {
    if (client.connect(server, 80)) {
        Serial.println("connecting (GET)...");

        client.println("GET /command.php HTTP/1.1");
        client.println("Connection: close");
        client.println();
    }
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Отчёт о проверке на заимствование

Отчёт о проверке на заимствование материалов пояснительной записки представлен на рисунке Б.1.



АНТИПЛАГИАТ
ОБНАРУЖЕНИЕ ЗАИМСТВОВАНИЙ

Отчет о проверке на заимствования №1

Автор: danilafila990@gmail.com / ID: 6233070
Проверяющий:

Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - http://users.antiplagiat.ru

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 7
Начало загрузки: 30.05.2022 09:58:32
Длительность загрузки: 00:00:01
Имя исходного файла: ПЗ.pdf
Название документа: ПЗ
Размер текста: 81 кБ
Символов в тексте: 83099
Слов в тексте: 9984
Число предложений: 603

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Начало проверки: 30.05.2022 09:58:34
Длительность проверки: 00:00:03
Комментарии: не указано
Модули поиска: Интернет Free

ЗАИМСТВОВАНИЯ 24,51% | САМОЦИТИРОВАНИЯ 0% | ЦИТИРОВАНИЯ 0% | ОРИГИНАЛЬНОСТЬ 75,49%

Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.
Самоцитирования — доля фрагментов текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа, по отношению к общему объему документа.
Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общеупотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.
Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.
Заимствования, самоцитирования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.
Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	14,56%	14,56%	55_210_34_0_0.600_73720292 00605.pdf http://e.lib.vlsu.ru	01 Дек 2020	Интернет Free	99	99
[02]	0%	13,73%	1231.Анализ целостности сигналов практикум. http://docme.ru	08 Мая 2017	Интернет Free	0	92
[03]	0%	6,38%	00605.pdf http://e.lib.vlsu.ru	30 Апр 2014	Интернет Free	0	46

Еще источников: 7
Еще заимствований: 9,95%

Рисунок Б.1 – Отчёт о проверке на заимствование

_____ Филипцов Д. А.