

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа в форме дипломного проекта на тему «Система контроля и управления для дачного хозяйства на микроконтроллерной основе с использованием промышленного интерфейса CAN» содержит в себе 68 страниц текстового документа, 1 приложение, 20 использованных источника, 8 иллюстраций.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРФЕЙС, АВТОМАТИЗАЦИЯ, АЛГОРИТМ, БЛОК-СХЕМА, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС, ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ, МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ.

Цель работы: разработка прототипа системы контроля и управления для задач дачного хозяйства на микроконтроллерной базе с использованием промышленного интерфейса CAN.

Задачи:

- Анализ задания на выпускную квалификационную работу и обоснование выбора принятого решения;
- Разработка информационной модели процесса контроля и управления и на ее основе — схемы электрической структурной системы контроля и управления;
- Обоснование выбора функциональных узлов системы и разработка схем электрических функциональных системы контроля и управления;
- Разработка схем электрических принципиальных прототипов модулей системы контроля и управления;
- Разработка блок-схем алгоритмов функционирования прототипов модулей системы контроля и управления;
- Обоснование и разработка программного обеспечения для прототипов модулей подсистем в структуре системы контроля и управления;
- Тестирование и отладка прототипов модулей системы на стенде.

Во введении раскрывается актуальность данной работы.

В первой главе произведен анализ задания на выпускную квалификационную работу, рассмотрены несколько существующих решений, обоснование принятого решения.

Во второй главе описана информационная модель процесса контроля и управления, и на ее основе разработаны схемы электрические структурные.

В третьей главе рассмотрены функциональные узлы, обоснован их выбор, и на их основе разработаны схемы электрические функциональные.

В четвертой главе разработаны схемы электрические принципиальные модулей — подсистем в структуре системы контроля и управления.

В пятой главе разработаны блок-схемы их алгоритмов функционирования.

В шестой главе сделан выбор программных средств, и реализованы алгоритмы функционирования на языке C/C++.

В седьмой главе собран отладочный стенд для данной системы, произведена отладка и тестирование прототипов модулей.

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Анализ задания на выпускную квалификационную работу	6
1.1. Цель и задачи выпускной квалификационной работы	6
1.2 Обзор существующих решений	6
1.2.1 GSM-сигнализация "Бастион"	7
1.2.2 GSM-сигнализация "Дачник"	8
1.2.3 GSM-сигнализация "Sapsan GSM Pro 6"	9
1.3 Обоснование выбора принятого решения	10
2 Разработка информационной модели процесса контроля и управления.....	11
2.1 Исходные данные для разработки информационной модели процесса ...	11
2.1.1 Блок охраны	12
2.1.2 Блок автоматической поливки садового участка	13
2.1.3 Блок нагрева воды в бассейне посредством солнечного теплового коллектора.....	14
2.1.4 Блок дистанционного управления и оповещения	14
2.2 Разработка схем электрических структурных системы	15
3 Разработка схем электрических функциональных системы контроля и управления	18
3.1 Обоснование выбора функциональных узлов системы	18
3.1.1 Микроконтроллер	18
3.1.2 Приемопередатчик CAN	19
3.1.3 GSM – модуль	20
3.1.4 Датчик движения	21
3.1.5 Датчик открытия входной двери	22
3.1.6 Датчик температуры	23
3.1.7 Датчик уровня воды	24
3.1.8 Датчик влажности почвы	25
3.1.9 Исполнительные устройства	26
3.1.10 Формирователь напряжения.....	28
3.2 Схемы электрические функциональные системы контроля и управления.....	30
4 Разработка схем электрических принципиальных прототипов модулей системы контроля и управления.....	32
4.1 Разработка схемы электрической принципиальной прототипа модуля охраны.....	36
4.2 Разработка схемы электрической принципиальной прототипа модуля автоматической поливки садового участка.....	37
4.2.1 Расчет резисторов транзисторного ключа	37

					ДП-230101.65 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Веремеев А.В.			Система контроля и управления для дачного хозяйства на микроконтроллерной основе с использованием промышленного интерфейса CAN. Пояснительная записка.	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Середкин В.Г.					3	63
Реценз.						ВТ		
Н. Контр.		Середкин В.Г.						
Утверд.		Непомнящий О.В.						

4.3	Разработка схемы электрической принципиальной прототипа модуля нагрева воды в бассейне посредством солнечного теплового коллектора	37
4.4	Разработка схемы электрической принципиальной прототипа модуля дистанционного управления и оповещения.....	39
5	Разработка блок-схем алгоритмов функционирования прототипов модулей системы контроля и управления.....	39
5.1	Разработка блок-схем алгоритмов функционирования прототипа модуля охраны.....	39
5.2	Разработка блок-схем алгоритмов функционирования прототипа модуля автополива садового участка.....	44
5.3	Разработка блок-схем алгоритмов функционирования прототипа модуля нагрева воды в бассейне посредством солнечного теплового коллектора.....	48
5.4	Разработка блок-схем алгоритмов функционирования прототипа модуля дистанционного управления и оповещения.....	53
6.	Обоснование и разработка программного обеспечения для прототипов модулей подсистем в структуре системы контроля и управления.....	56
6.1	Адаптация протокола CAN под решаемую задачу.....	57
6.2	Адаптация GSM-модуля под решаемую задачу.....	58
7.	Тестирование и отладка прототипов модулей системы контроля и управления на стенде	59
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	64
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	65

ВВЕДЕНИЕ

В наши дни активное развитие получили микроконтроллеры, которые представляют из себя системы на одном кристалле (SoC). Содержащие в себе ядро микроконтроллера — процессор, оперативную память, постоянную память - представленная чаще всего в виде флеш-памяти и довольно большой ассортимент различных периферийных устройств (Порты ввода/вывода, таймеры, АЦП и др.), предоставляющие богатый ассортимент для разработки различных устройств и систем.

С развитием микроконтроллеров, и повышением их доступности активно идет автоматизация различных сфер жизни человека. Где-то лет 20 назад никто не мог и подумать что автоматизация проникнет в нашу жизнь так далеко. По этой причине нам ничто не мешает внедрить систему управления, например, на дачный участок.

В настоящее время проблема автоматизации задач хозяйственного назначения, например, в дачном хозяйстве и подобных направлениях весьма актуально.

Существует огромное количество подобных устройств, в которых разработчики пытаются реализовать разнообразный функционал, который в некоторых конкретных случаях является избыточным. Или используются очень мощные аппаратные средства, тем самым значительно поднимающие цену. Поэтому индивидуальный подход к разработке и использование доступных и дешевых комплектующих более востребовано.

В соответствии с заданием на выпускную квалификационную работу в форме дипломного проекта необходимо разработать прототип системы контроля и управления для задач дачного хозяйства на микроконтроллерной основе с использованием промышленного интерфейса CAN.

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 Анализ задания на выпускную квалификационную работу

1.1. Цель и задачи выпускной квалификационной работы

Целью выпускной квалификационной работы является разработка прототипа системы контроля и управления для задач дачного хозяйства на микроконтроллерной базе с использованием промышленного интерфейса CAN.

Система должна обеспечить функцию управления автоматическим поливом садового участка в летнее время, нагрева воды в бассейне посредством солнечного теплового коллектора в летние дневные часы, функцию охраны помещения и функцию дистанционного управления и оповещения потребителя о состоянии объекта в зимнее время.

Для достижения данной цели определены следующие задачи:

1. Анализ задания на выпускную квалификационную работу и обоснование выбора принятого решения;
2. Разработка информационной модели процесса контроля и управления и на ее основе — схемы электрической структурной системы контроля и управления;
3. Обоснование выбора функциональных узлов системы и разработка схем электрических функциональных системы контроля и управления;
4. Разработка схем электрических принципиальных прототипов модулей системы контроля и управления;
5. Разработка блок-схем алгоритмов функционирования прототипов модулей системы контроля и управления;
6. Обоснование и разработка программного обеспечения для прототипов модулей подсистем в структуре системы контроля и управления;
7. Тестирование и отладка прототипов модулей системы контроля и управления на стенде.

1.2 Обзор существующих решений

Были рассмотрены различные решения, которые имеются на рынке, обращая внимание на функционал указанный в выпускной квалификационной работе, а именно: функция автоматического полива садового участка, функция нагрева воды в бассейне посредством солнечного теплового коллектора, функция охраны помещения и функция дистанционного управления и оповещения потребителя о состоянии объекта.

В настоящее время на рынке существует огромное количество готовых решений микроконтроллерных систем контроля и управления для задач хозяйственного назначения с разнообразным функционалом, рассчитанным охватить все аспекты своего назначения.

Рассмотрим три из наиболее известных микроконтроллерных систем выполняющих аналогичные функции.

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1.2.1 GSM сигнализация "Бастион"

GSM сигнализация "Бастион" относится к современным системам безопасности, использующим для передачи информационного сообщения сотовую связь. Основным отличием от классических проводных тревожных сигнализаций является наличие GSM модуля. Он не только выполняет функции телефона, но и дополнен интерфейсом для связи с внешними датчиками слежения и исполнительными устройствами [1]. На рисунке 1 изображена охранная система GSM сигнализации "Бастион".

Разнообразные функциональные возможности системы, удобство монтажа, который можно легко выполнить собственными руками и простота настройки обусловили популярность GSM сигнализации "Бастион". Область применения устройства довольно широка: квартиры, дачи, гаражи, удаленные промышленные объекты различного назначения и складские помещения [1].



Рисунок 1 — Внешний вид GSM-сигнализации "Бастион"

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Сигнализация «Дачник» позволяет дистанционно включать/выключать сирену, свет, отопление и другую нагрузку, а также задавать контрольную температуру. Система способна работать с 8 телефонными номерами и 8 электронными ключами. Не требует специальных знаний для монтажа. Нет необходимости производить какие-либо настройки — все настройки уже заложены изготовителем на производстве. При необходимости «Дачник» может быть доукомплектован дополнительными датчиками [2].

Недостатки:

1. Высокая цена;
2. Нет возможности объединения с другими устройствами в одну сеть.

1.2.3 GSM сигнализация "Sapsan GSM Pro 6"

Беспроводная система "Sapsan GSM PRO 6" предназначена для дистанционного контроля и охраны объектов недвижимости. На рисунке 3 изображена охранная сигнализация "Sapsan GSM Pro 6".



Рисунок 3 — Внешний вид охранной сигнализации "Sapsan GSM Pro 6"

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

2.2 Разработка схем электрических структурных системы

После описания информационной модели процесса управления и контроля системы для задач дачного хозяйства, на ее основе были разработаны схемы электрические структурные.

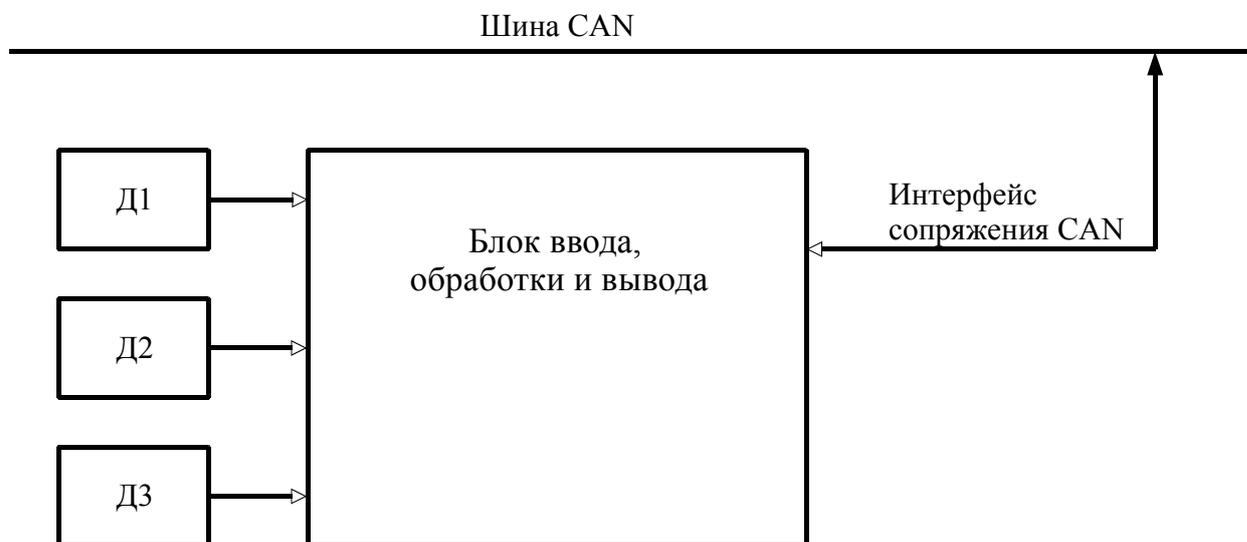


Рисунок 5 — Схема электрическая структурная блока охраны

Схема электрическая структурная блока охраны на рисунке 5 содержит:

- Блок ввода, обработки и вывода, который обеспечивает контроль и управление всеми процессами связанными с охраной помещения или какой-то другой области;
- Интерфейс сопряжения CAN, необходим для подключения данного блока в систему;
- Д1 — датчик движения №1;
- Д2 — датчик движения №2;
- Д3 — датчик открытия уличной входной двери.

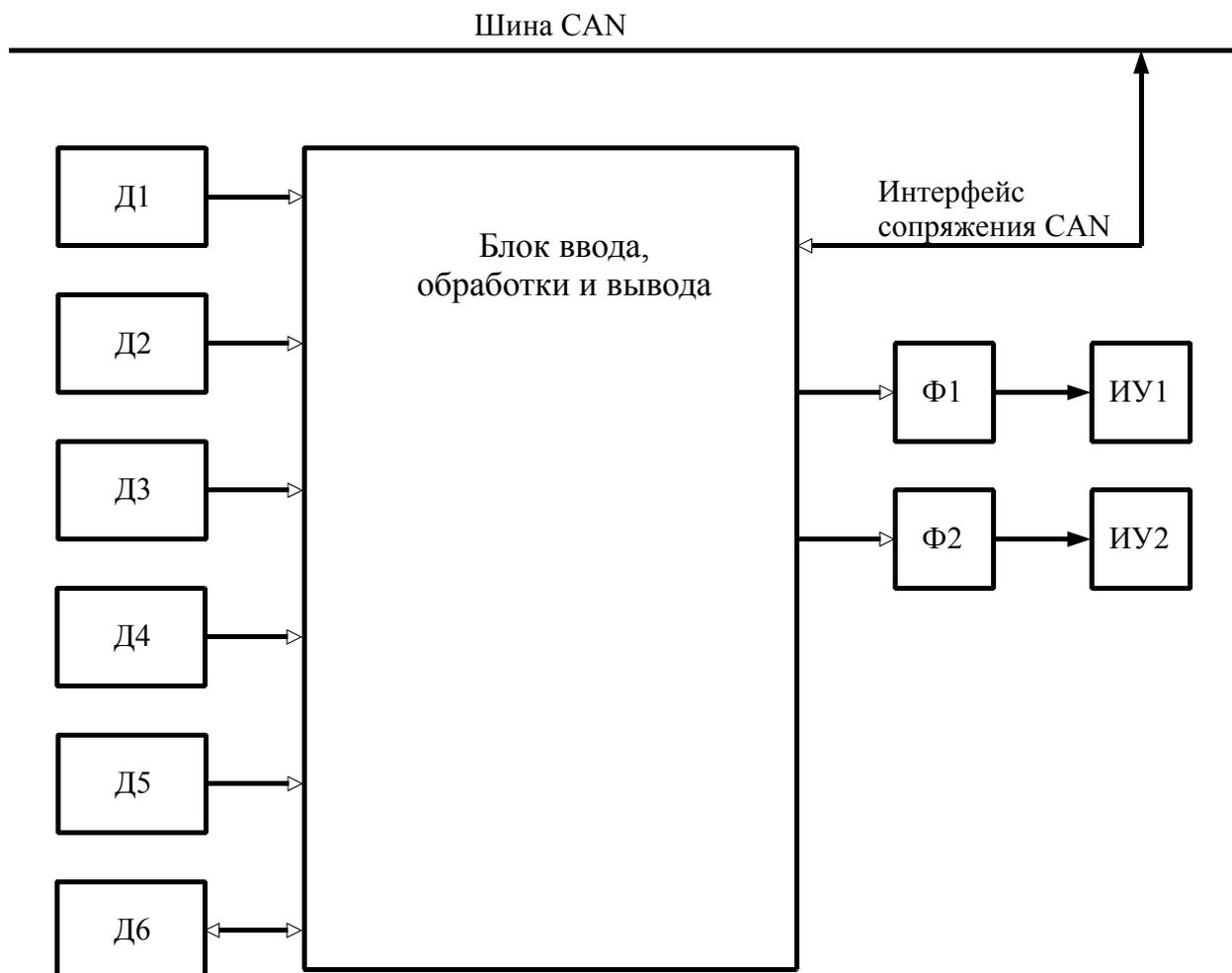


Рисунок 6 — Схема электрическая структурная блока автоматической поливки садового участка

Схема электрическая структурная блока автоматической поливки садового участка на рисунке 6 содержит:

- Блок ввода, обработки и вывода, который обеспечивает контроль и управление всеми процессами поливки;
- Интерфейс сопряжения CAN, необходим для подключения данного блока в систему;
- Д1 - датчик наличия воды в скважине (колодце) - нижний;
- Д2 - датчик, указывающий на то, что скважина (колодец) заполнен - верхний;
- Д2 - датчик наличия воды в емкости с водой - нижний;
- Д3 - датчик верхнего уровня в емкости с водой - верхний;
- Д4 - датчик влажности почвы (цифровой);
- Д5 - датчик температуры воздуха (цифровой);
- Ф1 - формирователь напряжения для исполнительного устройства №1;
- ИУ1 - исполнительное устройство №1, водяной насос, расположенный в емкости с водой;
- Ф1 - формирователь напряжения для исполнительного устройства №2;
- ИУ2 - исполнительное устройство №2, водяной насос, расположенный в скважине (колодце).

										Лист
										16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

При вхождении человека в зону обзора датчика фиксируется присутствие. Принцип работы модуля HC-SR501 заключается в регистрации инфракрасного излучения от подвижного объекта. Чувствительный элемент - пироэлектрический датчик 500BP. Он состоит из двух элементов заключенных в одном корпусе. Чувствительный элемент закрыт белым куполом - линзой Френеля. Особенности линзы Френеля таковы, что инфракрасное излучение от подвижного объекта попадает сначала на один элемент датчика 500BP, затем на другой. Электроника модуля HC-SR501 регистрирует поочередное поступление сигналов от двух элементов из состава 500BP и при фиксации движения выходная цепь модуля формирует логический сигнал [4].

Характеристики датчика HC-SR501:

- напряжение питания: 4,5-20 В;
- диапазон рабочих температур: от -20°C до +80°C;
- напряжения логической единицы и нуля соответствуют 3,3 В TTL - логике;
- дальность обнаружения: 3-7 м (регулируется);
- угол обнаружения: до 110°, на расстоянии 7 м — 120°;
- длительность импульса при обнаружении: 5-200 сек. (регулируется);
- время блокировки до следующего замера: 2,5 сек (регулируется заменой SMD – резисторов);
- имеются два режима: L – одиночный захват, Н – повторяемые измерения (которые включаются установкой перемычки).

3.1.5 Датчик открытия входной двери

В качестве датчика открытия входной двери выбран обычный герконовый датчик SNR-DS-01, который прост и в тоже время надежен, имеет низкую стоимость. Изображен на рисунке 13.

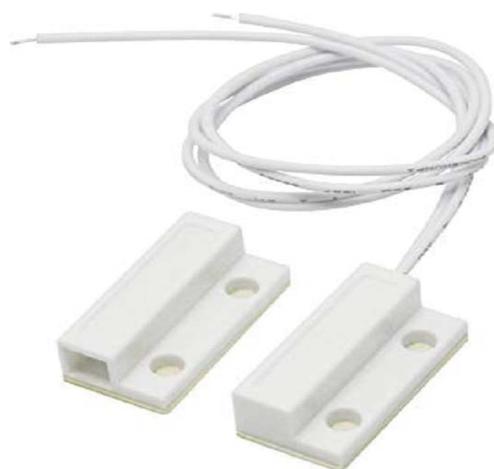


Рисунок 13 — Датчик открытия входной двери SNR-DS-01

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Так же перед эксплуатацией данного датчика требуется изоляция компонентов и соединений проводов от воздействия окружающей среды.

Имеет следующие характеристики:

- напряжение питания: 3,3 В или 5 В;
- диапазон рабочих температур: от 0°C до +85°C;
- напряжение на выходе датчика: 0,5 – 3,3В;
- глубина погружения в почву: 65мм.

3.1.9 Исполнительные устройства

В качестве исполнительных устройств выступают электрические водяные электронасосы в количестве трех штук: один требуется для перекачивания воды из скважины (колодца) в емкость для воды, другой требуется для перекачивания воды из емкости в распределенную систему форсунок для полива садового участка, и третий необходим для осуществления циркуляции воды между бассейном и тепловым солнечным коллектором.

Для перекачивания воды из скважины (колодца) и из емкости с водой был выбран водяной насос Ручеек-1М изображенный на рисунке 17, который подходит по характеристикам и имеет неплохое соотношение цена/качество.



Рисунок 17 — Водяной электронасос Ручеек-1М

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Электромагнитное реле NRP05-A-05D-H имеет следующие характеристики:

- напряжение питания катушки: 5 В;
- ток питания обмотки: 40 мА;
- моностабильное;
- поляризация: нейтральное;
- состояние контактов: нормально разомкнутое;
- максимально коммутируемое переменное напряжение: 250 В;
- максимальный коммутируемый ток: 5 А.

Для транзисторного ключа выбран биполярный транзистор типа n-p-n BCX19LT1G в корпусе SOT-23 компании «Fairchild» подходящий по характеристикам и имеющий низкую стоимость, изображен на рисунке 20.



Рисунок 20 — Биполярный транзистор n-p-n BCX19LT1G в корпусе SOT-23

Биполярный транзистор BCX19LT1G имеет следующие характеристики:

- структура: n-p-n;
- максимальное напряжение коллектор-база при заданном обратном токе к и разомкнутой цепи э (Укбо макс): 50 В;
- максимальное напряжение коллектор-эмиттер при заданном токе к и разомкнутой цепи б (Укэо макс): 45 В;
- максимально допустимый ток к (Ik макс): 0,5 А;
- статический коэффициент передачи тока $h_{21э}$ мин: 100-600;
- граничная частота коэффициента передачи тока $f_{гр.}$: 100 МГц;
- максимальная рассеиваемая мощность: 0,25 Вт
- корпус: SOT-23.

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Так как отдельного питания для VBAT, VDDA и VDDIO2 не будет то эти выводы следует подключить к VDD.

Выводов VDD у данного микроконтроллера в корпусе LQFP64 всего три, следовательно нужно подключить три керамических конденсатора по 100 нФ параллельно и плюс один электролитический конденсатор на 4,7 мкФ.

На рисунке 26 изображен фрагмент схемы, который отвечает за выбор памяти для загрузки программы для исполнения. JP3 – переключатель, R – резистор 10 кОм. При установке перемычки на переключателе в позицию 1-2 на выводе BOOT будет установлена логическая «1», что соответствует выбору системной памяти, при которой запустится системный загрузчик и произведет инициализацию USART1 для загрузки прошивки. При установке перемычки на переключателе в позицию 2-3 на выводе BOOT будет установлен логический «0», что соответствует выбору основной флеш памяти, при которой будет исполняться прошивка микроконтроллера.

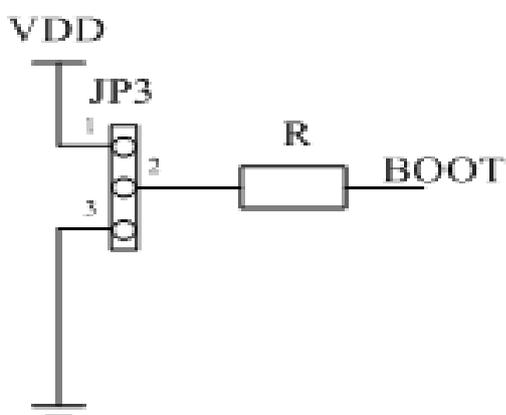


Рисунок 26 — Фрагмент схемы электрической: выбор области памяти при старте микроконтроллера

На рисунке 27 изображен разъем JP2, который необходим для загрузки прошивки в микроконтроллер через внешний переходник USB-UART. Вывод 1 — PA10 – USART1_RX, вывод 2 - PA9 – USART1_TX, а вывод 3 — GND.

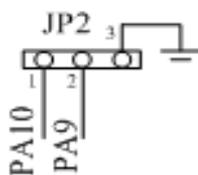


Рисунок 27 — Фрагмент схемы электрической: загрузка прошивки через USART1

На рисунке 28 изображено подключение часового кварца Y, где C1 и C2 – керамические конденсаторы емкостью 10 пФ.

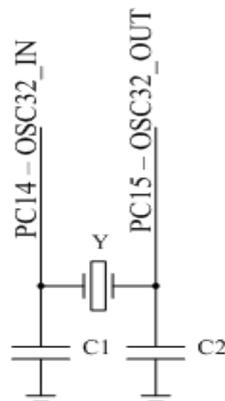


Рисунок 28 — Фрагмент схемы электрической: подключение часового кварца

На рисунке 29 изображено подключение кварца Y - 8 МГц, где C1 и C2 — керамические конденсаторы емкостью 20 пФ, R — резистор, сопротивлением 390 Ом.

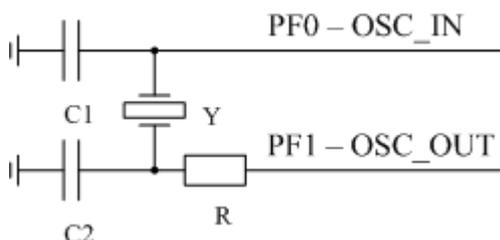


Рисунок 29— Фрагмент схемы электрической: подключение основного кварца

На рисунке 30 изображена кнопка сброса В и керамический конденсатор С емкостью 100 нФ.

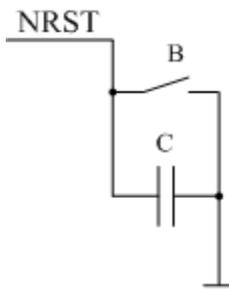


Рисунок 30 — Фрагмент схемы электрической: подключение кнопки сброса

Так же во всех прототипах модулей системы, подключается схема интегральная D1 приемопередатчика CAN – SN65HVD230. Где R1 – резистор, сопротивлением 120 Ом, необходимый для настройки шины CAN. Включается и отключается установкой переключки в разъем X2, чтобы подключить резисторы на обеих сторонах шины CAN. Необходимые для устранения отражения сообщений на концах шины и убедиться, что она получает соответствующие уровни тока. Для корректной работы шины CAN между проводами CANH и CANL должно быть сопротивление близкое или равное 60 Ом. Резистор R2 необходим для подтяжки вывода Rs к земле,

4.4 Разработка схемы электрической принципиальной прототипа модуля дистанционного управления и оповещения

Центральным элементом схемы прототипа модуля дистанционного управления и оповещения является микроконтроллер STM32F072RBT6, к его выводам подсоединен модуль GSM.

Для GSM-модуля SIM800L - D3 компания «SIMCom» предоставляет документ «SIM800L (MT6261) Аппаратное обеспечение V1.01», где рекомендуется следующие типовые решения:

- питание модуля на Рисунке 32 — представлено следующими элементами C1, C2, D1, R1, R2, C3, C4, R3 – который на выходе выдает $V_{BAT} = 5,6В$;
- фильтр питания и защита от всплесков напряжения — C16, C17, C18, VD9;
- согласование 3,3В логику с 2,5В логикой — R7, R8, VD3, VD4;
- подключение SIM-карты — C14, C15, D4, R9, R10, R11, VD5, VD6, VD7, VD8.

Светодиод VD1 служит для индикации состояния прототипа модуля, а VD2 для индикации состояния GSM-модуля.

Электропитание микроконтроллера представлено следующими элементами на Рисунке 32 — D2, C5, C6 – которое на выходе выдает $V_{DD} = 3,3В$.

Имеются следующие разъемы:

- Разъем X1 для подключения прототипа модуля к шине CAN;
- Разъем X2 для подключения/отключения резистора R1;
- Разъем X3 для прошивки прототипа модуля по USART1;
- Разъем X4 для выбора области памяти для загрузки;
- Разъем X5 для подключения электропитания;
- Разъем X6 для подключения антенны GSM модуля.

Схема электрическая принципиальная представлена в документе, который приложен к выпускной квалификационной работе.

Номиналы электронных элементов указаны в документе «Перечень элементов».

5 Разработка блок-схем алгоритмов функционирования прототипов модулей системы контроля и управления

5.1 Разработка блок-схем алгоритмов функционирования прототипа модуля охраны

На рисунке 36 изображена блок-схема функционирования прототипа модуля охраны.

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

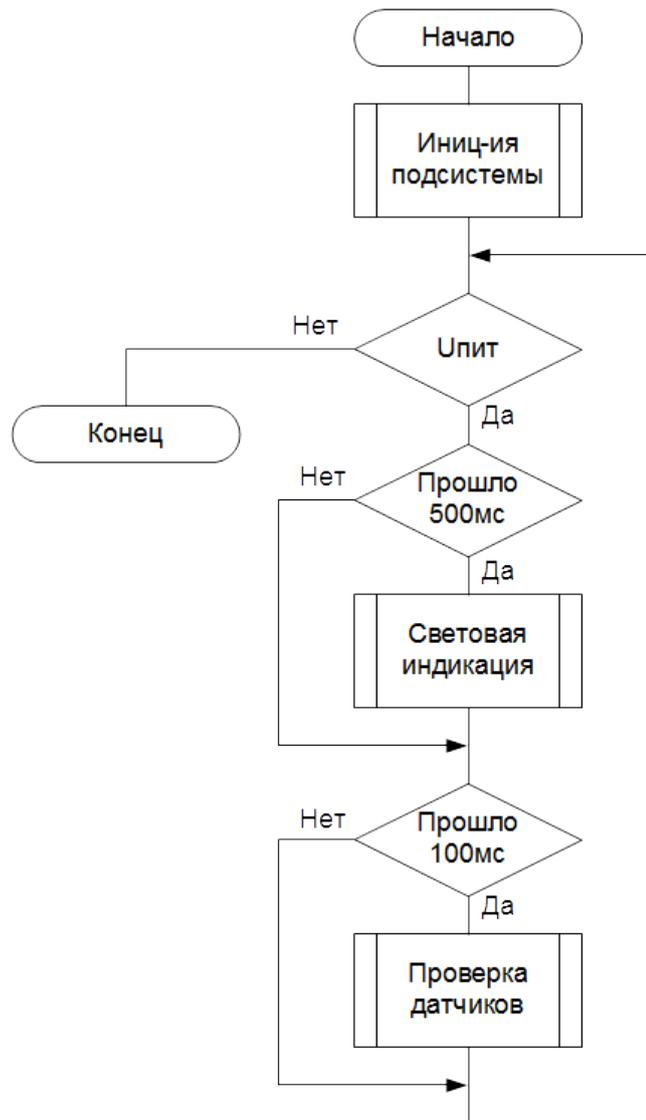


Рисунок 36 - Блок-схема функционирования прототипа модуля охраны

На Рисунке 37 изображена блок-схема функционирования световой индикации данного прототипа модуля.

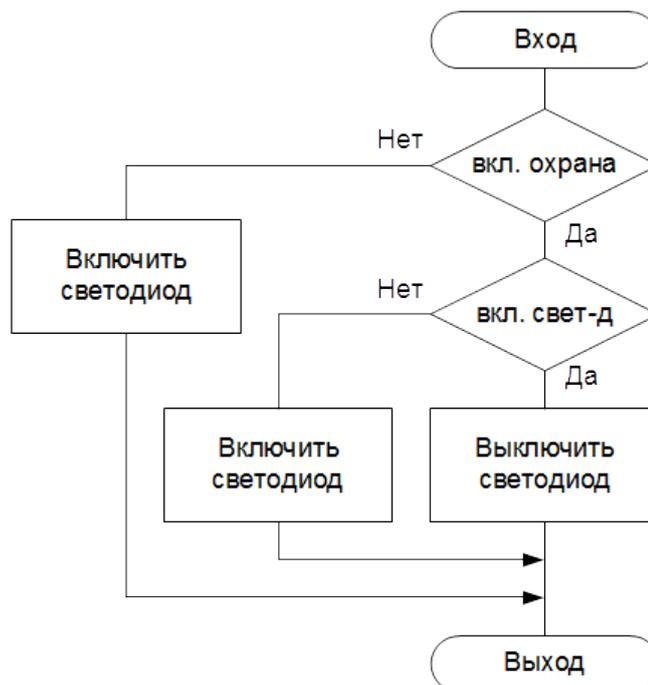


Рисунок 37 - Блок-схема функционирования световой индикации

На рисунке 38 изображена блок-схема проверки датчиков. На ней видно что при включении режима охраны происходит опрос всех датчиков. При обнаружении срабатывания датчиков происходит отправка соответствующей тревоги по CAN шине прототипу модуля дистанционного управления и оповещения.

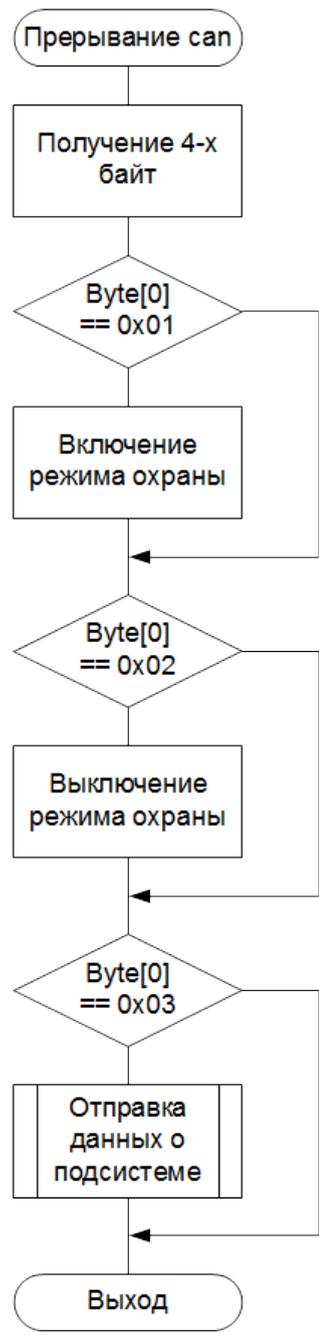


Рисунок 39 - Блок-схема обработки прерывания CAN

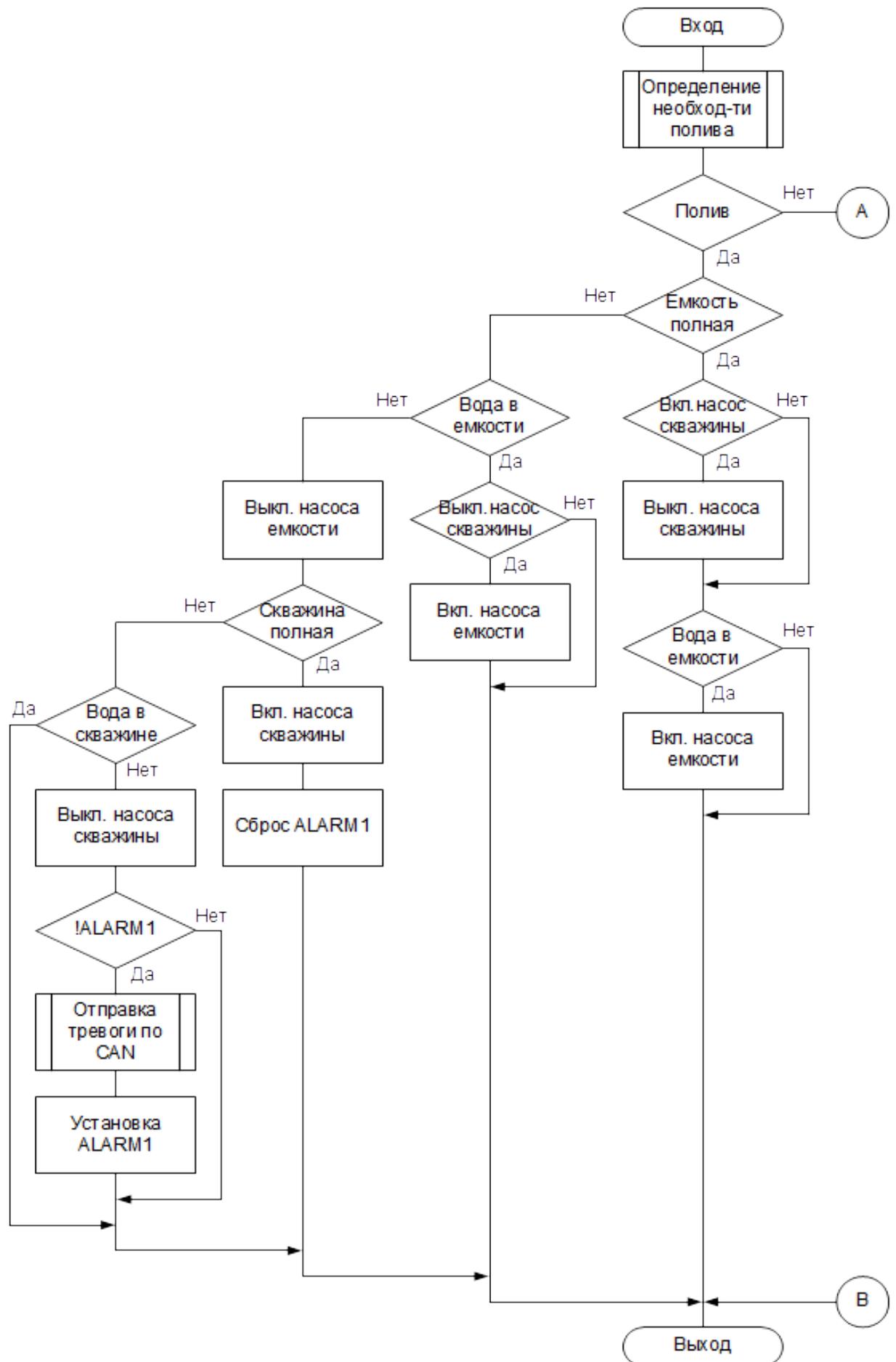


Рисунок 41 - Граф-схема функционирования автополива

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

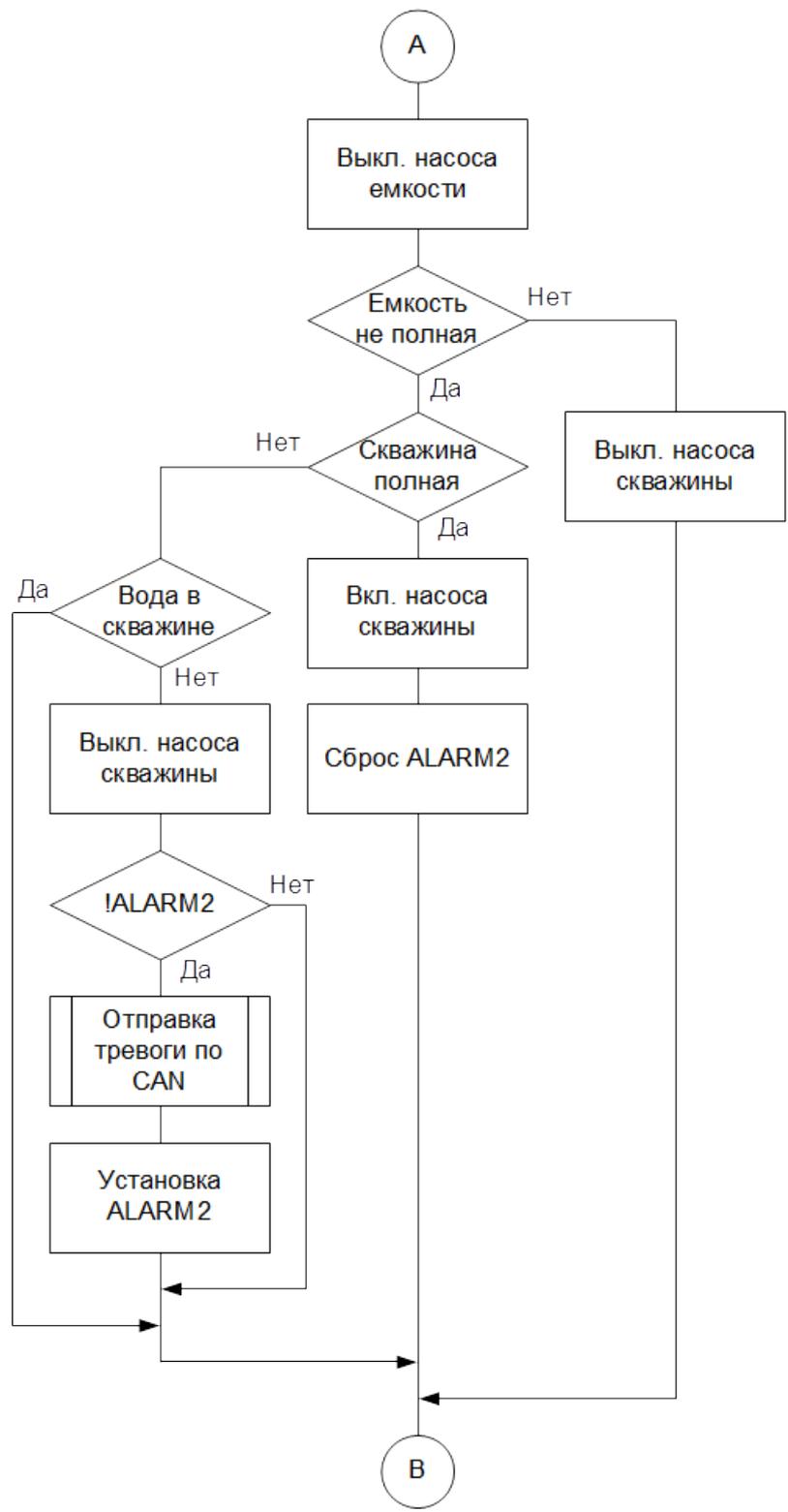


Рисунок 41 - Блок-схема функционирования автополива (продолжение)

На рисунке 42 изображена блок-схема алгоритма определения необходимости полива садового участка.

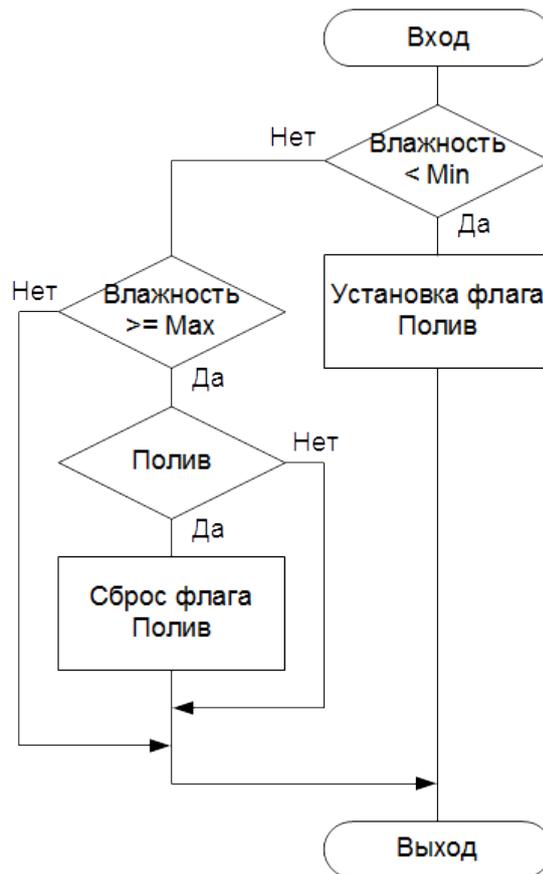


Рисунок 42 - Блок-схема алгоритма определения необходимости полива садового участка

На рисунке 43 изображена блок-схема функционирования световой индикации.

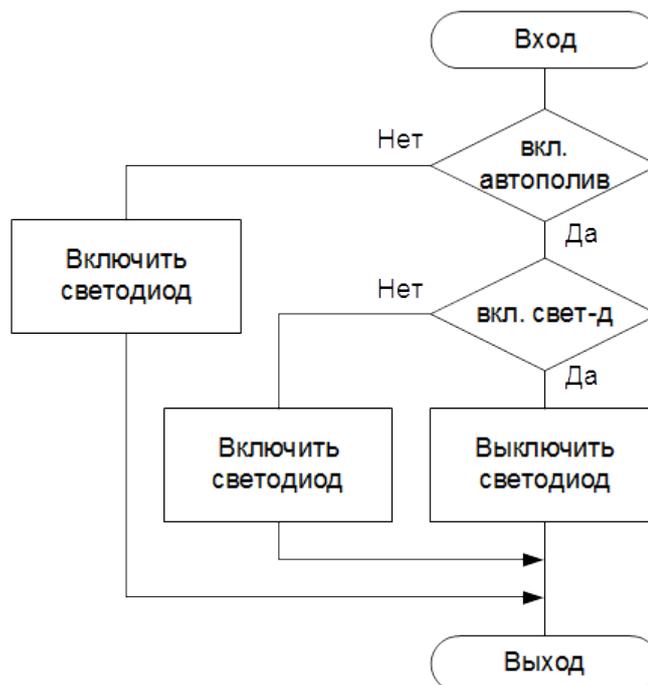


Рисунок 43 - Блок-схема функционирования световой индикации

На рисунке 44 изображена блок-схема обработки прерывания CAN.

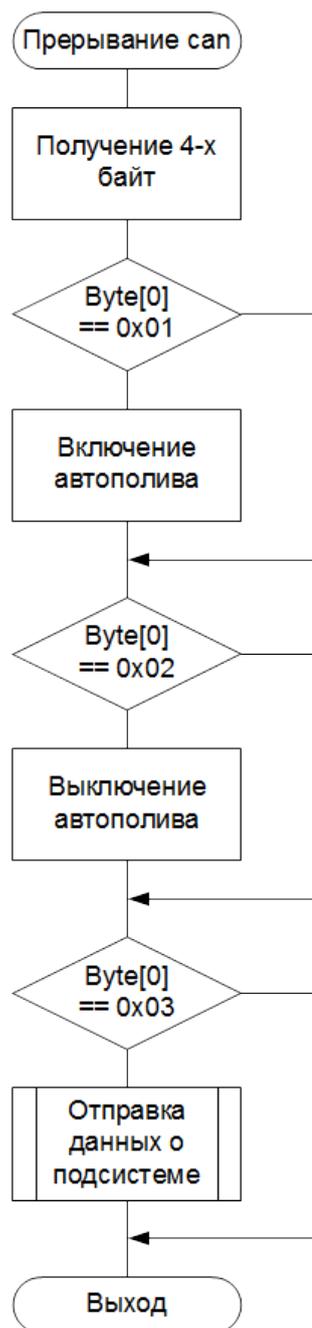


Рисунок 44 - Блок-схема обработки прерывания CAN

5.3 Разработка блок-схем алгоритмов функционирования прототипа модуля нагрева воды в бассейне посредством солнечного теплового коллектора

На рисунке 45 изображена блок-схема функционирования прототипа модуля нагрева воды в бассейне посредством солнечного теплового коллектора.

На рисунке 46 изображена блок-схема функционирования световой индикации прототипа модуля нагрева воды.

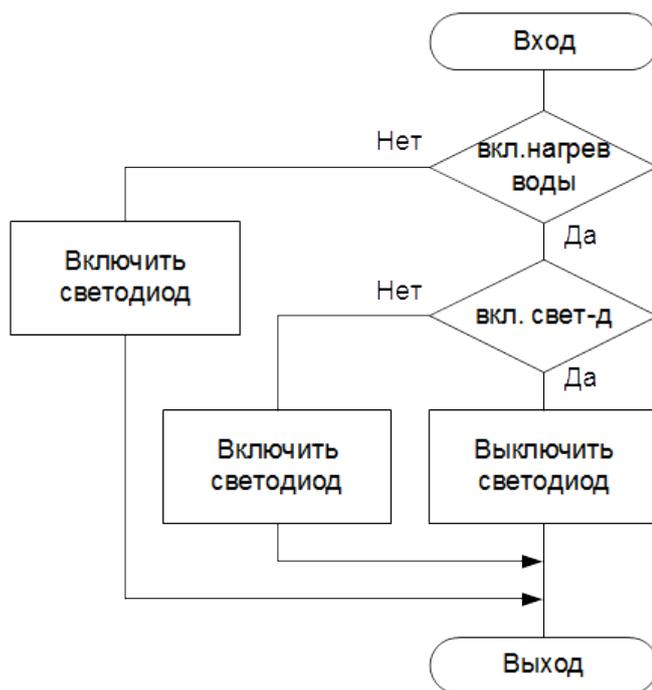


Рисунок 46 - Блок-схема функционирования световой индикации

На рисунке 47 изображена блок-схема обработки прерывания при получении данных по CAN шине.



Рисунок 47 - Блок-схема обработки прерывания CAN

На рисунке 48 изображена блок-схема функционирования нагрева воды в бассейне.

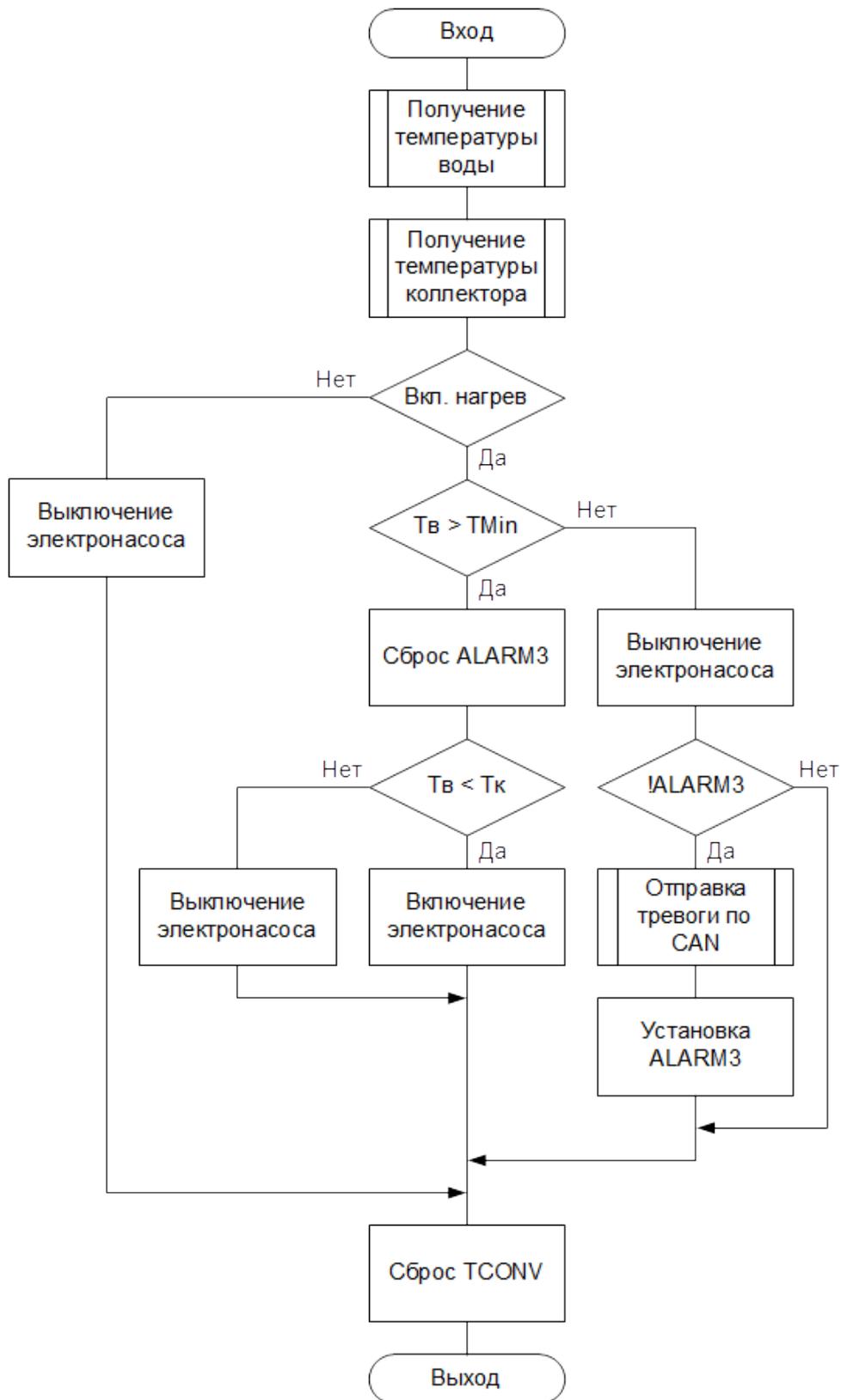


Рисунок 48 - Блок-схема функционирования нагрева воды в бассейне

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

На рисунке 52 изображена блок-схема обработки прерывания CAN.

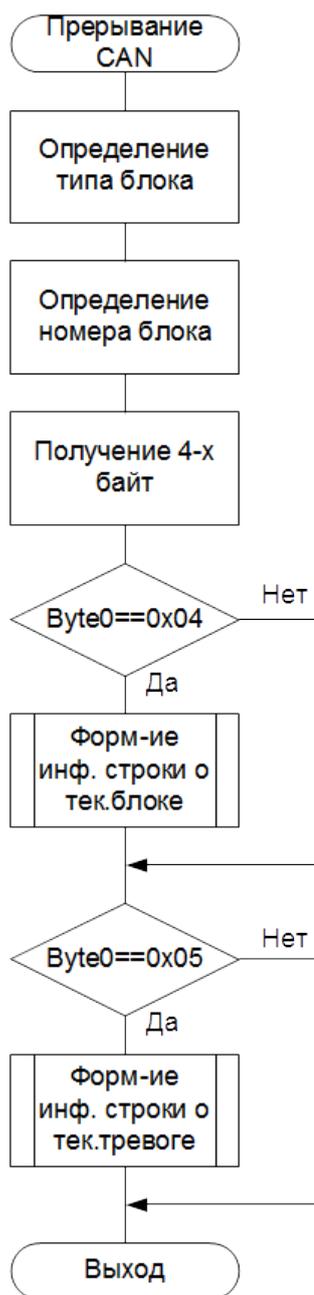


Рисунок 52 - Блок-схема обработки прерывания CAN

6. Обоснование и разработка программного обеспечения для прототипов модулей подсистем в структуре системы контроля и управления

Разработка программного обеспечения проводится с ориентировкой на отладочные платы и модули, которые максимально приближены к реальным устройствам, на которые в будущем будут загружаться прошивки микроконтроллеров, что позволит минимизировать дальнейшие переделки или вовсе избавиться от них.

В качестве языка программирования выбран C/C++, который является основным языком для разработки программного обеспечения для микроконтроллеров.

Для разработки программного обеспечения использована бесплатная среда разработки Visual Studio Code представленная на рисунке 49, которая имеет богатым функционал и может расширять свой функционал посредством установки разных плагинов.

Также используются бесплатный набор инструментов ARM-NONE-EABI, который содержит компилятор C/C++ и стандартная библиотека CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard), позволяющая работать с регистрами ядра и периферийных устройств. Компиляция проекта прописана через Makefile, сборка проекта запускается командой make в терминале, который тоже есть в Visual Studio Code. Фрагмент листинга программы представлен в Приложении А, а в полном объеме приведен на CD-диске.

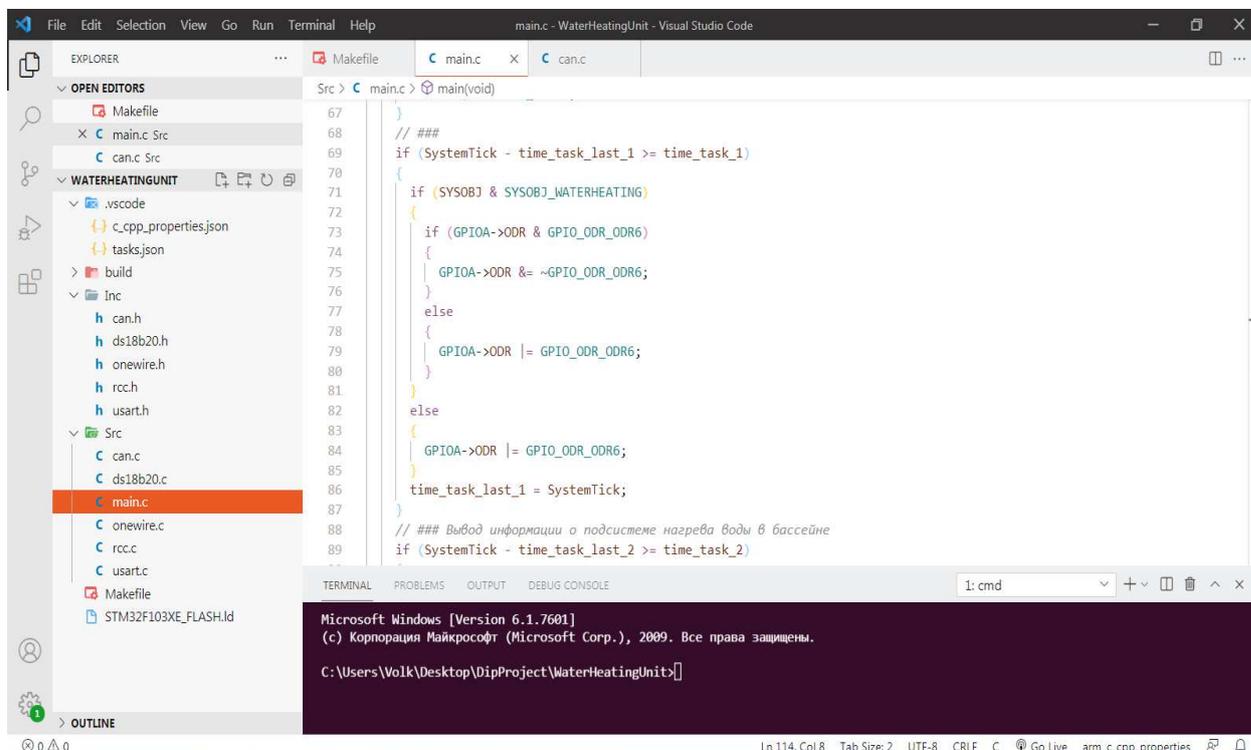


Рисунок 53 - Visual Studio Code

					Лист
					56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

6.1 Адаптация протокола CAN под решаемую задачу

Подсистема охраны:

1) protecton – 0x01 – включение сигнализации (в ответ посылает - Ok);

По CAN шине подсистеме передается 4 байта: 0x01, 0x00, 0x00, 0x00.

2) protectoff – 0x02 – выключение сигнализации (в ответ посылает — Ok);

По CAN шине подсистеме передается 4 байта: 0x02, 0x00, 0x00, 0x00.

3) sysinf1 – 0x03 – получение информации о подсистеме охраны;

По CAN шине подсистеме передается 4 байта: 0x03, 0x00, 0x00, 0x00.

Подсистема автополива садового участка:

1) wateringon – 0x04 – включение автополива (в ответ посылает — Ok);

По CAN шине подсистеме передается 4 байта: 0x01, 0x00, 0x00, 0x00.

2) wateringoff – 0x05 – выключение автополива (в ответ посылает — Ok);

По CAN шине подсистеме передается 4 байта: 0x02, 0x00, 0x00, 0x00.

3) sysinf2 – 0x06 – получение информации о подсистеме автополива;

По CAN шине подсистеме передается 4 байта: 0x03, 0x00, 0x00, 0x00.

Подсистема нагрева воды в бассейне посредством солнечного теплового коллектора:

1) heaton – 0x07 – включение автополива (в ответ посылает — Ok);

По CAN шине подсистеме передается 4 байта: 0x01, 0x00, 0x00, 0x00.

2) heatoff – 0x08 – выключение автополива (в ответ посылает — Ok);

По CAN шине подсистеме передается 4 байта: 0x02, 0x00, 0x00, 0x00.

3) sysinf3 – 0x09 – получение информации о подсистеме автополива;

По CAN шине подсистеме передается 4 байта: 0x03, 0x00, 0x00, 0x00.

Все передачи данных по CAN осуществляются с соответствующим идентификатором подсистемы которая должна получить данные, и передают данные подсистемы со своими идентификаторами. Идентификатор используется 11 битный, где 5 первых старших битов используются для идентификации типа подсистемы (00001 – подсистема охраны, 00010 — подсистема автополива, 00011 — подсистема нагрева воды), оставшиеся 6 битов будут использоваться для идентификации конкретного модуля.

Указанные выше четыре байта имеют следующие значения:

1-й байт:

0x01 – Включение;

0x02 – Выключение;

0x03 – Запрос о состоянии подсистемы;

0x04 – Ответ на запрос о состоянии подсистемы;

0x05 – Тревога.

Если 1-й байт 0x04 и если получены данные от подсистемы охраны — 2-м байтом будет состояние подсистемы, 3-м байтом 0x00, 4-м байтом 0x00.

Если 1-й байт 0x04 и если получены данные от подсистемы автополива — 2-м байтом будет состояние подсистемы, 3-м байтом влажность почвы, 4-м байтом температура воздуха.

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Если 1-й байт 0x04 и если получены данные от подсистемы нагрева воды в бассейне — 2-м байтом будет состояние подсистемы, 3-м байтом температура воды, 4-м байтом температура коллектора.

Если 1-й байт 0x05 – 2-й байт будет код тревоги, 3-й байт будет 0x00, 4-й байт будет 0x00.

Коды тревоги:

- 1) Тревога: нет воды в емкости и скважине [0x01];
- 2) Тревога: не полная емкость, отсутствие воды в скважине (колодце) [0x02];
- 3) Тревога: низкая температура [0x03];
- 4) Тревога: сработал датчик движения 1 [0x04];
- 5) Тревога: сработал датчик движения 2 [0x05];
- 6) Тревога: входная дверь открыта [0x06].

6.2 Адаптация GSM-модуля под решаемую задачу

Для адаптации GSM-модуля под решаемую задачу необходимо дождаться когда модуль будет готов к работе и сделать его настройку. Отправляется AT-команда: AT+CPAS, пока не будет получен "0", что значит модуль готов к выполнению команд из терминала. Далее необходимо настроить модуль. Отправляется AT-команда "AT+CMGF=1" - включение текстового режима, по умолчанию используется режим PDU, сообщения передаются в форме шестнадцатиричных (HEX) данных. Далее отправляется AT-команда: AT+CSCS="GSM", которая задает кодировку и определяет в каком виде будут передаваться тексты сообщений и другое. Самой удобной является кодировка "GSM", где символы представляются в ASCII кодах, которые хорошо понимают разные компиляторы. Для использования кириллицы надо использовать режим "UCS2" Unicode. Далее отправляется AT-команда: AT+CNMI=1,2,0,0,0 - которая настраивает GSM модуль на отправку получаемых сообщений сразу микроконтроллеру. Далее отправляется AT-команда: AT+GSMBUSY=0, которая запрещает входящие звонки - это делается для того чтобы работа GSM модуля не была нарушена. После этих команд модуль готов, отправлять сообщения с помощью команды AT+CMGS=...

Краткое описание используемых AT-команд:

AT+CPAS (состояние GSM модуля).

+CPAS: <pas>

OK

<pas> - состояние:

- 0 — готовность к исполнению команд по интерфейсу USART;
- 2 — неизвестно (исполнение команд не гарантируется);
- 3 — входящий вызов, но модуль готов к исполнению команд;
- 4 — исходящий вызов, но модуль готов к исполнению команд.

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

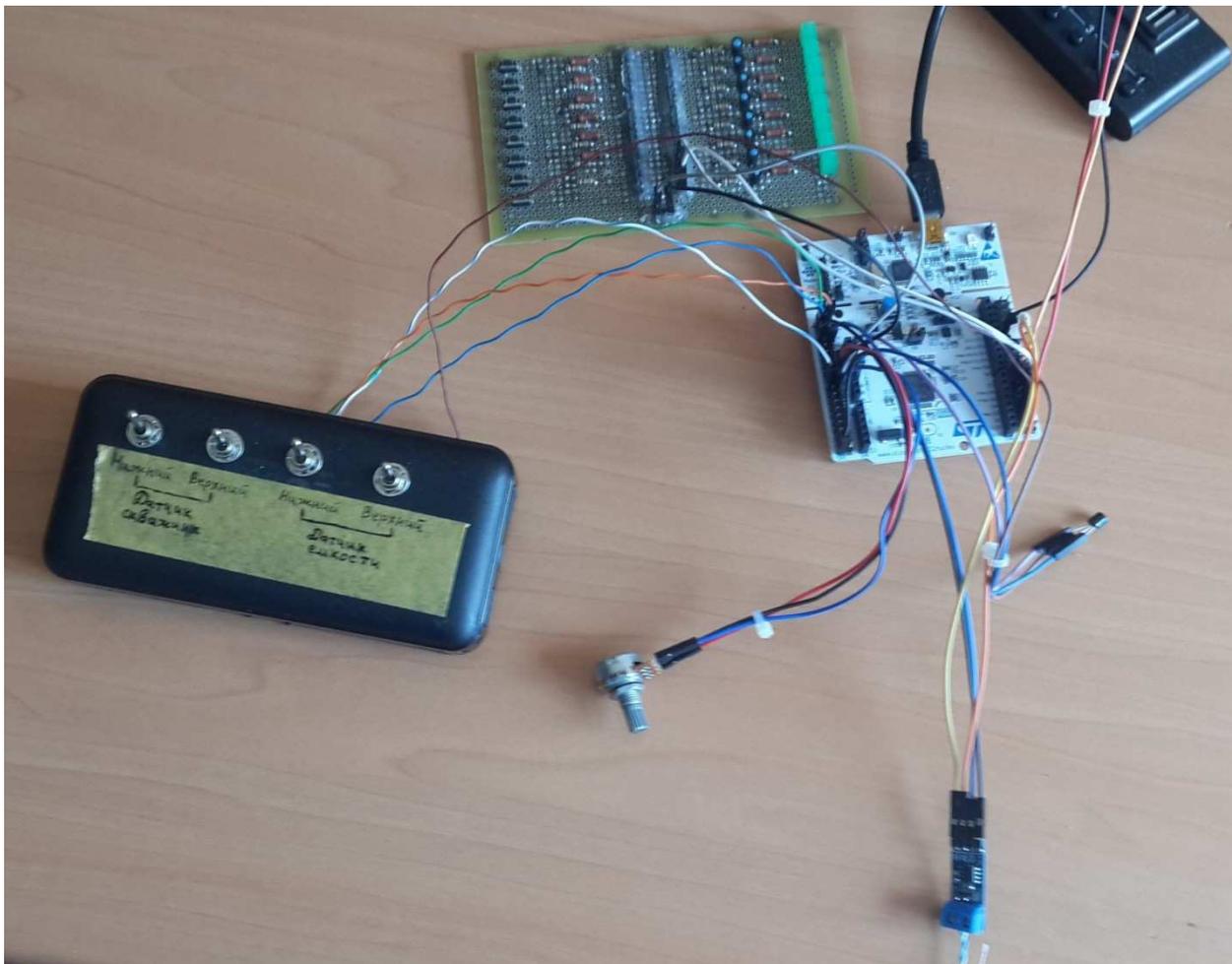


Рисунок 55 - Блок автополива садового участка

На рисунке 56 представлена отладочная плата на микроконтроллере STM32F103RET6 на которой тестируется подсистема нагрева воды в бассейне посредством солнечного теплового коллектора. К плате подключены два датчика температуры, и в качестве электронасоса включается светодиод LED 1.

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы выполнен анализ задания и обзор существующих решений. Согласно заданию разработаны схемы электрические структурные.

Так же был сделан выбор, и обоснован выбор, функциональных узлов системы и произведена разработка схемы электрической функциональной, электрической принципиальной системы управления и контроля. Разработаны алгоритмы работы прототипов модулей системы, которые были протестированы и отлажены на стенде.

Разработанный прототип системы управления и контроля для задач хозяйственного назначения на микроконтроллерной базе с использованием промышленного интерфейса CAN полностью соответствует заданию на выпускную квалификационную работу в форме дипломного проекта, является простым в реализации и программировании.

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Фрагмент листинга кода программы

usart.c

```
// Инициализация USART3
void AsyncUSART3_Init(void)
{
    // PB10 - TX
    GPIOB->MODER |= GPIO_MODER_MODER10_1;
    GPIOB->OSPEEDR |= GPIO_OSPEEDR_OSPEEDR10_1 | GPIO_OSPEEDR_
OSPEEDR10_0;
    GPIOB->AFR[1] |= 4 << GPIO_AFRH_AFRH2_Pos;
    // PB11 - RX
    GPIOB->MODER |= GPIO_MODER_MODER11_1;
    GPIOB->OSPEEDR |= GPIO_OSPEEDR_OSPEEDR11_1 | GPIO_OSPEEDR_
OSPEEDR11_0;
    GPIOB->AFR[1] |= 4 << GPIO_AFRH_AFRH3_Pos;
    // Включение тактирования USART1
    RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_USART3EN;
    // 9600
    USART3->BRR = 0x1388;
    USART3->CR1 |= USART_CR1_TE | USART_CR1_RE | USART_CR1_RXNE
IE;
    USART3->CR1 |= USART_CR1_UE;
    NVIC_EnableIRQ(USART3_4_IRQn);
}

// Функция отправки данных по USART3
void USART_Transmit_Str(USART_TypeDef *pUSART, uint8_t *pData, uint16_
t Size)
{
    uint16_t byteNumber = 0;
    while (pData[byteNumber] != '\0' && byteNumber < Size)
    {
        pUSART->TDR = pData[byteNumber];
        while ((pUSART->ISR & USART_ISR_TXE) == 0)
        {
        }
        byteNumber++;
    }
}
```

rcc.c

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

```

// Настройка тактовой частоты 48 МГц
void SysClockTo48(void)
{
    // Включение внутреннего RC генератора 8 МГц
    RCC->CR |= RCC_CR_HSION;
    while (!(RCC->CR & RCC_CR_HSIRDY))
    {
    }
    // Настройка Flash
    FLASH->ACR &= ~FLASH_ACR_PRFTBE;
    FLASH->ACR |= FLASH_ACR_PRFTBE | FLASH_ACR_LATENCY;
    // Настройка
    RCC->CFGR |= RCC_CFGR_PLLMUL_2 | RCC_CFGR_PLLSRC_HSI_PREDI
V;
    // Включение PLL
    RCC->CR |= RCC_CR_PLLON;
    while (RCC->CR & RCC_CR_PLLRDY)
    {
    }
    // Включение PLL как системного генератора
    RCC->CFGR |= RCC_CFGR_SW_1;
    while (RCC->CFGR & RCC_CFGR_SWS_PLL)
    {
    }
}

```

onewire.c

```

// Инициализация onewire
void onewire_Init(void)
{
    // PC3
    //GPIOC->MODER |= GPIO_MODER_MODER3_0;
    //GPIOC->OSPEEDR |= GPIO_OSPEEDR_OSPEEDR3_1 | GPIO_OSPEEDR_
OSPEEDR3_0;
    //GPIOC->OTYPER |= GPIO_OTYPER_OT_3;

    // PA8
    GPIOA->MODER |= GPIO_MODER_MODER8_0;
    GPIOA->OSPEEDR |= GPIO_OSPEEDR_OSPEEDR8_1 | GPIO_OSPEEDR_O
SPEEDR8_0;
    GPIOA->OTYPER |= GPIO_OTYPER_OT_8;
    GPIOA->PUPDR |= GPIO_PUPDR_PUPDR8_0;
}

```

						ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			66

```

// Сброс onewire
uint8_t onewire_Reset(void)
{
    uint16_t status;
    GPIOA->ODR &= ~GPIO_ODR_8;
    delay_us(485);
    GPIOA->ODR |= GPIO_ODR_8;
    delay_us(65);
    status = GPIOA->IDR & GPIO_IDR_8;
    delay_us(500);
    return (status ? 1 : 0);
}

// Чтение одного бита
uint8_t onewire_ReadBit(void)
{
    uint8_t bit = 0;
    GPIOA->ODR &= ~GPIO_ODR_8;
    delay_us(2);
    GPIOA->ODR |= GPIO_ODR_8;
    delay_us(13);
    bit = (GPIOA->IDR & GPIO_IDR_8 ? 1 : 0);
    delay_us(45);
    return bit;
}

```

ds18b20.c

```

// Чтение странички с данными
void ds18b20_ReadScratchpad(uint8_t mode, uint8_t *Data, uint8_t DevNum)
{
    uint8_t i;
    onewire_Reset();
    if (mode == SKIP_ROM_DS)
    {
        onewire_WriteByte(SKIP_ROM);
    }
    else
    {
        onewire_WriteByte(MATCH_ROM);
        for (i = 0; i < 8; i++)
        {
            onewire_WriteByte(Dev_ID[DevNum - 1][i]);
        }
    }
}

```

										Лист
										67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

```

onewire_WriteByte(READ_SCRATCHPAD);
for (i = 0; i < 8; i++)
{
    Data[i] = onewire_ReadByte();
}
}

// Получение температуры
int16_t ds18b20_Get_iTemperature(uint8_t mode, uint8_t DevNum)
{
    uint8_t dt[8];
    uint16_t raw_temper;
    int16_t sign = 1;
    ds18b20_ReadScratchpad(mode, dt, DevNum);
    raw_temper = (dt[1] << 8) | dt[0];
    if (ds18b20_GetSign(raw_temper))
    {
        raw_temper = 0xFFFF - raw_temper;
        sign = -1;
    }
    raw_temper = raw_temper >> 4;
    return raw_temper * sign;
}

```

Листинг разработанного программного обеспечения в полном объеме приведен на CD-диске.

					ДП-230101.65 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Космических и информационных технологий
институт

Вычислительная техника
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

О.В. Непомнящий

Подпись инициалы, фамилия

« 10 » 06 2021 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

230101.65 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
код и наименование направления

Система контроля и управления для дачного хозяйства на
микроконтроллерной основе с использованием промышленного интерфейса
CAN

Пояснительная записка

Руководитель

В. Г. Середкин
подпись, дата

доцент, канд.техн.наук
должность, ученая степень

В. Г. Середкин
инициалы, фамилия

Выпускник

А. В. Веремеев
подпись, дата

А. В. Веремеев
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

В. Г. Середкин
подпись, дата

В. Г. Середкин
инициалы, фамилия

Красноярск 2021