

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Инфокоммуникационных технологий»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ИКТ

_____ С.Н. Даровских

“ _____ ” _____ 2019 г.

Контроллер управления для системы водоочистки с модулем GPRS

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ

ЮУрГУ - Д 11.03.01.2019.024.00 ПЗ (ВКП)

Руководитель работы
Тележкин В.Ф. _____

“ _____ ” _____ 2019 г.

Автор проекта
студент группы КЭ-457
Прошин А.А. _____

“ _____ ” _____ 2019 г.

Нормоконтролер
Спицына В.Д. _____

“ _____ ” _____ 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Прошин А.А. Проектирование микроконтроллера на базе Arduino с модемом GPRS для системы водоочистки. – Челябинск: ЮУрГУ, ВШ ЭКН, 2019, 35 с., 19 ил. Список литературы содержит 9 наименований. Графический материал состоит из 2 листов формата А1.

В данном дипломном проекте представлена разработка микроконтроллера на базе Arduino с модемом GPRS для системы водоочистки. Основное назначения данного прибора – управление всеми основными электроимпульсными датчиками и приборами, участвующие в работе системы, передача пакета данных на удаленный источник для контроля работоспособности системы. Основными объектами исследования является микроконтроллер, GPRS модуль, интерфейс обмена данных, шифрования данных, формат передаваемых данных.

В процессе разработки устройства был выбран наиболее подходящий вариант микроконтроллера и GPRS модуль.

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ						
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Разраб.</i>	Прошин А.А.				<i>Микроконтроллер на базе Arduino с GPRS передатчиком для системы водоочистки</i>			д			
<i>Пров.</i>	Тележкин В.Ф.									3	35
<i>Рецензент</i>								ЮУрГУ Кафедра ИКТ			
<i>Н.контр.</i>	Спицына В.Д.										
<i>Утв.</i>	Даровских С.Н.										

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Анализ технического задания.....	7
1.1 Содержание работы.....	7
1.2 Принципы работы системы водоочистки.....	7
1.3 Подбор необходимого оборудования.....	8
1.4 Выбор микроконтроллера.....	15
1.5 Выбор устройства передачи.....	18
2 Схема включения микроконтроллера.....	21
3 Разработка структурной схемы.....	23
3.1 Написание алгоритма системы.....	23
3.2 Демонстрация работы системы.....	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	29
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	31

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

GPRS (General Packet Radio Service) – «пакетная радиосвязь общего пользования»;

GSM (Group Special Mobile) – глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи с разделением каналов по времени (TDMA) и частоте (FDMA);

UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) – узел вычислительных устройств, предназначенный для организации связи с другими цифровыми устройствами;

МК – микроконтроллер;

ОЗУ – оперативная память;

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;

ЭЭГ – Электроэнцефалография.

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		5

ВВЕДЕНИЕ

Суть любой водоочистки заключается в прохождении воды сквозь фильтры и мембранные блоки. Создание промышленных систем подразумевает наличие полной автоматизации процесса очистки. Для этого нужно правильно подобрать оборудование, обеспечить правильное исполнение алгоритма системы и рабочих процессов.

Модуль GPRS/GPS служит для передачи информации о работоспособности системы на удаленный источник. Сделано это с целью удаленного контроля.

По полученным данным, человек без специального образования, может получить полную картину о режиме работы системы в данный момент, спланировать дальнейшее обслуживание системы.

В данный момент микроконтроллеры широко используются в промышленности, но многие модели имеют одни и те же недостатки. Высокая цена, сложность в эксплуатации, частые поломки. Современные российские бюджетные контроллеры сложны в освоении, потому что их работа основана на местной среде программирования, поэтому для каждого контроллера нужен свой подход. Большинство из них ориентируются на логические элементы, которые не отличаются своей гибкостью и простотой в силу устаревания, по сравнению с программированием основанном на программном коде.

Мое разрабатываемое устройство состоит из микроконтроллера и GSM-модема. В качестве микроконтроллера был выбран МК ATmega 2560 на аппаратной платформе Arduino Mega. В качестве модема был выбран Shield GPRS/GSM SIM900 – модуль для работы микроконтроллерных устройств Arduino и аналогичных в сетях сотовой связи по стандартам GSM и GPRS. Ориентирован на использование в системах автоматики и управления.

Устройство на базе данного МК поможет снизить стоимость в 10 раз, работать в более комфортной среде программирования, удобное подключение сторонних устройств, что поможет расширять функционал в любых масштабах.

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		6

1 Анализ технического задания

1.1 Содержание работы

При выполнении дипломного проекта необходимо решить ряд поставленных вопросов:

- выбор микроконтроллера;
- написание алгоритма работы;
- разработка структурной и функциональной схемы.

В связи с тем, что разрабатываемое устройство является частью системы водоочистки, необходимо упомянуть о его назначении и основных принципах работы.

1.2 Принципы работы системы водоочистки.

Суть любой водоочистки заключается в прохождении воды сквозь фильтры и мембранные блоки. Создание промышленных систем подразумевает наличие полной автоматизации процесса очистки. Для этого нужно правильно подобрать оборудование, обеспечить правильное исполнение алгоритма системы и рабочих процессов.

При разработке и подборе оборудования учитывается рабочее напряжение и тока, подбирается это таким образом, чтобы все оборудование работало без использования дополнительных устройств. Выбор делается исходя из соображений безопасности использования электрооборудования, удобства коммутации, низкой рыночной стоимости, характеристик производительности.

Подбор необходимого оборудования

Для полной сборки базовой системы водоочистки обратного осмоса нам потребуется:

- насос отечественной фирмы CNP;

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		7

- клапаны электромагнитные;
- клапаны низкого давления;
- лампы индикаторные;
- кнопки, переключатели, тумблеры;
- микроконтроллер;
- модуль GPRS.

1.3 Подбор необходимого оборудования

1.3.1 Подбор насосной станции

Насос CNP CDL 8-5 (чугун) арт. cdl8-5/22i1 с однофазным двигателем (см. рисунок 1) 220 В, мощность - 2,2 кВт, входная и выходная камеры изготовлены из чугуна.

Насосы серии CDL/CDLF вертикальные, многоступенчатые, центробежные, с нормальным всасыванием, высокого напора, с патрубками в одну линию. Оснащены стандартными электродвигателями (по запросу взрывобезопасные от 0,75 кВт). Используются для перекачивания различных жидкостей, включая воду и разного рода технологические жидкости в широком диапазоне значений температуры, подачи, напора и химического состава перекачиваемой среды.

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						8
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		



Рисунок 1 - Общий вид насоса

Требования безопасности при подключении насоса

Для предотвращения несчастных случаев необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации энергоустановок. Необходимо полностью исключить опасность поражения током. Обязательно соблюдение правил безопасности, принятых при работе с вращающимися частями.

Требования безопасности при эксплуатации

Во избежание повреждения агрегат электронасосный необходимо эксплуатировать только в условиях, установленных требованиями настоящего руководства, а также в режимах, находящихся в диапазоне, указанном в техническом паспорте на изделие. Для продления срока службы необходимо вовремя выполнять техническое обслуживание изделия и своевременную замену изношенных комплектующих

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Требования безопасности при техническом обслуживании

Перед выполнением работ по техническому обслуживанию агрегат электронасосный необходимо остановить и полностью обесточить во избежание нанесения увечий персоналу вращающимися частями и поражения электрическим током.

Характеристика электродвигателей, применяемых в агрегатах электронасосных серии CDL/CDLF:

- стандартный асинхронный двигатель;
- степень защиты: Ip 55;
- класс изоляции: F
- стандартное напряжение при частоте 50 Гц:
однофазное исполнение: 220...230 В;

Чтобы убедиться, что электродвигатель подходит под характеристики электросети, необходимо подключить кабеля электродвигателя, как показано на рисунке на распределительной коробке и заводской табличке электродвигателя (рисунок. 2).

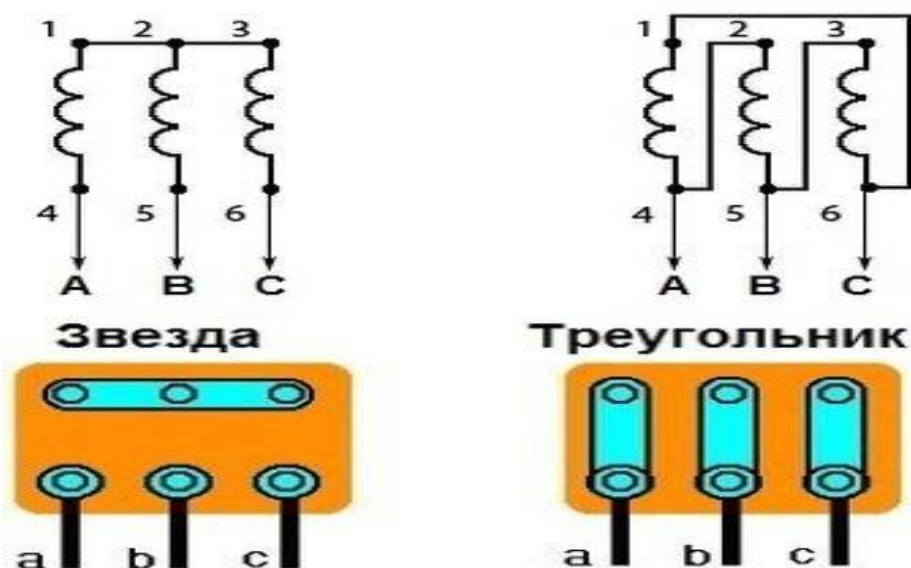


Рисунок 2 – Схема подключения электродвигателя

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.3.2 Подбор электромагнитного клапана

Электромагнитный запорный клапан предназначен для применения в качестве регулирующего и запорного устройства при осуществлении быстрого дистанционного управления (отключения или включения) потоками жидкости, воздуха или газа любой трубопроводной системы. Принцип работы заключается в следующем: в статическом положении, когда катушка электромагнитного клапана обесточена и клапан закрыт (или открыт в зависимости от его типа), мембрана клапана или его поршень за счет механического воздействия пружины находится в герметичном соприкосновении с седлом клапана. При подаче электрического напряжения на катушку — клапан с электромагнитным приводом открывается/закрывается. Это осуществляется за счет воздействия магнитного поля, создаваемого в катушке клапана (соленоиде), на плунжер и его втягивания в катушку.



Рисунок 3 – Электромагнитный клапан

Схема подключения

В катушке имеется три вывода (рисунок 4). На средний вывод нанесена маркировка, как показано на рисунке слева. Этот вывод используется для

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		11

заземления. Два других вывода являются клеммами катушки и могут использоваться для подключения фазы или нейтрали. В зависимости от ситуации эти клеммы могут соответственно использоваться в для подключения фазы и нейтрали.

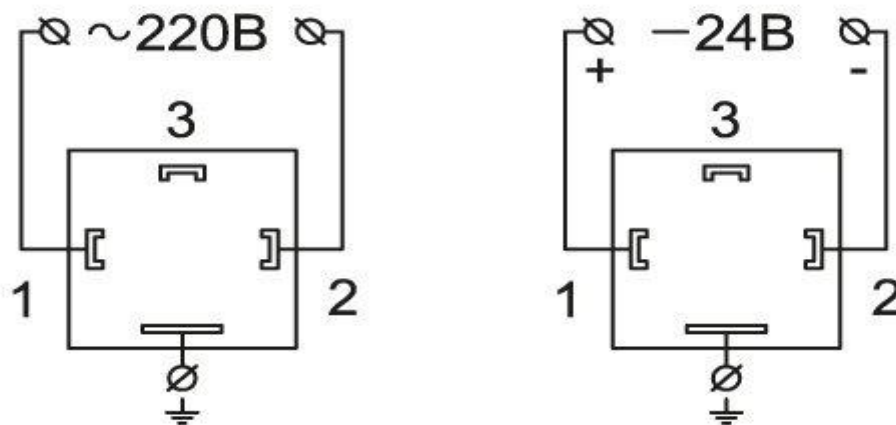


Рисунок 4 – Схема подключения электромагнитного клапана

1.3.3 Клапан низкого давления

Клапан низкого давления LP-04 GR-EZ применяется в различных системах водоподготовки для защиты насосов от работы всухую. (рисунок 5) Клапан низкого давления LP-04 GR-EZ состоит из пластикового корпуса с выходом для подключения к системе очистки, а также реле, расположенного внутри клапана.

При минимальном давлении в системе данный клапан находится в разомкнутом состоянии. При достижении давления от 0,2 бар клапан замыкается, запуская тем самым насос. Данный клапан предотвращает постоянную работу насоса при отсутствии воды в водопроводе

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Рисунок 5 – Клапан низкого давления

Схема подключения взята с сайта производителя, рекомендуется пользоваться ею (рисунок 6)

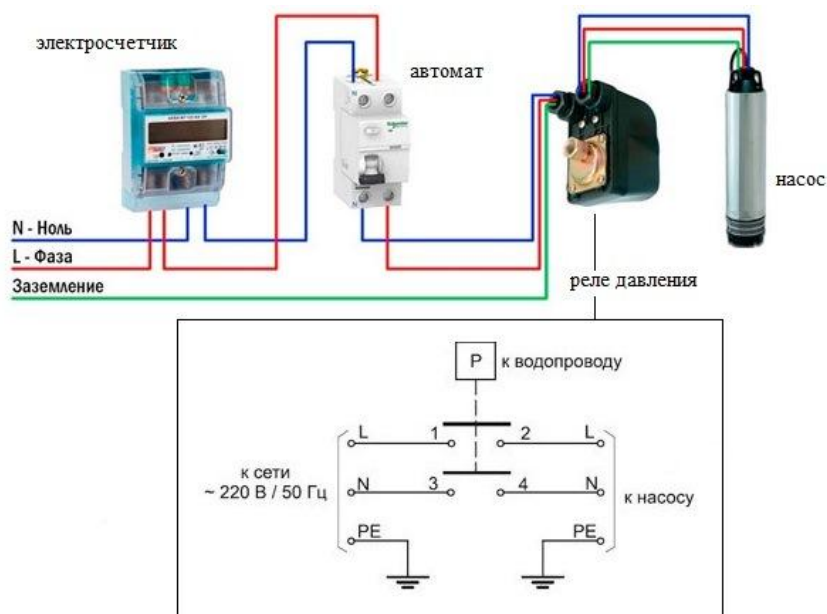


Рисунок 6 – схема подключения

1.3.4 Лампы индикаторные

Служит для индикации режимов работы системы. Номинальное рабочее напряжение 220В (рисунок 7).

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------



Рисунок 7 – Лампа индикаторная

1.3.5 Кнопка SW2C-11 возвратная

Аппаратура управления предназначается для оперативного управления технологическим оборудованием и индикации состояния электрических цепей (рисунок 8). Аппаратура применяется в электрических цепях переменного тока частотой 50/60 Гц с напряжением до 660 В и постоянным напряжением до 400 В; устанавливается, например, в постах кнопочных, вводно-распределительных устройствах, устройствах автоматического включения резерва, станциях управления электрическими приводами и т. п.



Рисунок 8 – Кнопка возвратная

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ

Лист

14

1.4 Выбор микроконтроллера

Как уже было определено нам необходимо выбрать микроконтроллер поскольку он может принимать данные обрабатывать и управлять другими устройствами. При выборе микроконтроллера необходимо определиться с размерами стоимостью и производительностью. Существует множество разных типов микроконтроллеров имеющих разную архитектуру процессорного модуля, размеры, периферийные устройства, размеры и типы встроенной памяти и т.д. Так же в микроконтроллерах часто используется гарвардская архитектура. При такой архитектуре используется раздельная хранения данных и команд в ОЗУ и ПЗУ.

Существует большое количества периферийных устройств:

- аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи;
- таймеры;
- тактовый генератор и сторожевой таймер;
- широтно-импульсные модуляторы;
- массивы встроенной флеш-памяти;
- интерфейсы ввода вывода (UART, I²C, SPI, USB, Ethernet и т.д).

Это лишь часть использованных периферийных устройств существует и другие.

Так же существует множества разных семейств микроконтроллеров:

- ARM (ARM Limited);
- MCS 51 (Intel);
- AVR (Atmel);
- PIC (Microchip);
- STM8 (STMicroelectronics).

А так же их подсемейства и аналоги.

ATmega 2560 входит в семейство megaAVR. Данное семейство имеет следующие особенности:

- число линий ввода-вывода 23-86;
- флеш-память до 256 Кб;

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- SRAM до 16 Кб;
- EEPROM до 4 Кб;
- расширенная система команд и периферийных устройств;
- аппаратный умножитель.

Для работы с микроконтроллером ATmega 2560 используется плата Arduino mega.

Платы Arduino представляют собой микроконтроллер и другую периферию для взаимодействия с ним смонтированную на одну печатную плату. Микроконтроллеры в Arduino имеют встроенный предварительно прошитый загрузчик. Благодаря ему пользователь может загружать в свою программу в микроконтроллер без применения отдельных аппаратных программаторов. Это позволяет загружать программу через USB интерфейс или отдельного переходника UART-USB. Загрузка осуществляется при помощи бесплатно предоставляемой программной оболочки Arduino IDE.

Причиной выбора этой платформы является низкая цена, высокая доступность, открытые библиотеки и простой в освоении язык программирования, основанный на C/C++. Это позволяет как быстро построить прототип прибора для проверки концепта, так и внести возможные изменения.

Arduino Mega 2560 (рисунок 9) имеет в своём составе микроконтроллер ATmega2560. На данной плате присутствуют 54 цифровых входа/выхода так же из них 14 могут использоваться как выходы ШИМ. На плате так же расположены 16 аналоговых входов, 4 последовательных порта UART, USB коннектор, кварцевый генератор 15МГц, разъем питания, разъем ICSP и кнопка перезагрузки [1, с.7]

Обозначим краткие характеристики:

- рабочее напряжение: 5 В;
- входное напряжение (рекомендуемое): 7...12 В;
- входное напряжение (предельное): 5...20 В;
- максимальная сила тока: 40мА;
- для вывода 3,3 В постоянный ток :50 мА;

- ОЗУ: 8 КБ;
- ПЗУ: 4 КБ;
- флешь-память: 256 КБ;
- цифровые входы/выходы: 54;
- аналоговые входы: 16.

Питания для Arduino mega подаётся через USB или от внешнего устройства. При нескольких источниках питания выбирается автоматически. Для нашего устройства необходимо иметь внешнее питания что бы обеспечить мобильность. Внешнее питания может обеспечивается преобразователем напряжения или аккумуляторной батареей. Так как наше устройства должно быть автономным нас интересует внешнее питания от батареи. Внешний источник питания подключается посредством разъёма 2.1 мм с положительным полюсом в центральном контакта.

Плата работает при внешнем питании от 6 В до 20 В. Если использовать напряжение ниже семи вольт на выводе «5V» напряжение может быть меньше заявленного. Так же при напряжении менее пяти вольт платформа работает нестабильно.

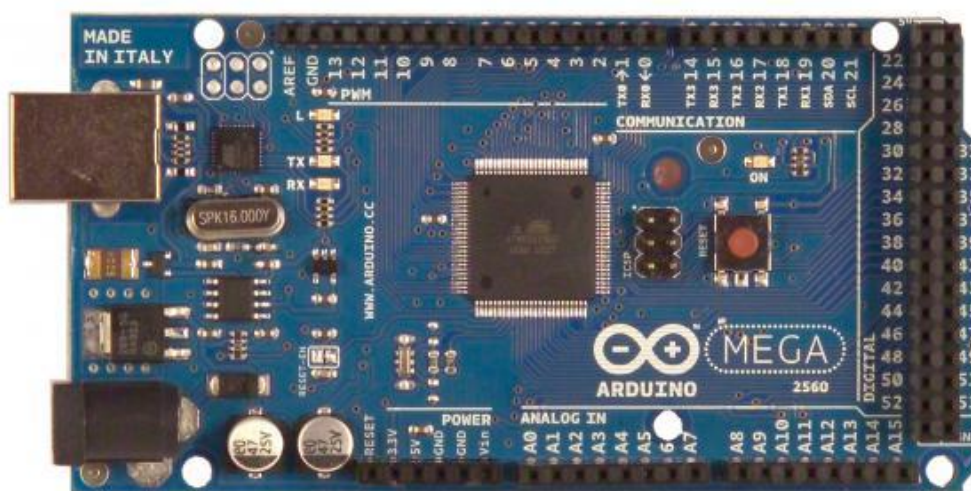


Рисунок 9 – Arduino Mega 2560

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Для взаимодействия с компьютером и другими устройствами установлено несколько устройств. Arduino Mega 2560 имеет четыре порта последовательной передачи UART для TTL. Так же на плате установлена микросхема ATmega16U2 направляющая один из интерфейсов через USB, предоставляя виртуальный COM порт на компьютере другим программам. При передачи данных через микросхему ATmega16U2 и USB светодиоды RX и TX на плате будут мигать. Стоит отметить что при использовании передачи через выводы «0» и «1» светодиоды не будут мигать. Так же в среде разработки Arduino включена утилита, позволяющая посылать и получать данные от последовательной шины (Serial Monitor).

Arduino Mega 2560 является хорошим решением для создания прототипа. 54 цифровых входа позволяет осуществлять съём данных более чем с 24 каналов ЭЭГ. UART порты подходят для управления модемом и другими устройствами при необходимости. Продукция компании Arduino является достаточно распространённой. Цена на их платформы является относительно низкой. Открытость всех библиотек позволяет более корректно работать с ними. Так же Arduino Mega 2560 имеет компактные габаритные параметры 10,16 × 5,3 см.

1.5 Выбор устройства передачи

Для передачи сигнала будет использоваться GPRS канал. Для передачи данных таким способом необходимо определиться с устройством которая может обеспечить стабильное соединения. Для использования GPRS применяют GSM/GPRS модули. Один из ведущих разработчиков и производителей таких терминалов является компания SIMCom Wireless Solutions (SIMCom). На базе одного из таких модулей SIM900 существует плата расширения. SIM900 GSM/GPRS (см. рисунок 10) предназначен для работы с микроконтроллерными устройствами Arduino.

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

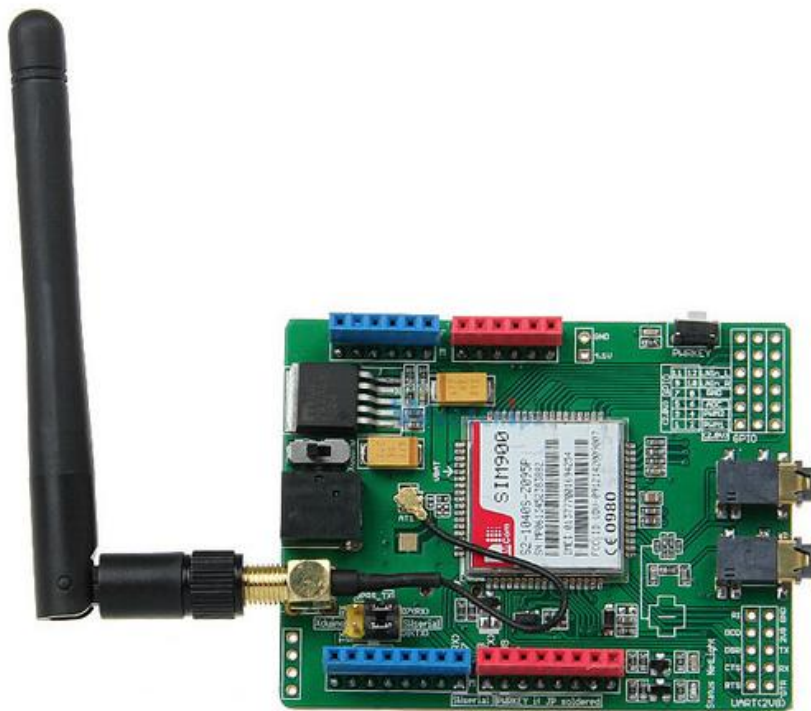


Рисунок 10 – GSM/GPRS Shield

Данный модуль разработан для использования в системах автоматике и управления. Для обмена данными с другими модулями или с микроконтроллером используется UART интерфейс. Плата расширения так же по средствам интерфейса UART может работать совместно с персональным компьютером, но для этого необходимо использовать преобразователь интерфейса портПК/UART. Управления модемом осуществляется с помощью AT команд [3, с.16].

Основные характеристики GSM/GPRS Shield [2, с.37]:

- класс передачи данных GPRS 10/8;
- четыре диапазона GSM 850/ 900/ 1800/ 1900 МГц;
- PPP-стек;
- CSD до 14,4 кбит/сек;
- встроенный стек TCP/IP, UDP/IP;
- протоколы HTTP и FTP;
- напряжения питания 3,2...4,8 В;
- температурный рабочий режим от минус 30 до 80 °С

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- SIM карты поддерживает с напряжением 1,8 и 3,3 В.

АТ-команды разработаны в 1977 году компанией Hayes для модема «Smartmodem 300 baud». Данные команды должны быть записаны по специальной форме. Команда всегда должна начинаться буквами АТ или at далее идёт одна или несколько команд.

В GSM/GPRS Shield присутствуют несколько компонентов управления. Переключатель Power select позволяет установить источник питания. Плата может получать питания от внешнего источника или непосредственно от источника питания микроконтроллерного модуля Arduino. Ещё один из элементов управления является кнопка Power key. Данная кнопка позволяет включать и выключать питания при нажатии и удержании в течение двух секунд.

На плате расширения присутствует различная индикация состояния.

Для этого используются три светодиода:

- PWR – зелёный светодиод. Используется для обозначения питания модуля;
- Net Light – зелёный светодиод. Указывает соединения с сетью. Если светодиод не горит значит SIM 900 не работает. При мигании светодиода интервалами: 800 мс выключен и 64 мс включен – сеть не обнаружена, 300 мс выключен и 64 включен – сеть обнаружена, 30 выключен и 64 включен – GPRS подключен;
- Status – красный светодиод. Используется для обозначения питания компонента SIM900.

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

2 Схема включения микроконтроллера

Для обеспечения правильной работоспособности микроконтроллера необходимо правильно составить схему включения. На рисунке 11 обозначены номера и названия выводов [1,с.4].

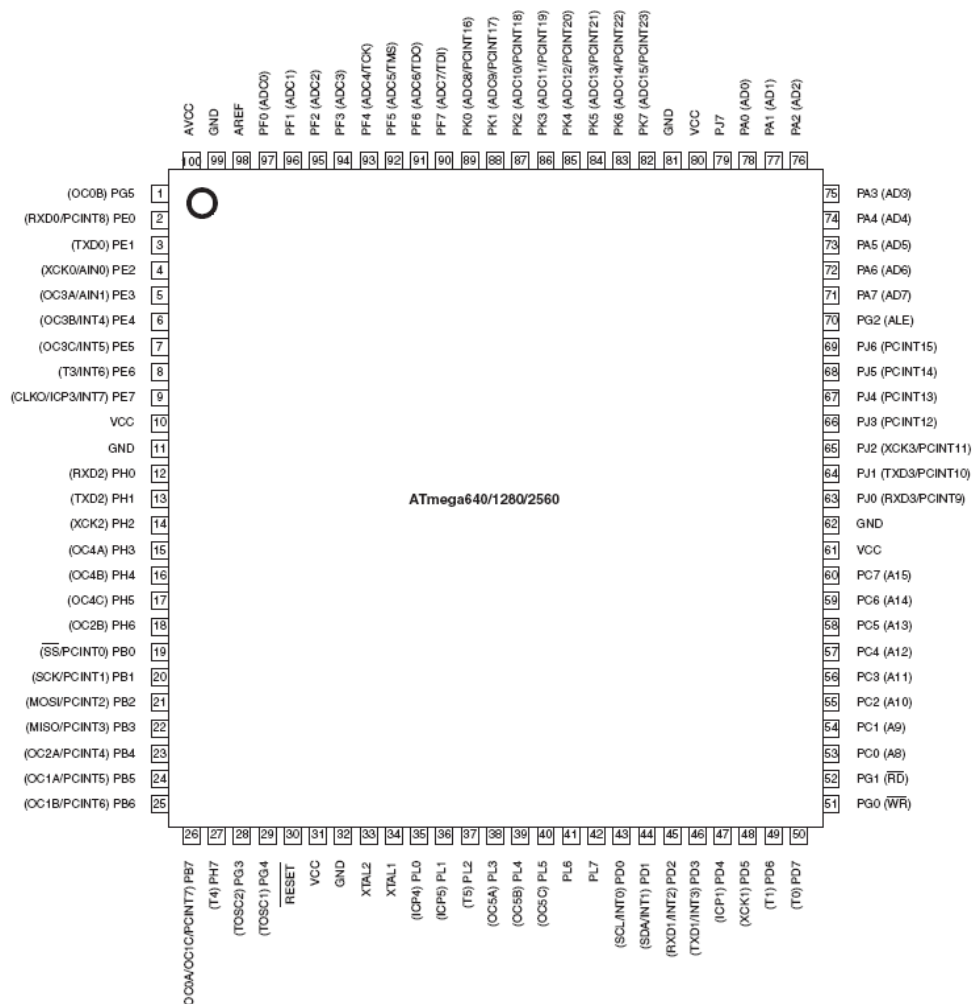


Рисунок 11 - Назначение выводов компонента ATmega2560

Для обеспечения питания 5 В. Используется схема включения с стабилизатором напряжения. Дополнительные конденсаторы сглаживают и фильтруют случайные импульсы. Воспользуемся стабилизатором напряжения NCP117ST50T3g. Схема подключения стабилизатора на рисунке 12.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

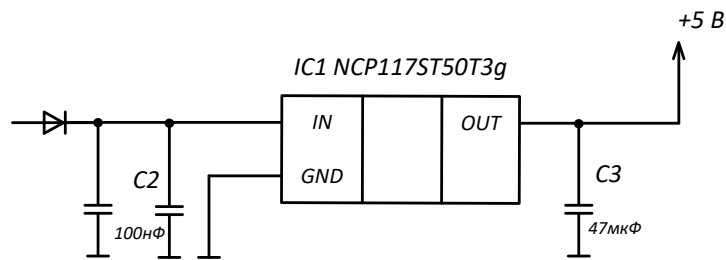


Рисунок 12- Схема включения питания

К выводам XTAL1 и XTAL2 необходимо подключить кварцевый резонатор (рисунок 13). Это необходимо для осуществления тактирования.

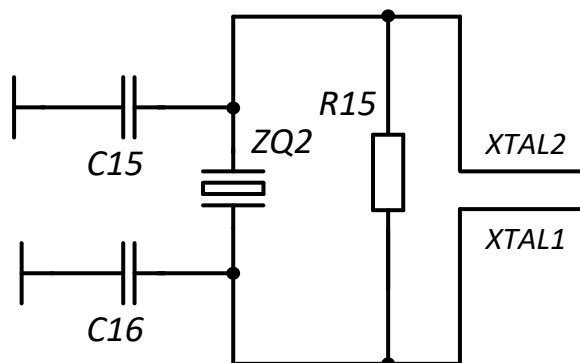


Рисунок 13- Схема включения кварцевого резонатора

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

3 Разработка алгоритма работы на примере структурной схемы.

Для грамотного выполнения технического задания нужно составить структурную схему.

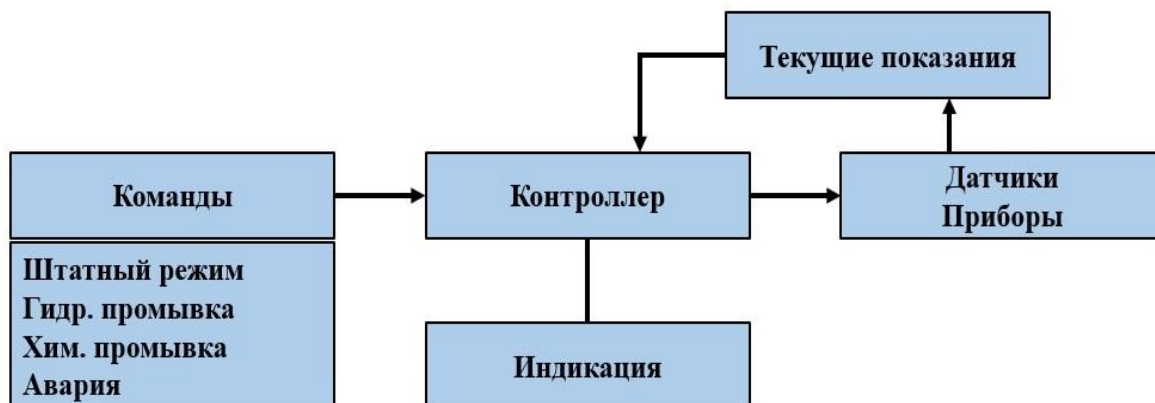


Рисунок 14 – Структурная схема

Для включения любого режима работы необходимо подать сигнал нажатием соответствующей кнопки. Сигнал включения подается на вход микроконтроллера, если все работает корректно, то включается индикация начала работы режима.

Сигнал подается на соответствующие датчики и приборы, которая дают контроллеру обратную связь, отправляя свои текущие показатели работоспособности. Если ошибок в работе не найдено, то режим «Авария» пропускается, система начинает выполнять заданный алгоритм.

3.1 Алгоритм работы системы на примере функциональной схемы

Все используемые клапаны являются нормально-закрытыми, это сделано для облегчения монтажа системы и написания кода.

Датчик низкого давления является условным нулем. При прохождении потока воды с давлением больше 0.5 бар он подает сигнал, условную единицу, это позволяет всегда контролировать уровень воды в системе.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

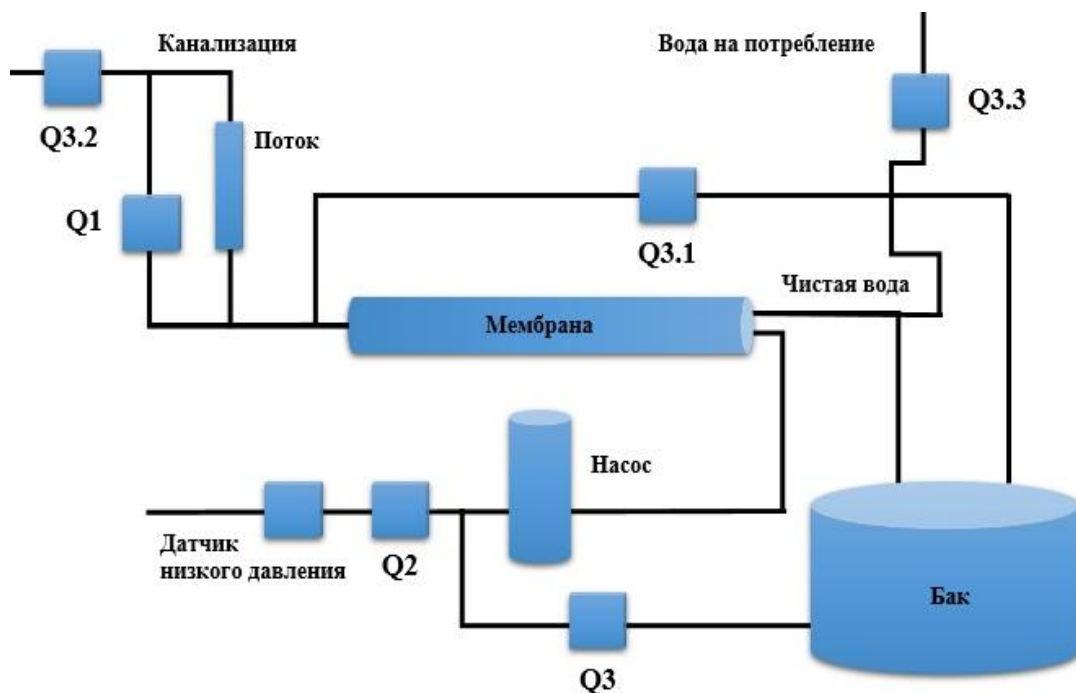


Рисунок 15 – Функциональная схема

Клапан Q1 служит для дополнительного выброса воды в канализацию, это сделано с целью ускорить процесс промывки системы.

Q3.1 служит для правильной работы химической промывки, потому что для этого режима необходимо закольцевать воду внутри системы, чтобы она непрерывно циркулировала, очищая мембранный блок.

I1 условное обозначение датчика низкого давления

I2 сигнал включения, который будет подаваться посредством кнопки

I3 сигнал уровня накопительной емкости

I4 сигнал включения начала химической промывки

I5 сигнал включения начала гидравлической промывки

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

3.2 Демонстрация работы системы

I1 датчик низкого давления, если давление на входе превысило 0.5бар размыкается

I2 сигнал включения --включились Q1 Q2 (рисунок 16)

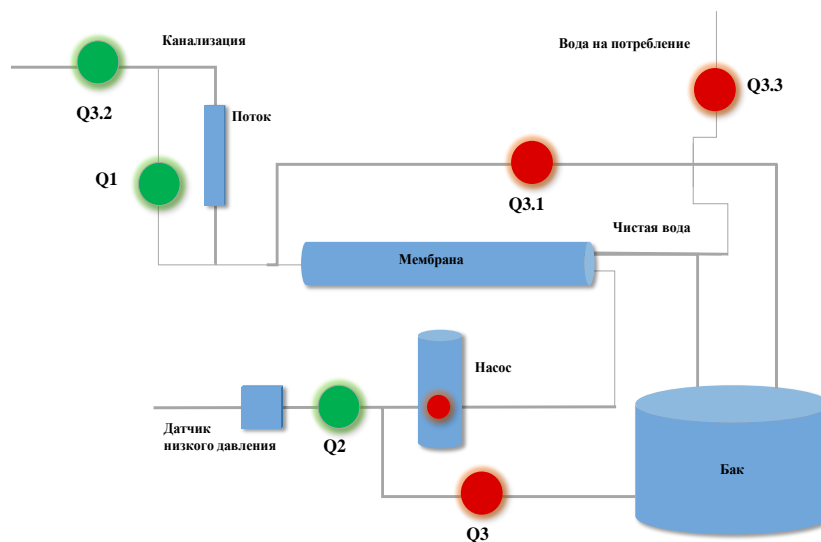


Рисунок 16 – Первое включение

Начинается гидравлическая промывка 20 секунд без насоса, то есть от исходного давления.

Первое включение необходимо сделать плавным, так как на большинстве установок не ставятся частотные преобразователи, которые бы управляли плавным запуском насоса, для избегания гидроудара.

Для плавного включения первые 20 секунд система будет работать без насосной станции, в течении этого времени давление от исходного источника будет постепенно наполнять систему, запускать первоначальные процессы, начинать расконсервирование мембранного элемента.

Спустя 20 секунд реального времени включится насос, но давление уже будет в системе, что позволит избежать его резкого давления. Все это может привести к поломке системы, таким образом этого можно не допустить.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Спустя 20 сек Q4 (насосная станция) включается и проходит гидравлическая промывка. (рисунок 17)

Так как мы уже избежали резкого скачка давления, то система включается в работу плавней, для корректной работы системы водоочистки необходимо поддерживать определенную скорость потока воды, постоянное давление, температуру.

Поток воды осуществляется вручную с помощью датчика потока.

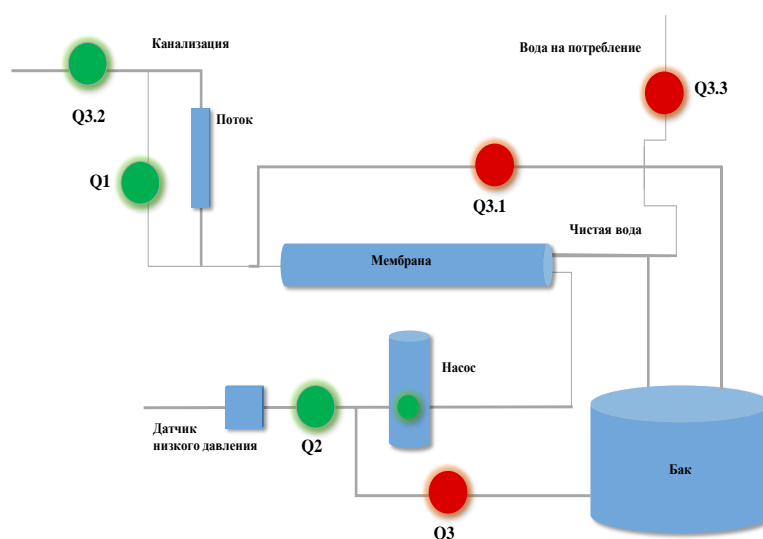


Рисунок 17 – Гидравлическая промывка

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

3.2.1 Рабочий режим системы водоочистки

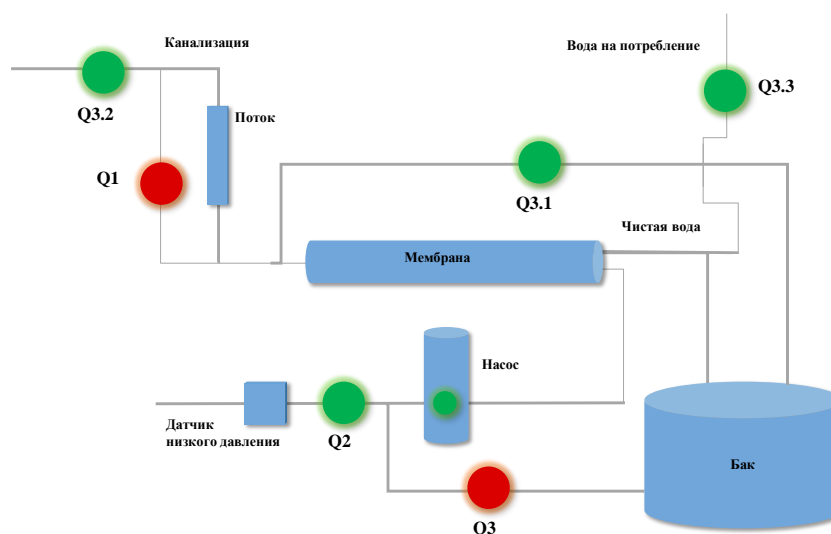


Рисунок 18 – Рабочий режим

Выключен Q1 клапан, он используется для гидравлической промывки, если система в штатном режиме, то клапан можно выключить.

Q3.1 клапан для наполнения накопительной емкости, которая необходима для процесса химической промывки, которая перестанет наполняться автоматически за счет датчика уровня внутри емкости.

Q3.3 клапан на выход чистой питьевой воды.

Хим. промывка

В баке стоит датчик уровня, обычный механический поплавков, если вода набирается, то поплавков поднимается. I4 включается, если уровень в баке нормальный.

Q3 Q3.1 открываются, таким образом вода в системе будет закольцована.

Q3.2 Q3.3 закрываются, чтобы грязная вода не использовалась для потребления.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Промывка длится четыре часа, это необходимый минимум для выведения процессов отходов системы водоочистки после ее рабочего режима.

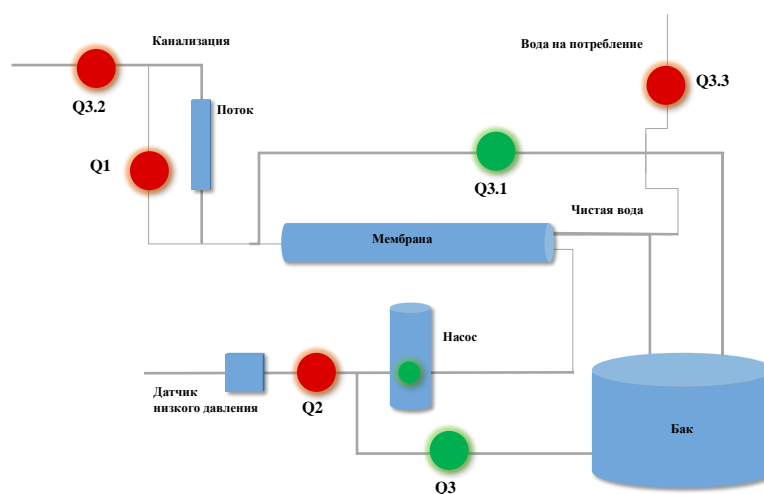


Рисунок 19 – Химическая промывка

Авария

Если отсутствует давления на датчике низкого давления, то сигнал меняется на условный ноль, что посылает сигнал к МК для выключения насосной станции и прекращении работы системы.

Выключение происходит спустя 40 секунд после получения сигнала, это сделано для предотвращения ложной остановки работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном выпускном квалификационном проекте была разработана программа, исполняемая микроконтроллером ATmega 2560.

Произведена проверка работоспособности устройства на макете.

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	Лист
						29
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ATmega640/1280/1281/2560/2561 Datasheet [Электронный ресурс]. URL: http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-2549-8-bit-avr-microcontroller-atmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf (дата обращения 21.12.2018).
2. SIM900 module Datasheet [Электронный ресурс]. URL: ftp://imall.iteadstudio.com/IM120417009_IComSat/DOC_SIM900_Hardware%20Design_V2.00.pdf (дата обращения 21.12.2018).
3. SIM900 AT Command Manual [Электронный ресурс]. URL: https://www.espruino.com/datasheets/SIM900_AT.pdf (дата обращения 21.12.2018).
4. Регистрация ЭЭГ. Система 10-20. [Электронный ресурс]. URL: http://ru.psyphy.wikia.com/wiki/5._Регистрация_ЭЭГ._Система_10-20. (дата обращения 21.12.2018).
5. ATmega8U2 ATmega16U2 ATmega32U2 Datasheet [Электронный ресурс]. URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/doc7799.pdf>. (дата обращения 21.12.2018).
6. Кодирование данных с помощью самосинхронизирующих кодов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iz-news.ru/lect/02/> (дата обращения 21.12.2018).
7. JSON Quick Guide [Электронный ресурс]. URL: https://www.tutorialspoint.com/json/json_tutorial.pdf/ (дата обращения 21.12.2018).
8. MIC29302 Datasheet [Электронный ресурс]. URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/MIC29302A.pdf> (дата обращения 21.12.2018).
9. Сетевые методы планирования и управления рецензент М.Б. Турковская. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2010 – 24 с.

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	Лист
						30
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Листинг программы

```
/*
 * Andrew's first programm
 * It's cool
 */
 / библиотека для работы с GPRS устройством
#include <GPRS_Shield_Arduino.h>
// библиотека для эмуляции Serial порта
// она нужна для работы библиотеки GPRS_Shield_Arduino
#include <SoftwareSerial.h>
// номер на который будем отправлять сообщение
#define PHONE_NUMBER "+79507386458"
// текст сообщения, которое будем отправлять
#define MESSAGE "Режим "авария""
// создаём объект класса GPRS. По умолчанию скорость общения с ним 9600 бод
// с помощью него будем давать команды GPRS шилду
GPRS gprs;

int Q1 = 1 ; //перечень электромагнитных клапанов
int Q2 = 2 ;
int Q3 = 3 ;
int Q31 = 4 ;
int Q32 = 5 ;
int Q33 = 6 ;
int Q4 = 7; //насосная станция

//indication
int LampDanger = 8; //индикация работы режима "авария"
```

					ЮУрГУ – Д.11.03.01.2019.024.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

```

int LampChemicalWash = 9; //индикация работы режима "химическая промывка
int LampHydraulicWash = 10; //индикация работы режима "гидравлическая
промывка
//key
int I1 = 11; //проверка давления на датчике низкого давления
int I2 = 12; //сигнал включения
int I3 = 13; //датчик уровня накопительной емкости
int I4 = 14; //сигнал начала химической промывки
int I5 = 15; //сигнал начала гидравлической промывки

void setup()
{
pinMode(Q1, OUTPUT);
pinMode(Q2, OUTPUT);

pinMode(Q3, OUTPUT);
pinMode(Q31, OUTPUT);
pinMode(Q32, OUTPUT);
pinMode(Q33, OUTPUT);
pinMode(Q4, OUTPUT);
//indication
pinMode(LampDanger, OUTPUT);
pinMode(LampChemicalWash, OUTPUT);
pinMode(LampHydraulicWash, OUTPUT);
//key
pinMode(I1, INPUT);
pinMode(I2, INPUT);
pinMode(I3, INPUT);

```

```

pinMode(I4, INPUT);
pinMode(I5, INPUT);
{
if (digitalRead(I1) == HIGH); //Включение системы, первый запуск

digitalWrite (LampHydraulicWash, HIGH); //индикация работы
digitalWrite (Q1, HIGH); //начало работы
digitalWrite (Q2, HIGH);
digitalWrite (Q32, HIGH);
delay (20000); //20 секунд работы без насосной станции для избежания
гидроудара
digitalWrite (Q4, HIGH); //включение насосной станции
delay (20000); //20 секунд плавного набора нужного давления
digitalWrite (Q1, LOW); //выключение клапана на сброс воды
delay (50);
digitalWrite (Q31, HIGH);
digitalWrite (Q33, HIGH); //рабочее состояние системы
}

Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
{
if (digitalRead(I1) == LOW); //если пропадает давление на входе, то выключается
насос

digitalWrite (Q4, LOW);

```



```

digitalWrite (LampDanger, HIGH);
}

{
if (digitalRead (I5) == HIGH); //гидравлическая промывка
digitalWrite (LampHydraulicWash, HIGH);
digitalWrite (Q1, HIGH);
digitalWrite (Q31, LOW);
digitalWrite (Q33, LOW);
delay(10800);
}

{
if (digitalRead (I4) == HIGH); //химическая промывка
if (digitalRead (I3) == HIGH); //проверка уровня воды в баке

digitalWrite (LampChemicalWash, HIGH);
digitalWrite (Q31, HIGH);
digitalWrite (Q3, HIGH);
digitalWrite (Q32, LOW);
digitalWrite (Q33, LOW);
digitalWrite (Q1, LOW);
digitalWrite (Q2, LOW);
delay(14400);
}

{
// включаем GPRS-шилд
gprs.powerUpDown();
}

```

```

// открываем последовательный порт для мониторинга действий в программе
Serial.begin(9600);
while(!Serial)
{
  // ждём пока не откроется монитор последовательного порта
  // для того, чтобы отследить все события в программе
  // проверяем, есть ли связь с GPRS-устройством
  while(!gprs.init())
  {
// если связи нет, ждём 1 секунду
    // и выводим сообщение об ошибке
    // процесс повторяется в цикле
    // пока не появится ответ от GPRS-устройства
    delay(1000);

    Serial.print("Init error\r\n");
  }
  // вывод об удачной инициализации GPRS Shield

  Serial.println("GPRS init success");
  // сообщаем о написании и отправке СМС по указанному номеру
  Serial.println("Start to send message ...");
  // отправляем сообщение по указанному номеру с заданным текстом
  gprs.sendSMS(PHONE_NUMBER, MESSAGE);
}
}
>

```