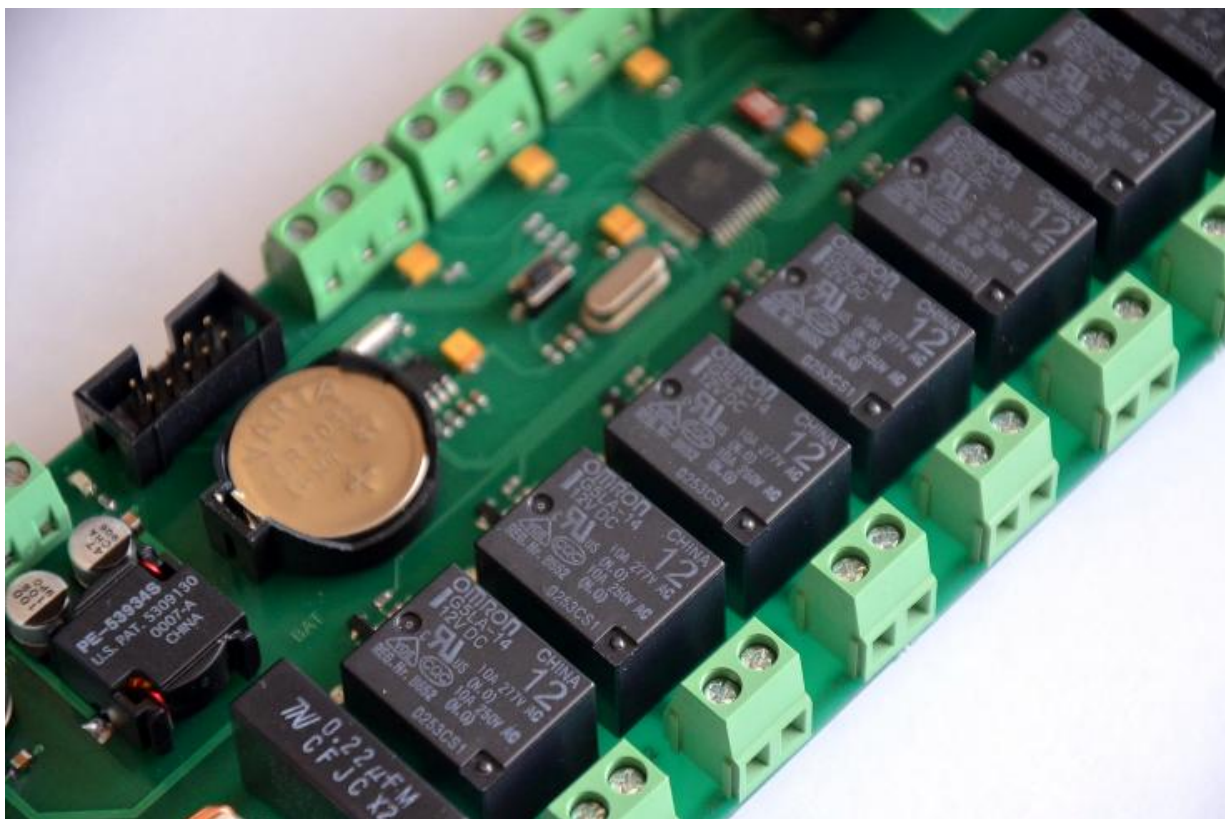


Аппаратно-программный комплекс универсального аквариумного контроллера



Данное руководство позволяет пользователю собрать комплекс и отладить его работу, описывает подключение внешних датчиков и электродов, основные электрические характеристики устройства, взаимодействие с программным обеспечением и другую информацию, необходимую для установки и обслуживания.

Текущее руководство описывает работу устройства, использующего низкоуровневое программное обеспечение (прошивку) версии 1.0 и программу AquaController 2014 версии 1.0.

Краткое описание комплекса.

Комплекс состоит из внешнего устройства и программного обеспечения для ПК, осуществляющее мониторинг, управление и сбор информации о параметрах воды в аквариуме.

Версия 1.0 - Первая версия программного обеспечения **AquaController 2014**. Совместима с прошивкой устройства **версии 1.0**. AquaController 2014 предусматривает управление **8** каналами (+ **ШИМ** канал):

- 4 канала освещения;
- компрессор;
- нагреватель (до 300 Вт.);
- электроклапан системы CO₂;
- помпа/электроклапан автодолива;
- кулера 12 в.

Удаленное управление организовано по средствам протокола **RS-232**. Физический канал реализован по средствам переходника COM - USB **CP2102**, либо по радиоканалу, используя модуль **HC-05** (Bluetooth). Возможно подключение **3** температурных датчиков **DS18B20**, **PH** и **Redox**-электродов, датчика уровня воды, 4-х строчного **ЖКИ** на контроллере **HD44780**. Для текущего времени использовались часы реального времени **DS1307Z**. Программное обеспечение предусматривает **4** автоматических режима: температурный режим, режим **PH/CO₂**, режим вентиляции крышки, режим автодолива воды. Аппаратно-программный комплекс так же предусматривает: использование **3**-х таймеров на каждый канал, с возможностью посекундной установки интервалов; ручной режим; ограничивающие временные интервалы для подсветки ЖКИ, работы кулеров и системы CO₂; запись данных в энергонезависимую память контроллера и другие настройки системы. Суммарная мощность коммутируемой нагрузки **650** Вт. При отключении в силовой части устройства входящего LC-фильтра и предохранителя можно увеличить коммутируемую нагрузку вдвое – до **1300** Вт. Однако делать это не рекомендуется.

ОСТОРОЖНО! Устройство имеет подключение к электросети **220В**. Во время работы не прикасайтесь к токоведущим частям конструкции.

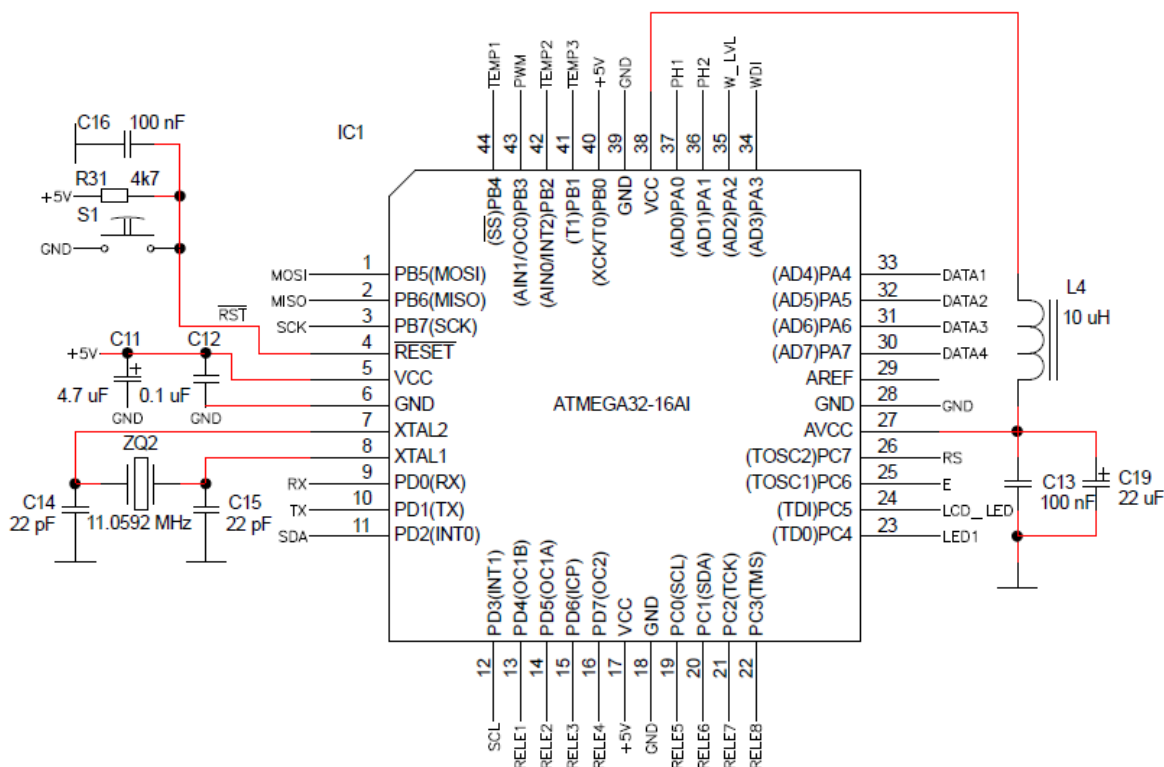
В последующих версиях будет добавлена функция записи параметров в **лог-файл**, изменены некоторые элементы управления и исправлены возможные ошибки, если таковые будут выявлены во время работы комплекса.

Лицензионное соглашение. Печатная плата устройства, низкоуровневое программное обеспечение (прошивка МК), программное обеспечение AquaController 2014, техническая документация по сборке и отладке комплекса и другие файлы, связанные с устройством - **интеллектуальная собственность автора**. Использование файлов в коммерческих целях - **запрещено!** Изменение файлов и их дальнейшее использование без указания автора - **запрещено!** За все бесплатно предоставляемые файлы **автор не несет никакой ответственности за возможный ущерб**.

Работа программного обеспечения проверена на ОС Windows XP, Windows Vista, Windows 7 (32/64 bit).

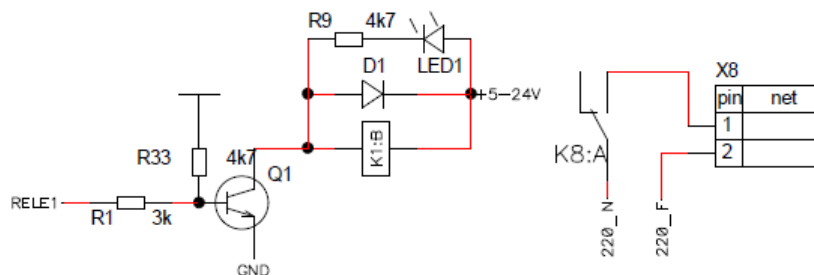
Аппаратная реализация устройства управления.

Устройство основано на микроконтроллере фирмы Atmel **ATmega32A**, работающего от внешнего кварцевого резонатора 11.0592 MHz:



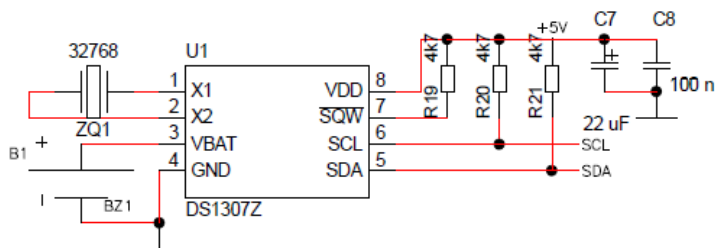
Подключение микроконтроллера.

Коммутация нагрузки реализована по средствам электромеханического реле. В устройстве использовались реле герметичного исполнения фирмы **OMRON**, серия – **G5LA**:



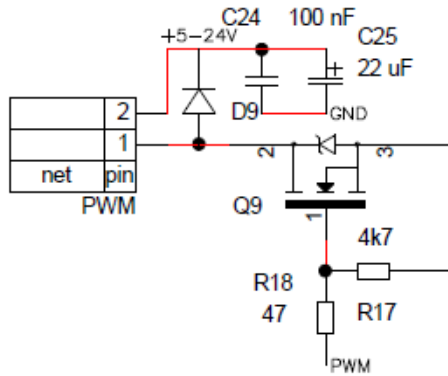
Подключение реле G5LA-14.

Получение текущего времени организовано по средствам микросхемы **DS1307Z**:



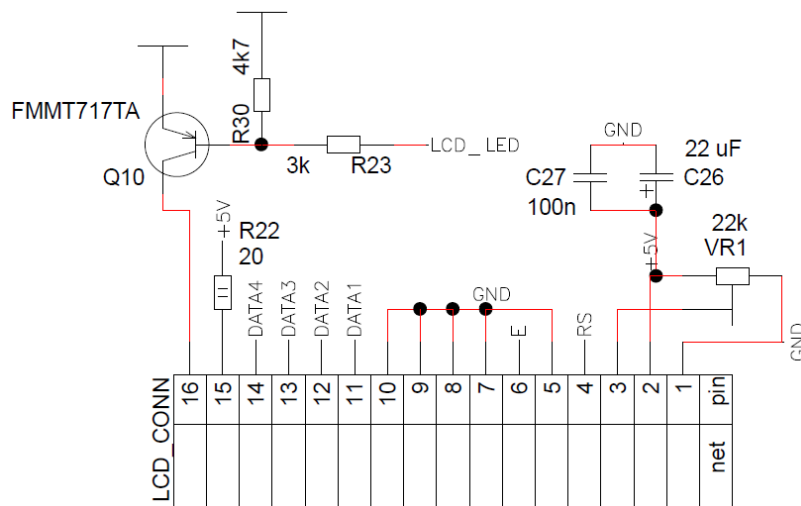
Подключение DS1307N.

Для управления кулерами используется ШИМ-сигнал. В качестве ключевого элемента используется полевой транзистор **LR3714Z**:



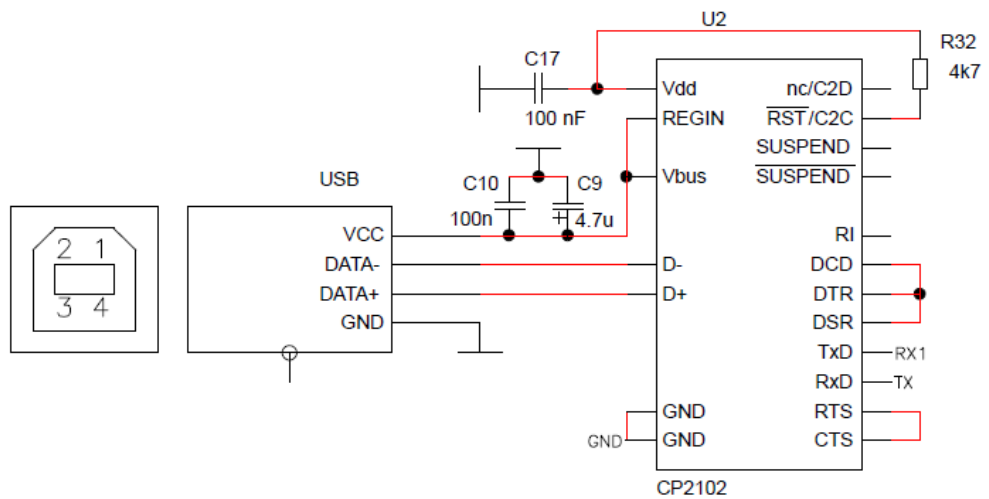
Подключение LR3714Z.

Ниже приведена схема подключения ЖКИ, основанного на контроллере **HD44780**:



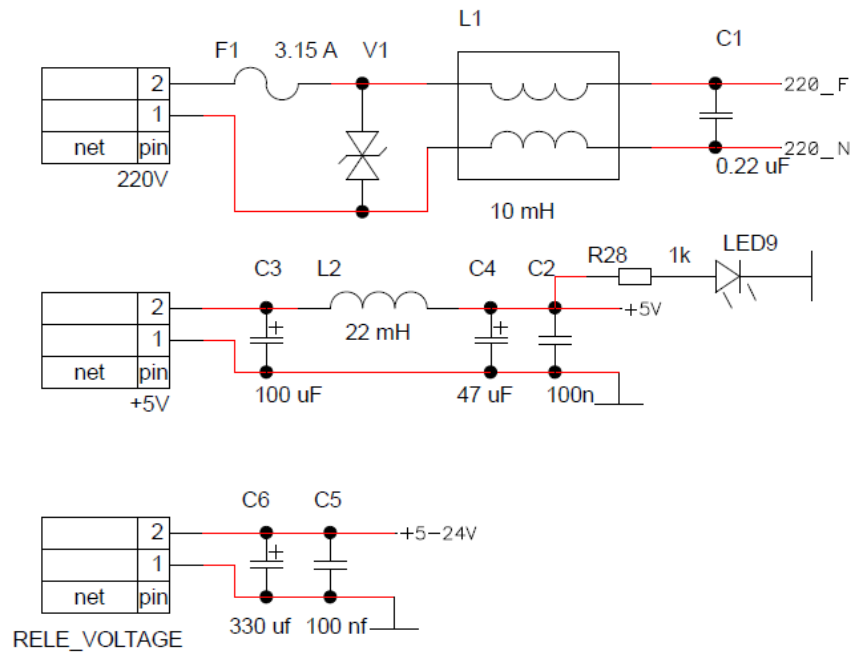
Подключени е ЖКИ.

Для связи устройства с ПК предусмотрено подключение по USB. Используется микросхема USART-USB **CP2102**:



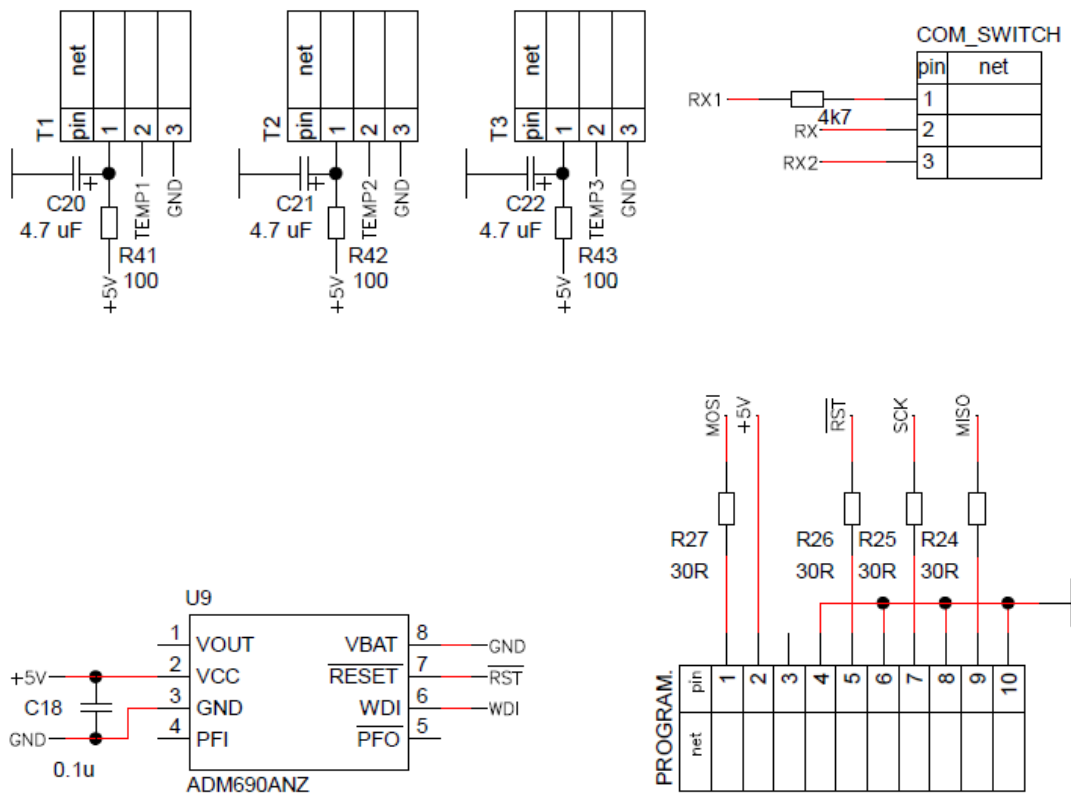
Подключение CP2102.

Организация питающих напряжений AC-**220V**, DC-**5V**, DC-**12V** (RELE_VOLTAGE):



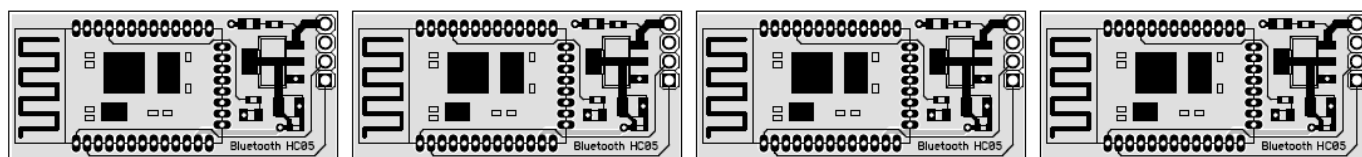
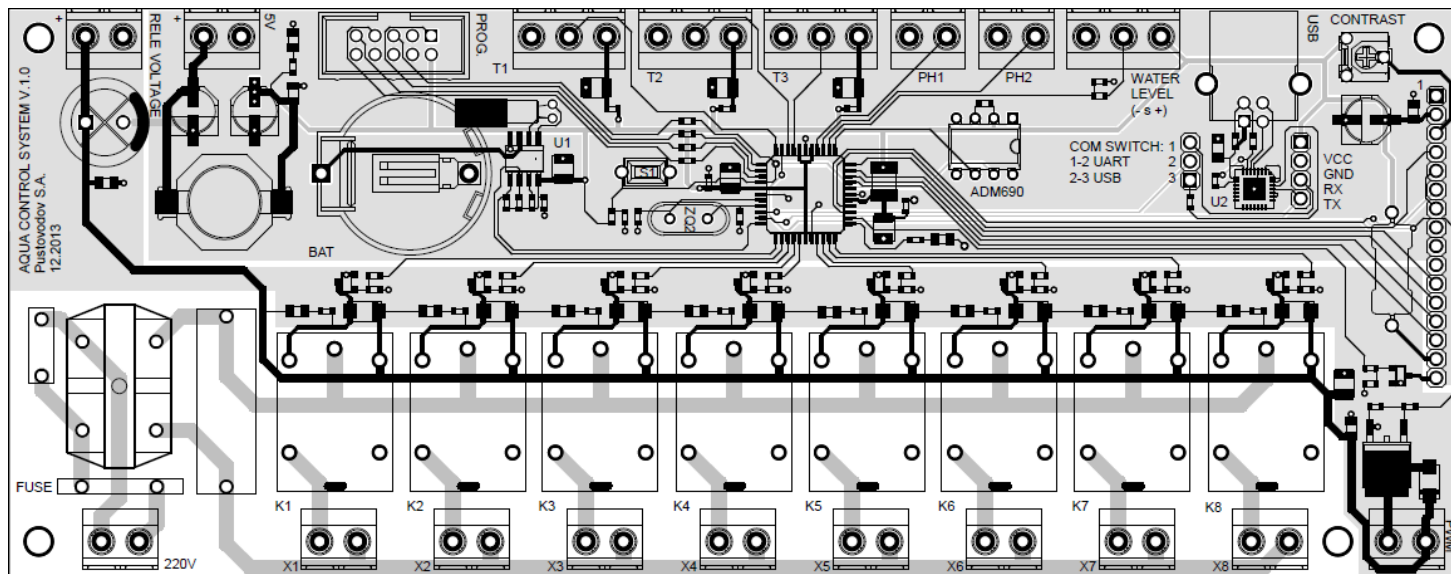
Питающее напряжение.

Ниже приведены схемы подключения температурных датчиков, переключателя **RX**-сигнала USART, подключения супервайзера **ADM690ANZ** и разъема программатора:

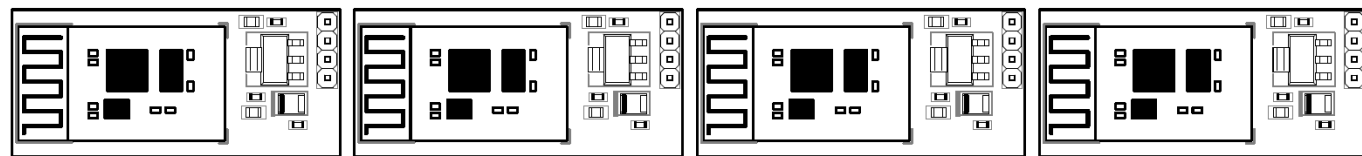
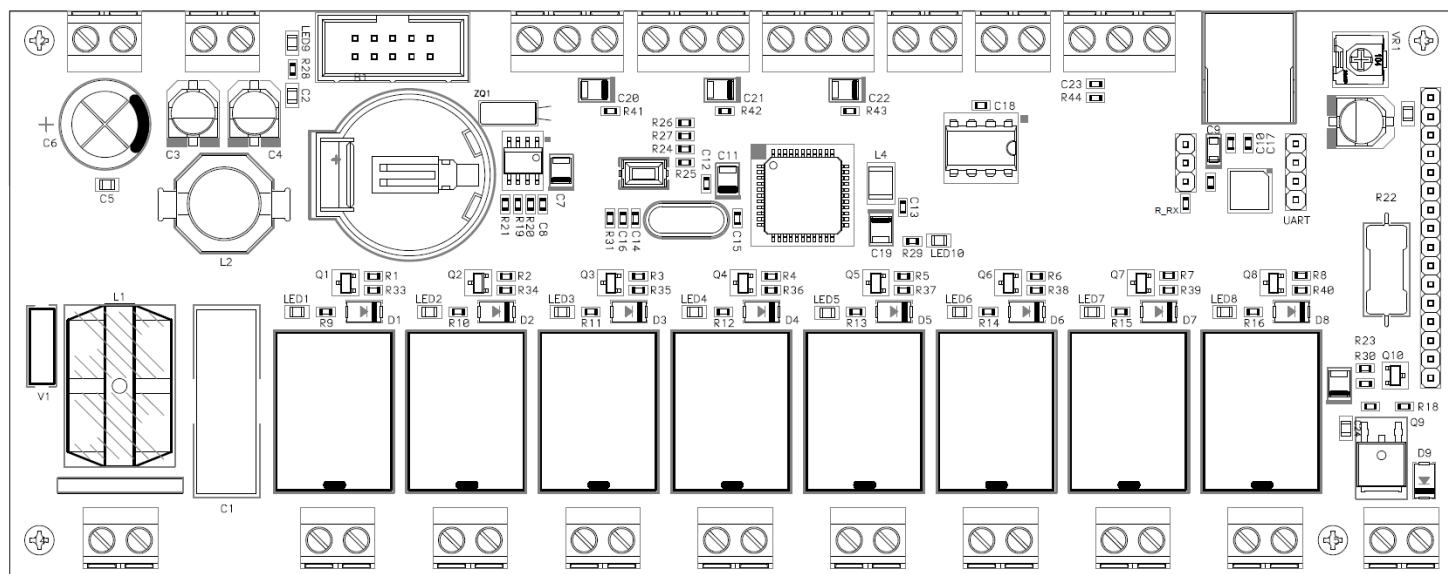


Схемы подключения датчиков и др. устройств.

Печатная плата устройства.



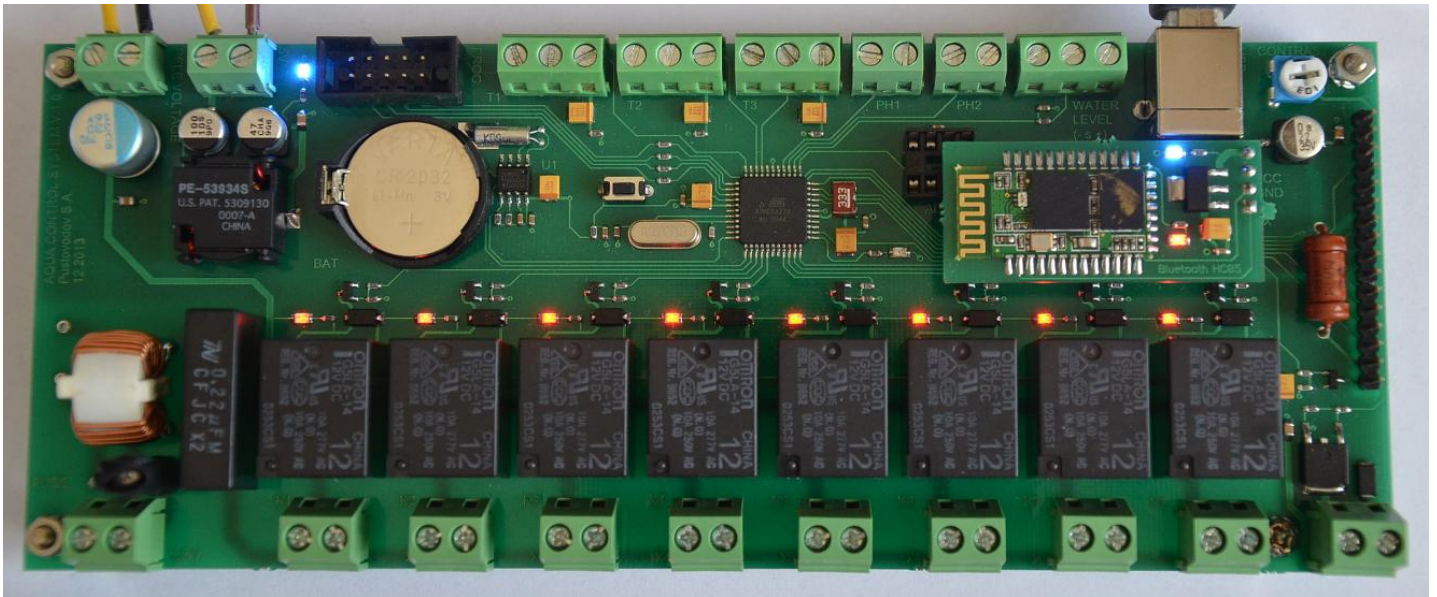
Общий вид печатной платы (проводники обоих слоев).



Расположение компонентов на печатной плате.

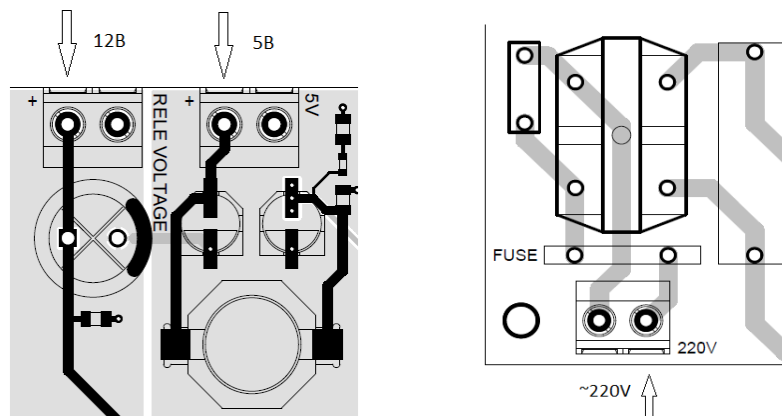
Печатная плата устройства была разработана под SMD-монтаж. Класс точности – 4. Используются корпуса TQFP44, QFN28, SOT23, TAN-A, TAN-B, SMA, 0805, 0603 и др.

Подключение внешнего оборудования к устройству.

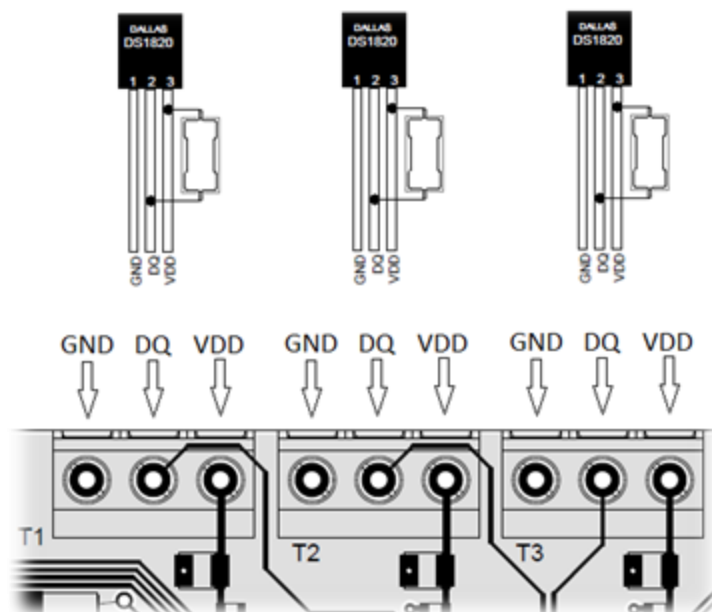


Внешний вид устройства.

1. Подключение питающих напряжений:

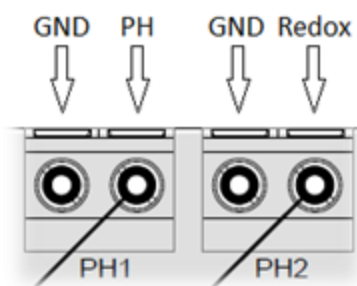


2. Подключение температурных датчиков DS18B20:



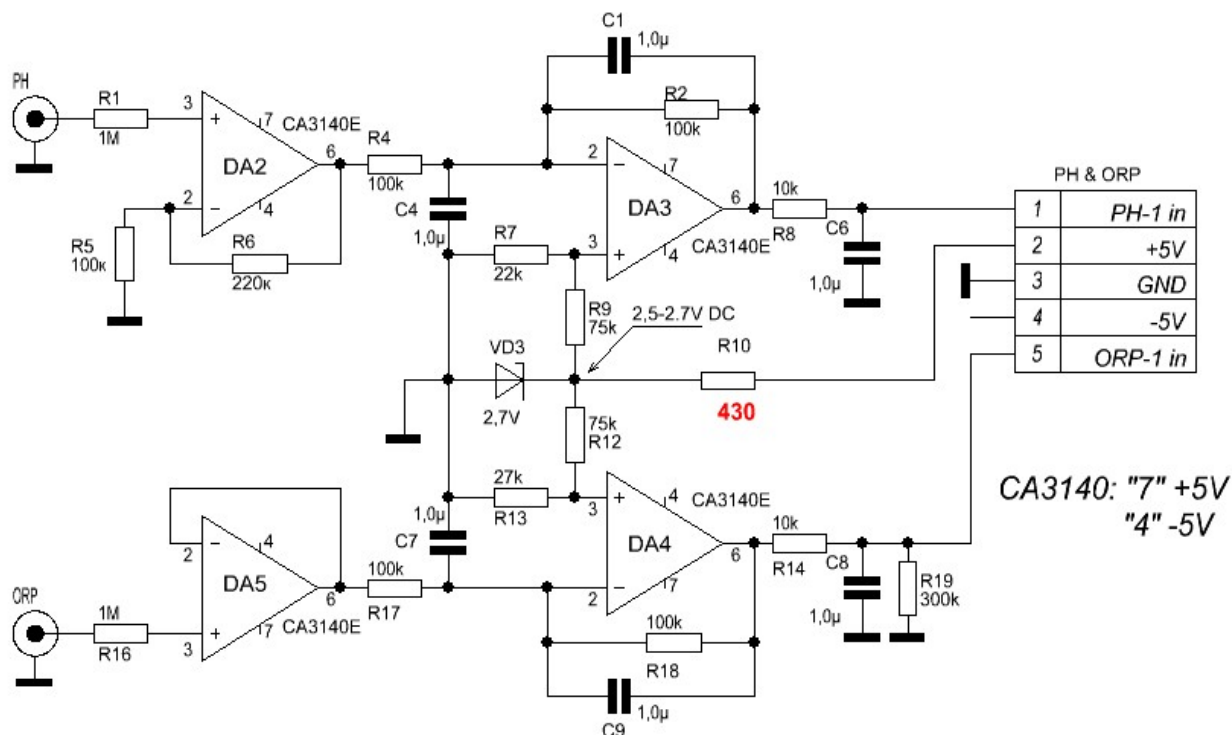
Терминирование температурных датчиков DS18B20 необходимо производить в непосредственной близости от датчика. Для этого необходимо подключить сигнальный вывод датчика к питающему выводу через резистор 4к7. Перед погружением датчиков в воду их необходимо загермитизировать.

3. Подключение электродов PH и Redox:



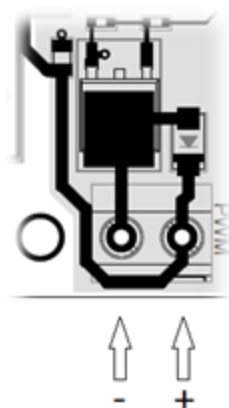
Для стабильной работы электродов используйте раздельное расположение силовой части (ЭПРА, помпы и др. реактивную нагрузку) и устройства управления. Используйте стабилизированные источники питания.

Для подключения электродов используется плата усиления сигнала, основанная на операционном усилителе **CA3140E**:



Текущий фрагмент схемы был взят с технического описания акваконтроллера А.Юсупова.

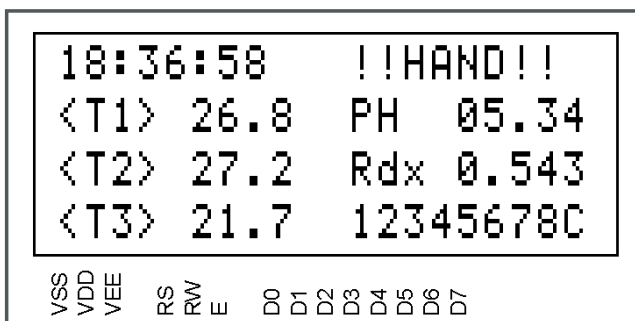
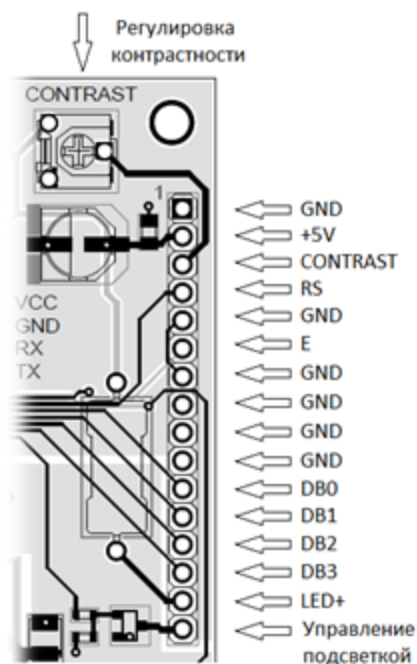
4. Подключение кулеров 12В:



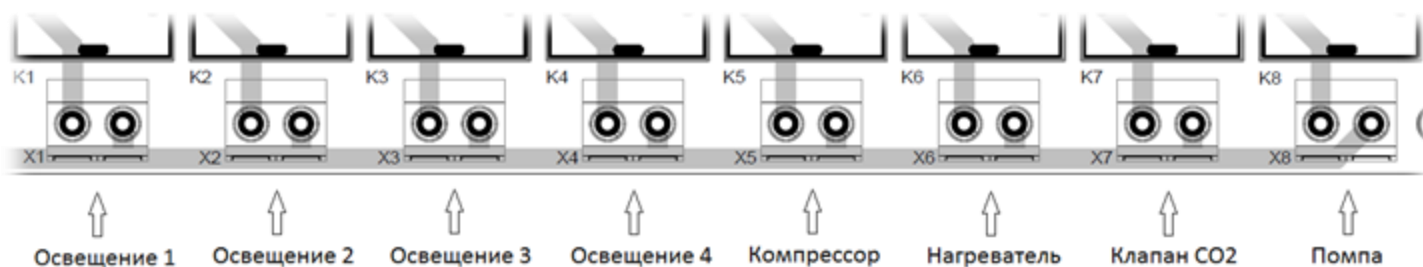
Текущий разъем позволяет использовать несколько кулеров 12В., подключенных параллельно. Этот разъем используется как для подключения кулеров продувки крышки, так и для охлаждающих кулеров температурного режима работы устройства.

Питающее напряжение для кулеров совмещено с питающим напряжением используемых реле и подается через разъем **RELE VOLTAGE**.

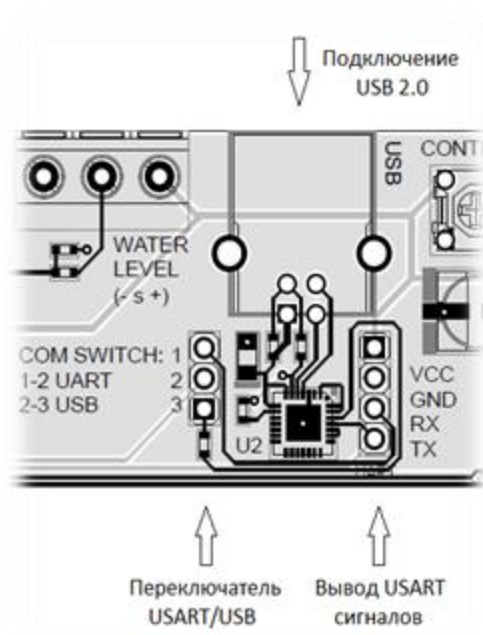
5. Подключение ЖКИ (используется 4-х битная шина данных):



6. Подключение нагрузки 220В:



7. Подключение к ПК:



Для подключения устройства к ПК по средствам радиоканала (Bluetooth радиомодуль) необходимо установить перемычку на переключателе USART/USB в положение 1-2. Сигналы USART будут выводиться на соответствующий разъем. Для подключения устройства по средствам USB - установите перемычку на переключателе USART/USB в положение 2-3.

ОСТОРОЖНО! Устройство не имеет гальванической развязки между микроконтроллером и преобразователем уровней CP2102 (USART-USB).

При подключении по средствам USB убедитесь, что источник электропитания, используемый для получения +5В, и питающее напряжение ПК включены в один узел электросети (розетку). В ином случае возможна некорректная работа устройства, выход из строя определенных элементов конструкции. Основным каналом связи комплекса предусмотрен радиоканал, USB-подключение – резервное.

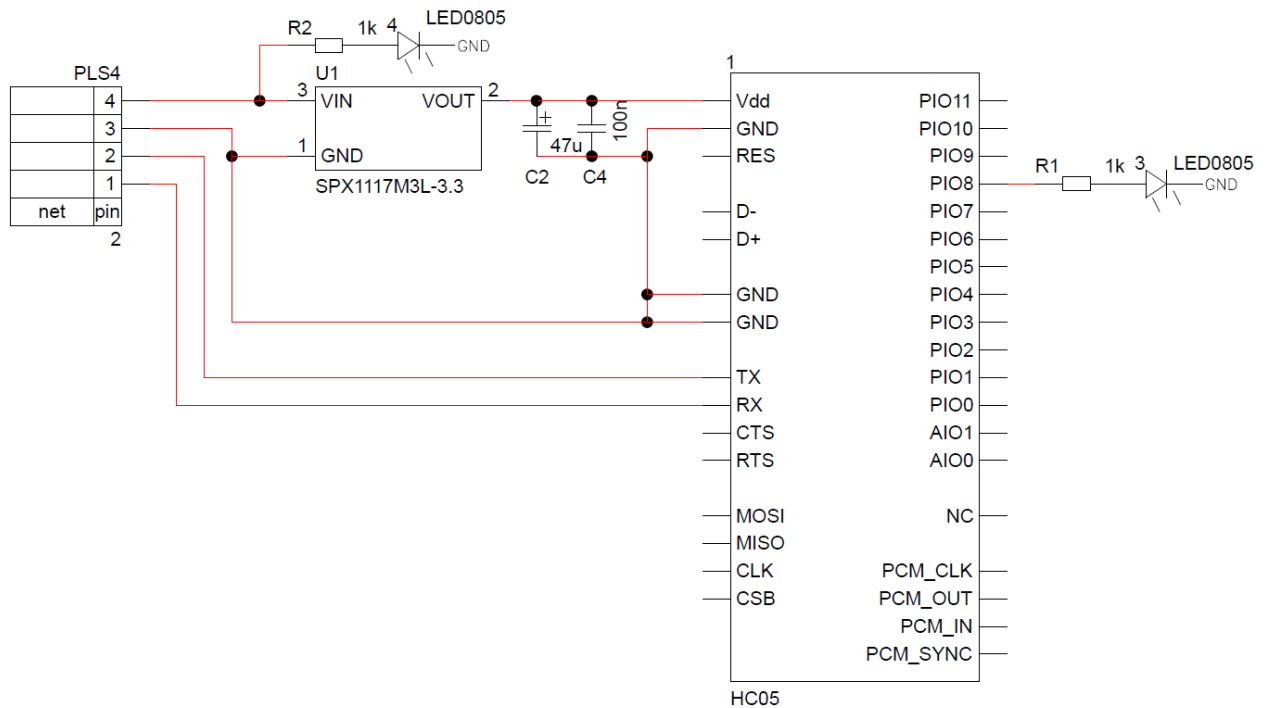
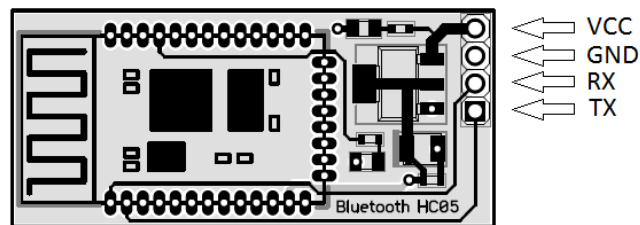
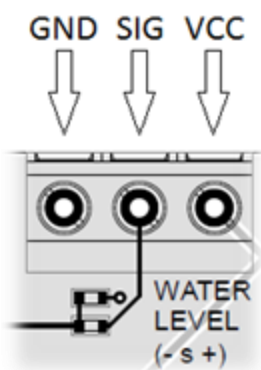


Схема радиомодуля Bluetooth.



Печатная плата радиомодуля Bluetooth.

8. Подключение датчика уровня воды:



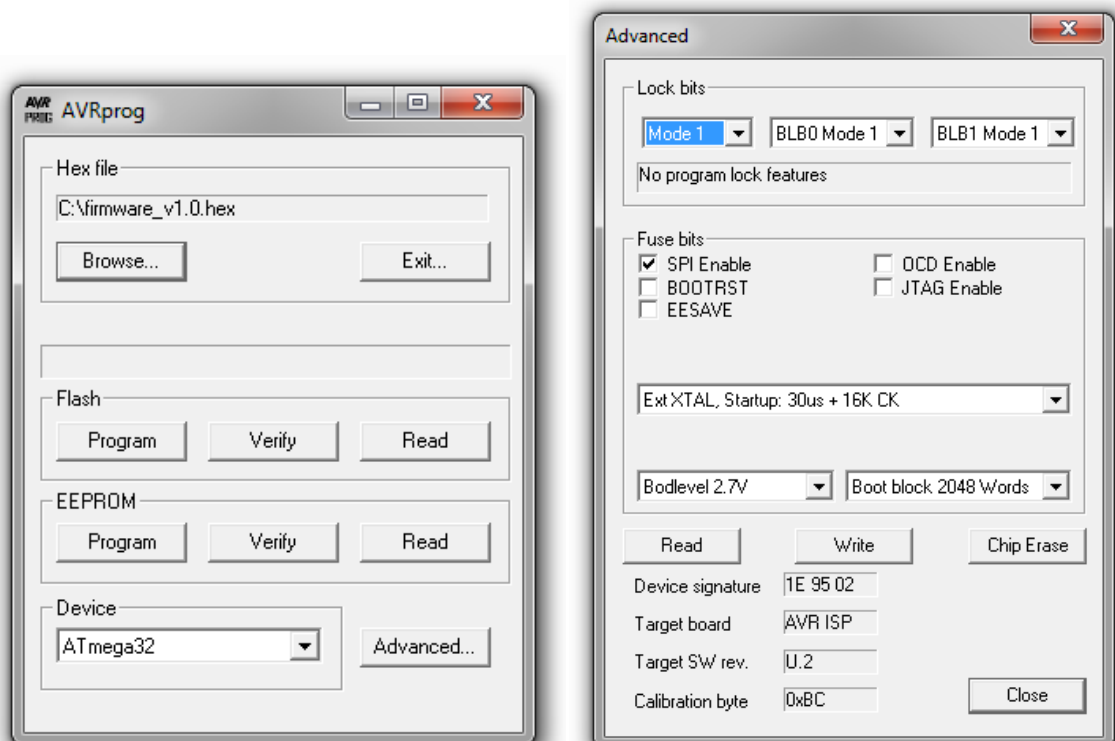
Датчик уровня воды должен иметь **аналоговый** выход. Это может быть система, использующая какой-либо датчик с аналоговым выходом, либо же поплавковая система, подключенная к герметичному переменному резистору. Или же любой другой метод, имеющий на выходе аналоговый сигнал. Такой подход позволяет постоянно отслеживать значение датчика и сравнивать его с предыдущими значениями, что дает представление об исправности датчика уровня воды. Это позволяет избежать главного риска текущего режима - перелива воды в аквариуме при не исправности датчиков/микриков.

Программирование микроконтроллера.

Для загрузки низкоуровневого программного обеспечения (прошивки) в микроконтроллер использовался программный продукт **AVR Studio 4.19**. Использовался программатор **AVR910**. Схема программатора и программное обеспечение доступно для бесплатного использования и может быть загружено с официального сайта Atmel <http://www.atmel.com>. Может быть использовано любое программное обеспечение и программатор, поддерживающие программирование по последовательному периферийному интерфейсу (SPI).

Подключите программатор к устройству (разъем PROG.). Подключите программатор к ПК. Запустите AVR Studio, зайдите в меню *Tools/Options/General* и в графе *Number of COM-ports to try* укажите номер COM-порта, присвоенного программатору системой.

Для подключения к программатору зайдите в меню *Tools/AVR Prog...* В графе *Device* выберите микроконтроллер *ATmega32*. Для установки фьюзов нажмите кнопку *Advanced...* Снимите галочку с опции *JTAG Enable*, и выберите тип резонатора с временными интервалами – *Ext XTAL, Startup: 30us + 16K CK*. После чего нажмите кнопку *Write*. Закройте окно *Advanced*. В окне *AVRprog* нажмите кнопку *Browse...* и укажите путь к файлу прошивки *firmware_v.1.0.hex*. После чего в графе *Flash* нажмите кнопку *Program*. Дождитесь завершения загрузки и проверки содержимого флеш-памяти микроконтроллера. Закройте программу и отключите программатор.

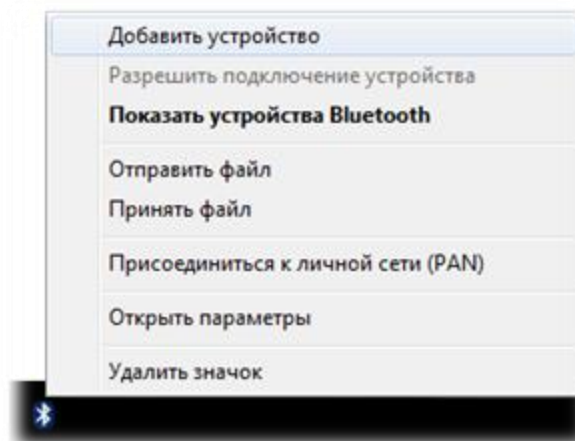


Окна программатора AVRprog.

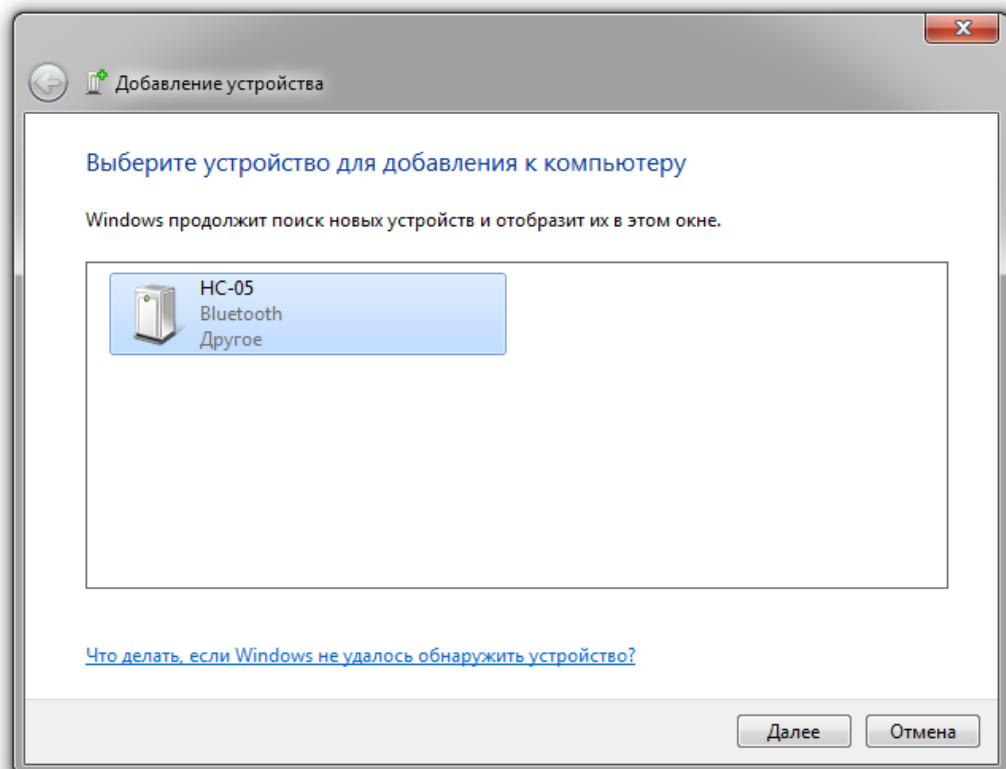
Первое подключение устройства.

При первом подключении к ПК необходимо сконфигурировать радиоканал связи. Для этого необходим USB-Bluetooth адаптер, с функцией последовательной передачи данных *SPP (Serial Port Profile)*. Перед подключением радиомодуля к устройству убедитесь, что переключатель на переключателе USART/USB стоит в положении 1-2. Подключите питание устройства. Красный светодиод на плате радиомодуля должен находиться в мигающем состоянии (с частотой $\sim 5\text{Hz}$), сигнализируя ожидание подключения.

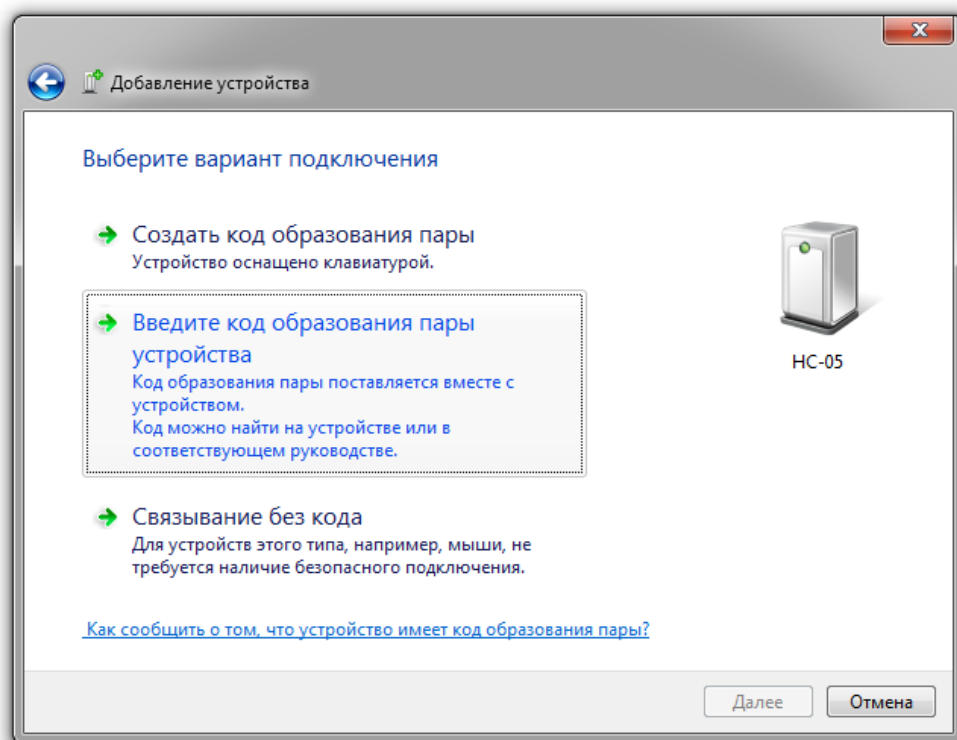
На ПК зайдите в меню Bluetooth адаптера и выберите *Добавить устройство*:



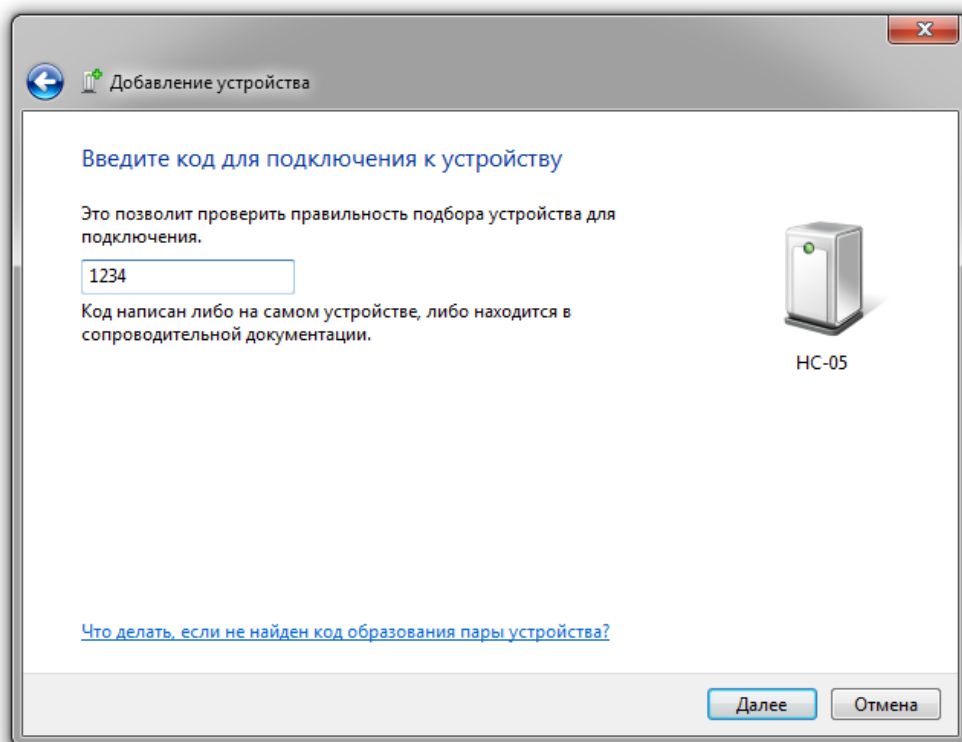
Выберите устройство *HC-05* и нажмите *Далее*:



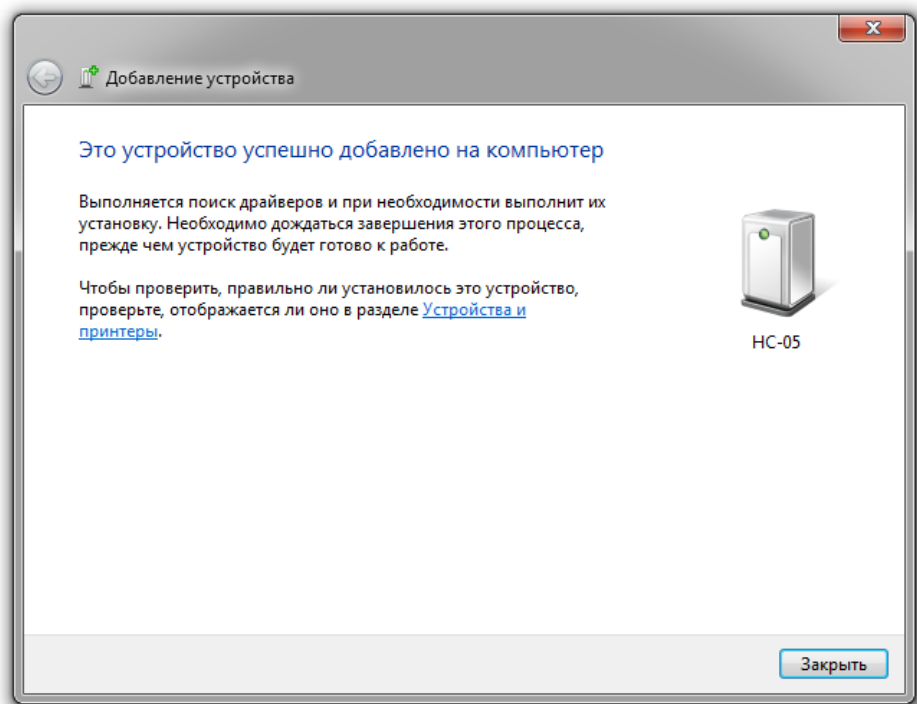
Затем выберите пункт *Введите код образования пары устройства* и нажмите *Далее*:



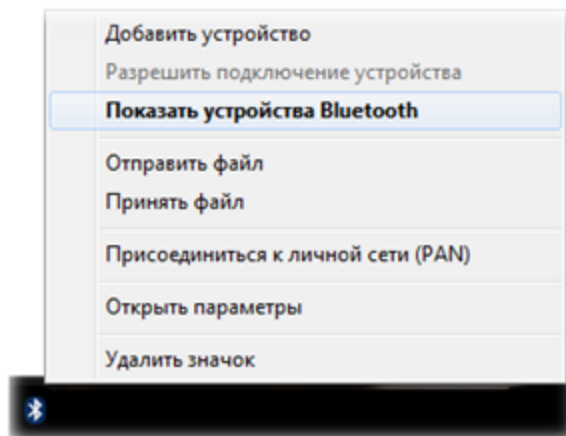
Введите значение **1234** и нажмите *Далее*:



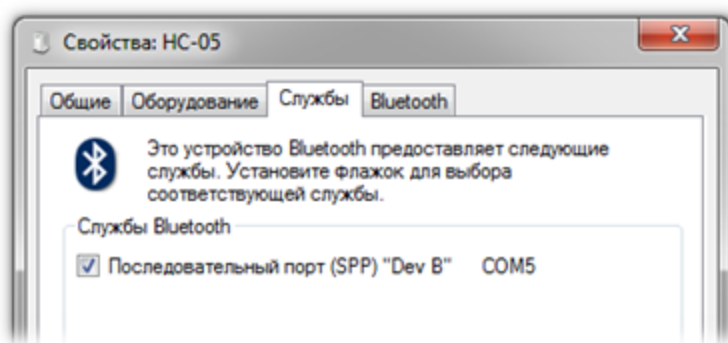
После этого устройство будет сконфигурировано и красный светодиод на плате радиомодуля уменьшит частоту мерцания ($\sim 1/3$ Hz):



Что бы узнать присвоенный номер последовательного порта зайдите в меню Bluetooth адаптера и выберите *Показать устройства Bluetooth*:

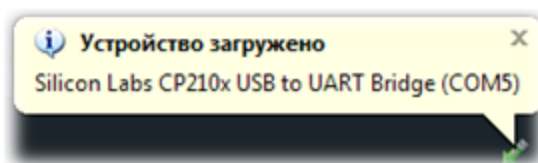


Выберите устройство *HC-05*, зайдите в *Свойства* и выберите вкладку *Службы*:



При подключении устройства по средствам резервного USB-канала убедитесь, что переключатель на переключателе USART/USB стоит в положении 2-3, и источник электропитания, используемый для получения +5В, питающее напряжение ПК включены в один узел электросети (розетку). Подключите кабель к устройству, затем подключите кабель к ПК. При первом подключении диспетчер устройств обнаружит новое устройство и сделает запрос на установку драйвера для преобразователя **CP210x**. Драйвера доступны для бесплатного использования и могут быть загружены с официального сайта производителя для используемой ОС <http://www.silabs.com/products/mcu/pages/usbtouartbridgevcpcdrivers.aspx>.

После успешной установки драйвера система определит устройство и назначит ему номер последовательного порта:



Если во время подключения устройства к ПК был задан номер последовательного порта, превышающий диапазон номеров, доступных в программном обеспечении AquaController 2014 (до 9 портов), необходимо отключить устройство и удалить в системе все неиспользуемые последовательные порты. Для корректного удаления неиспользуемых ресурсов произведите следующие действия:

1. Зайдите в меню *Пуск/Все программы/Стандартные/Командная строка*. Выберите правой кнопкой мыши из выпадающего списка - *Запустить от имени Администратора*.
2. В командной строке введите команду отображения скрытых устройств и нажмите Enter:

Set devmgr_show_nonpresent_devices=1

3. В командной строке введите команду запуска Диспетчера задач и нажмите Enter:

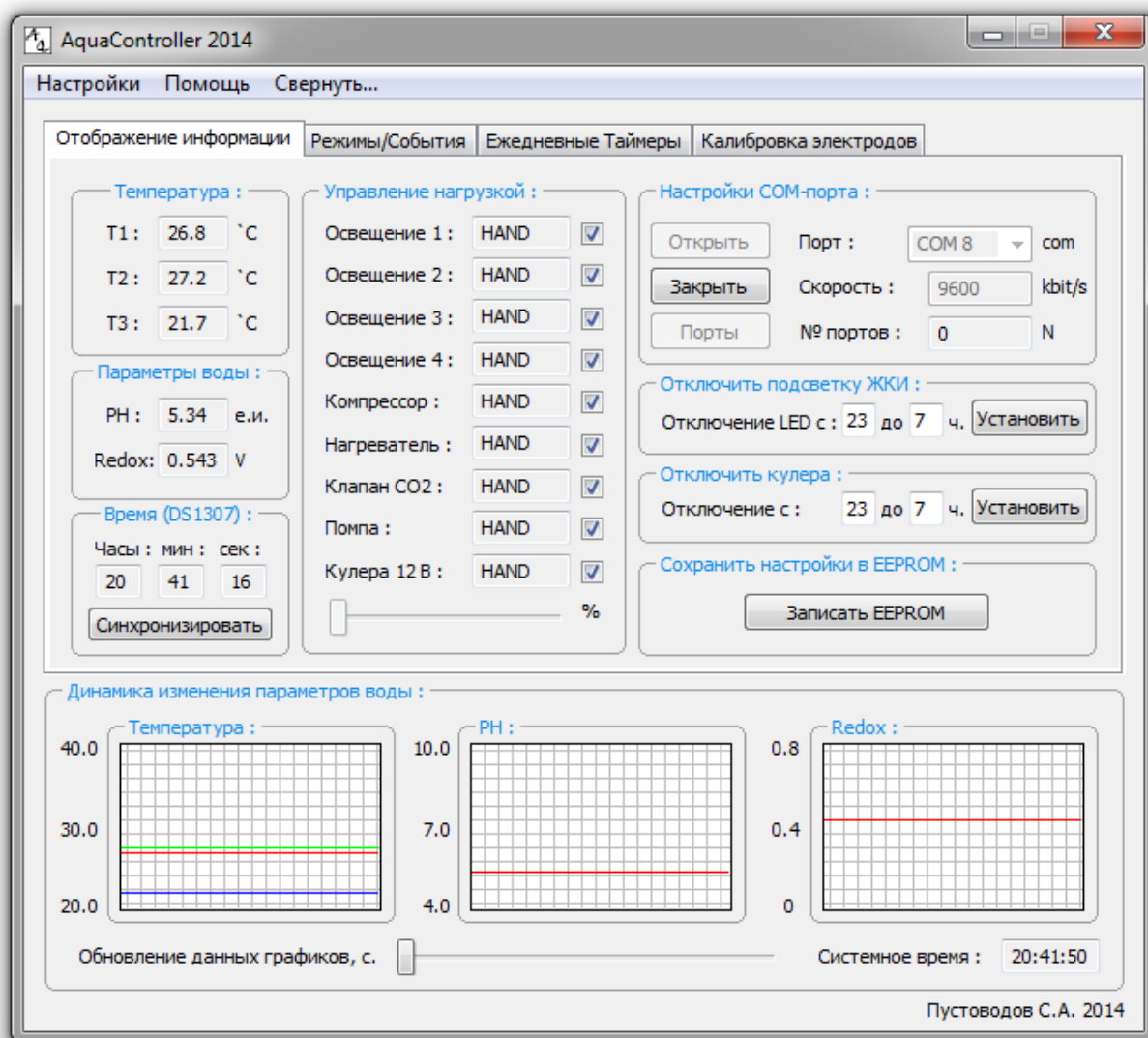
Devmgmt.msc

В открывшемся окне Диспетчера задач в меню *Вид* выберите пункт - *Отображать скрытые устройства*. Устройства, отмеченные серым цветом (затененные), как правило, старые или неиспользуемые и их можно корректно для ОС удалить, щелкнув на них правой кнопкой и выбрав пункт - *Удалить*.

После удаления неиспользуемых последовательных портов в ОС произведите повторное подключение устройства, как было описано ранее.

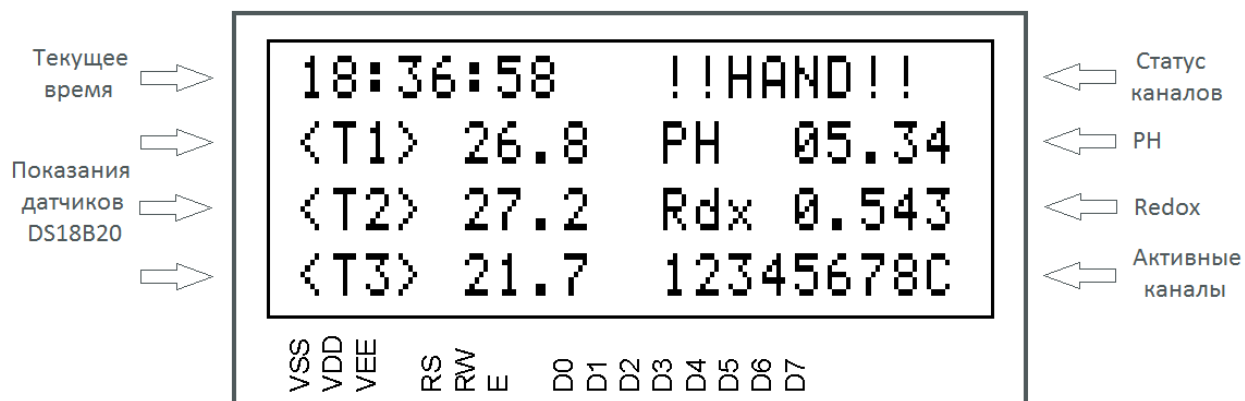
Программное обеспечение AquaController 2014.

Полное описание работы программного обеспечения находится в справочных материалах, доступных через меню *Помощь/Справка*.



Внешний вид программы AquaController 2014.

Отображение информации на ЖКИ.



Описание отображаемой информации на ЖКИ.