

УДК 681.518.5

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА «AQUAUINO» ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ АКВАРИУМА

Г.А. НЕКРАСОВ, И.И. РОМАНОВА

Представлено описание разработки универсального устройства на основе аппаратно-программного комплекса Arduino для аквариумистики, обеспечивающего непрерывность контроля состояния аквариума и процессов жизнеобеспечения обитателей по основным параметрам: своевременная подача корма, поддержка заданного температурного режима, контроль освещенности, а так же удаленное информирование владельца о возникновении нештатных ситуаций. Универсальность и модульность платформы дает возможность ее применения для любых типов аквариумов с возможностью расширять функциональность добавлением необходимых датчиков или метрик. Описаны основные этапы проектирования устройства, приведены его характеристики и представлены результаты его работы.

Ключевые слова: интеллектуальный аквариум, Arduino, автоматическое управление, искусственная экосистема.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире человек постоянно стремится упростить свою повседневную жизнь не только дома, но и на работе, воплощая в реальность вещи, еще совсем недавно казавшиеся фантастическими. Так, например, совсем недавно можно было только мечтать про организацию видеосвязи через портативное устройство, осуществлять управление автомобилем без водителя, заряжать устройства с помощью беспроводных технологий и т.д. Это же коснулось и задач, с которыми люди повседневно сталкиваются в быту. Все чаще можно услышать про такие технологии, как Умный дом и Интернет вещей, которые способствуют появлению новых возможностей и изобретений.

Основной концепцией Интернета вещей является возможность подключения различных объектов (вещей), которые человек может использовать в повседневной жизни, например, холодильник, кондиционер, автомобиль, велосипед и даже кроссовки. Все эти объекты имеют передатчик и встроенные датчики, а также программное обеспечение, позволяющее осуществлять передачу и обмен данными между физическим миром и компьютерными системами, с помощью использования стандартных протоколов связи. Кроме датчиков, сеть может иметь исполнительные устройства, встроенные в физические объекты и связанные между собой через проводные и беспроводные сети. Эти взаимосвязанные объекты имеют возможность считывания данных, дистанционного управления, функции программирования и идентификации, а также позволяют исключить необходимость участия человека, за счет использования интеллектуальных интерфейсов.

Стремительный рост технологий по изготовлению микропроцессоров и аппаратно-программных средств, собранных на их основе, позволяют реализовать рассмотренную выше концепцию. Разработчики, используя такие модули, могут выполнять быстрое проектирование электронных устройств, призванных автоматизировать множество различных бытовых задач.

Каждый любитель или профессионал, занимающийся аквариумистикой, наверняка хотя бы раз сталкивался с необходимостью на время своего загородного отдыха или командировки доверить присмотр своих питомцев друзьям или знакомым, и вынуждены были переживать за то, чтобы они были накормлены вовремя, а в аквариуме был соблюден оптимальный микроклимат за этот период. Исключить человеческий фактор может только автоматика, которая будет выполнять четко заданную заранее программу, а, в случае необходимости, может осуществляться корректировка или дополнительный контроль параметров программы с помощью соединения через Интернет в реальном времени.

В настоящее время российский рынок товаров для аквариумистики не имеет устройств, которые бы позволяли выполнять комплексный контроль над состоянием аквариума. Для выполнения контроля потребитель покупает разные дорогостоящие устройства, которые имеют свою логику программирования и не связаны между собой. В случае необходимости изменения режимов приходится выполнять перепрограммирование каждого из устройств. При этом, если требуется решить задачу удаленного контроля параметров, это становится большой проблемой. Поэтому необходима разработка комплексной аппаратно-

программной системы для автоматизированного и дистанционного контроля и управления аквариумом.

Данная статья призвана решить данную актуальную проблему и организована следующим образом: в п. 1 приведен анализ существующих на рынке аппаратно-программных платформ с открытым исходным кодом для управления аквариумом; в п. 2 дано описание основных функций и параметров разработанного устройства Aquauino; в п. 3 приведено описание принципа работы устройства, а в п. 4 дано описание среды разработки управляющей программы.

1. ОБЗОР АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ АКВАРИУМИСТИКИ

В настоящее время, на рынке аппаратно-программных средств с открытым исходным кодом, лидируют следующие платформы [1]:

- Raspberry;
- Arduino;
- Orange;
- DCCduino;
- Digistump.

Поскольку немаловажными параметрами являются стоимость системы и доступность компонентов, то в качестве платформы для реализации устройства выбран микроконтроллер Arduino [2, 3]. Исходя из целей работы, и опираясь на функциональные особенности модулей, в качестве блока управления выбран микроконтроллер Arduino UNO R3.

При сравнении Aquauino с аналогичными платформами можно выделить ее следующие основные преимущества:

- невысокая стоимость и доступность компонентов;
- ремонтпригодность;
- возможность изменять, дорабатывать и расширять функционал практически без ограничений;
- низкое потребление электроэнергии (компоненты устройства используют токи и напряжения, которые не несут пожарной опасности и угрозы для пользователя).

Предлагаемое к рассмотрению устройство является уникальным для рынка, и не имеет аналогов. Существующие модели не корректно сравнивать с разработанным устройством в связи с тем, что они обладают узконаправленными функциями, т. е. имеют либо только механизм автоматизированного кормления, либо только механизм обогрева и т. д. [5–12]. Такие устройства характеризуются разным набором функционала и аппаратной реализацией. Как следствие, себестоимость целостного решения высокая, а аппаратные узлы таких устройств не могут быть объединены в единый корпус, и управляться единым контроллером.

Поэтому разработанное устройство, именуемое «Интеллектуальный аквариум Aquauino» (краткое

название – Aquauino), является уникальным и может заменить существующие аналоги на рынке благодаря отличному балансу в соотношении цена-функциональность.

2. ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ И ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА AQUAUINO

Разработанное устройство Aquauino, представляет собой блочное устройство, состоящее из следующих элементов:

- блок управления;
- блок регулирования освещением;
- блок управления осветительной лампой и нагревателем;
- блок регулирования температуры;
- блок связи с сетью Интернет;
- внешний блок питания;
- кормушка.

Взаимное размещение блоков в корпусе устройства приведено на схеме (рис. 1).

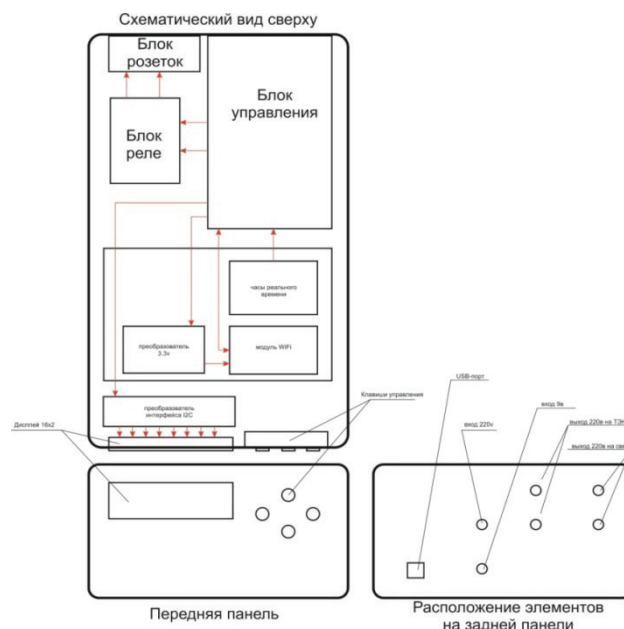


Рис. 1. Схема взаимного расположения блоков Aquauino внутри корпуса

Назначение устройства – контроль состояния процессов жизнеобеспечения аквариума с целью реализации следующих задач:

- контроль температуры воды (подогрев при снижении температуры ниже установленного значения);
 - контроль освещения (обеспечение режимов день/ночь за счет использования расписания);
 - кормление (подача корма по расписанию);
- Внешний вид устройства приведен на рис. 2.

На лицевой стороне блока размещен индикатор и органы управления устройством. На индикаторе отображается текущее состояние аквариума на основе собранной информации с внешних датчиков – температура, освещение (вкл. / выкл.), кормление (следующее событие).

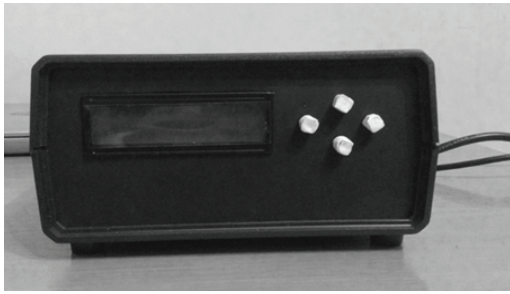


Рис. 2. Внешний вид устройства Aquaipino

Кормление по заданному графику выполняется с помощью специального модуля – электронная кормушка (рис. 3). В указанное время по команде от блока управления приводится в движение механизм, который подключен к шаговому двигателю и осуществляется выдача минимальной порции корма. При необходимости, порцию корма можно увеличить отправкой повторного сигнала на шаговый двигатель.

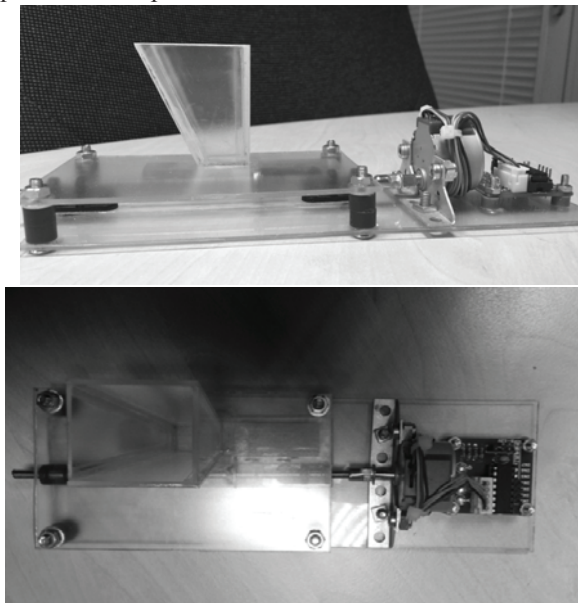


Рис. 3. Внешний вид электронной кормушки

В случае необходимости происходит информирование хозяина аквариума о нештатных ситуациях (не повышается температура при нагреве, заканчивается корм, не включается освещение) с помощью Wi-Fi модуля, предусмотренного в устройстве, который выполняет отправку текстовых информационных сообщений по сети Интернет.

В устройстве предусмотрены два основных режима работы:

- наблюдение и управление;
- настройка параметров.

Настройка параметров осуществляется с помощью четырех кнопок, размещенных рядом с информационным табло.

Основные характеристики и режимы работы компонентов системы:

- диапазон измеряемых температур – от +15 до +40;

- напряжение питания внешних управляемых приборов (нагревателя и подсветки) – 220В;
- напряжение питания исполнительных устройств и блока управления 7–12В, 3.3В;
- протокол обмена данными по сети Интернет – IPv4.

При необходимости просмотра динамики изменений основных параметров и работы подключенных модулей можно получить развернутую статистику перейдя на web-ресурс по адресу: thingspeak.com [13].

Пример отчета по изменению температурного режима в аквариуме на протяжении дня представлен на рис. 4.

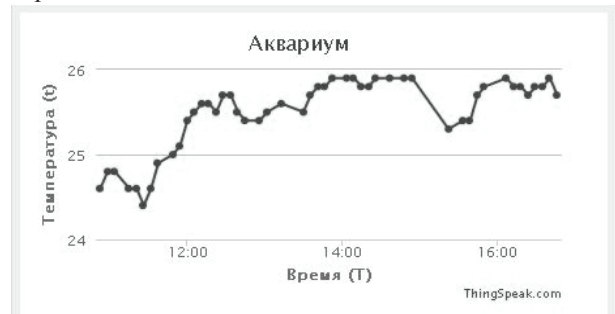


Рис. 4. График изменения температурного режима аквариума на промежутке времени

Спроектированный таким образом прототип системы Aquaipino можно использовать с аквариумами любого объема.

3. ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Для начала работы с устройством достаточно просто подать питание от AC/DC-адаптера, батареи питания, или подключить его к компьютеру с помощью USB-кабеля.

При запуске, блок управления начинает получать на входе информацию от датчиков подсистем. В соответствии с алгоритмом программы скетча выполняется анализ полученных данных, и формируются управляющие последовательности, которые передаются на выход контроллера и поступают к соответствующим исполнительным модулям.

Взаимодействие исполнительных модулей и направленность связей между ними схематически можно представить в виде структурной схемы (рис. 5):



Рис. 5. Структурная схема информационных связей модулей системы

Блок управления (БУ), в соответствие с алгоритмом управляющей программы, производит считывание показаний датчиков, выполняет вычисления, формирует управляющие импульсы для периферийных устройств, выводит данные на дисплей, а так же выполняет передачу данных во внешнюю сеть.

Датчик температуры получает данные о температуре окружающей среды и передает их в БУ.

Датчик освещенности получает данные о величине светового потока окружающей среды и передает их в БУ.

Клавиатура (кнопки) служит для передачи команд пользователя на вход БУ, а дисплей выводит информацию о функционировании системы и показания датчиков в удобной для пользователя форме.

Блок реле обеспечивает коммутацию силовых цепей (напряжение 220 В) при получении управляющих сигналов от БУ.

Модуль часов реального времени обеспечивает контроль времени в рамках системы, а так же поддерживает ход часов в устройстве при отключении внешнего питания за счет использования автономного источника питания (батарея 3,3 В).

Модуль Wi-Fi обеспечивает соединение системы с внешней сетью, а также передачу пакетов для протоколирования измерений. Понижающий DC-DC конвертер обеспечивает напряжение питания 3.3 В для модуля Wi-Fi.

Шаговый двигатель обеспечивает необходимое усилие для приведения в движение механизма кормушки.

Блок розеток 220 В обеспечивает подключение нагревателя и осветительного прибора без необходимости внесения изменений в заводскую конструкцию, что уменьшает требования к безопасной эксплуатации устройства.

4. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программирование и написание управляющей программы осуществлялось с помощью программной оболочки (IDE) разработанной компанией Arduino Software [14, 15].

Языком программирования в среде разработки является язык C++ (используется компилятор AVR-GCC) с некоторыми особенностями, облегчающими написание программы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемое устройство позволяет реализовать устройство-агент Интернета вещей в составе Умного дома, тем самым автоматизировав:

- реакцию на изменения среды;
- распределение ресурсов;
- оптимизацию по времени;
- мониторинг и контроль исполнения.

Предлагаемое устройство является функциональным и недорогим решением, основными преимуществами которого являются:

- невысокая себестоимость устройства, при высокой степени надежности, т. к. все функции выполняются одним устройством;

- низкое потребление электроэнергии за счет использования контроллеров с современной архитектурой кристалла;

- возможность мониторинга состояния аквариума через сеть Интернет посредством Wi-Fi;

- модульность.

Новизна разработки заключается в использовании недорогих готовых аппаратно-программных платформ, представленных на рынке, и позволяющих достичь не только поставленных целей, но и получить такие преимущества как:

- низкая задержка при считывании данных с датчиков;

- компактность программного кода за счет использования подпрограмм и библиотек;

- структурная «простота» позволяющая облегчить доработку и расширение программного кода;

- компактность самого устройства;

- простота при сборке и использовании.

Благодаря модульному подходу и простоте сборки, существует возможность модернизировать данное решение без дополнительных трудозатрат путем добавления вспомогательных датчиков или модулей с учетом пожеланий и индивидуальных предпочтений потребителей.

Существует возможность организовать производственный поток сборки устройств, реализовав размещение всех компонентов на единой плате с использованием запрограммированных контроллеров, что еще больше снизит себестоимость устройства и количество компонентов, а так же позволит уменьшить размер корпуса. Как следствие, устройство будет компактнее и эргономичней, а благодаря модульности, функциональность устройства может быть расширена посредством добавления дополнительных датчиков или модулей расширений с учетом пожеланий и индивидуальных предпочтений потребителей. Таким образом, результаты данной работы могут быть использованы при разработке устройства для массового выпуска.

Литература

- [1] *Платт Ч.* Электроника для начинающих. СПб.: БВХ Петербург, 2012. – 459 с.
- [2] *Банци М.* Arduino для начинающих волшебников. М.: Рид Групп, 2012. – 128 с.
- [3] *Margolis M.* Arduino Cookbook, 2nd Edition. O'Reilly Media, 2011. – 724 p.
- [4] DIY 6-Канальный контроллер LED с тач-панелью «3.2» из готовых блоков Ардуино (минимум пайки) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://seaforum.aqualogo.ru/topic/29878-diy-6-kanalnii-kontroller-led-c-tach-panelju-32/>, свободный. (Дата обращения: 10.04.2016).
- [5] Arduino и аквариум [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://savepearlharbor.com/?p=212519>, свободный. (Дата обращения: 08.03.2016).

- [6] ARDUINO для автоматизации аквариума [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aqa.ru/forum/ARDUINO-dlya-avtomatizatsii-akvariuma-268157-page1>, свободный. (Дата обращения: 16.02.2016).
- [7] Простой контроллер для аквариума на базе ARDUINO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aquakmv.com/news/2-uncategorised/7-prostoj-kontroller-dlya-akvariuma-na-baze-arduino-2>, свободный. (Дата обращения: 16.02.2016).
- [8] Контроллер для аквариума [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=B15KrHvWDA>, свободный. (Дата обращения: 08.01.2016).
- [9] Обзор контроллера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=24jyMqkEH_0&nohtml5=False, свободный. (Дата обращения: 08.01.2016).
- [10] Аквариумный контроллер / Aquacontroller Chackduino V1.4. Часть 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=QWmqbyuKG0U>, свободный. (Дата обращения: 08.01.2016).
- [11] Arduino управляет освещением аквариума [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robocraft.ru/blog/projects/855.html>, свободный. (Дата обращения: 08.04.2016).
- [12] Ардуино для аквариума [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=2XqtKDPxDMA>, свободный. (Дата обращения: 16.02.2016).
- [13] Статистика просмотра динамики изменений основных параметров и работы подключенных модулей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://thingspeak.com/pages/how_to#analyze, свободный. (Дата обращения: 08.01.2016).
- [14] Листинг управляющей программы для Aquaينو [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://drive.google.com/drive/folders/0B9uxfyZ3e21BcmxHVkstZEFtbDA?usp=sharing>, свободный. (Дата обращения: 16.04.2016).
- [15] *Соммер У.* Программирование микроконтроллерных плат Arduino / Freeduino. СПб.: БВХ–Петербург, 2012. 256 с.

Поступила в редколлегию 02.02.2017



Некрасов Глеб Александрович, бакалавр, МИЭМ НИУ ВШЭ, г. Москва. Область научных интересов – робототехника, алгоритмы навигации.



Романова Ирина Ивановна, ст. преп. МИЭМ НИУ ВШЭ, г. Москва. Область научных интересов – автоматика, вычислительная техника.

УДК 681.518.5

Розробка універсального пристрою «Aquaينو» для автоматизації життєзабезпечення акваріума / Г.О. Некрасов, І.І. Романова // Прикладна радіоелектроніка: наук.-техн. журнал. – 2017. – Том 16, № 1, 2. – С. 61 – 65.

Наведено опис розробки універсального пристрою на базі апаратно-програмного комплексу Arduino для акваріумістики, який забезпечує безперервність контролю стану акваріума і процесів життєзабезпечення його мешканців за основними параметрами: вчасна подача корму, підтримка заданого температурного режиму, контроль освітленості, а також дистанційне інформування власника про виникнення нештатних ситуацій. Універсальність і модульність платформи дає можливість застосовувати її для будь-яких типів акваріумів з можливістю розширення функціональності шляхом додавання необхідних датчиків або метрик. Надамо опис етапів проектування пристрою, наведено його характеристики і представлено результати його роботи.

Ключові слова: інтелектуальний акваріум, Arduino, автоматичне керування, штучна екосистема.

Л.: 05. Бібліогр.: 15 найм.

UDC 681.518.5

Development of universal device «Aquaينو» for automation of aquarium life support / H.A. Nekrasov, I.I. Romanova // Applied Radio Electronics: Sci. Journ. – 2017. – Vol. 16, № 1, 2. – P. 61 – 65.

The paper describes the development of a universal device based on the Arduino hardware and software complex for the aquariumistics providing the continuous monitoring of the aquarium status and inhabitants life support processes on the basic parameters: timely supply of fish food, support for a given temperature mode, light control, as well as the remote notification of the owner on emergency situations. The versatility and modularity of the platform allows its use for all types of aquariums with a possibility to extend the functionality by adding the necessary sensors or metrics. The basic stages of designing the device are described, its characteristics and the results of its work are given.

Keywords: smart aquarium, Arduino, automatic control, artificial ecosystem.

Fig.: 05. Ref.: 15 items.