

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗАМКНУТОЙ ВОДНОЙ СРЕДЕ

THE CONTROL SYSTEM OF NUTRIENTS IN A CLOSED WATER ENVIRONMENT

Е. А. Гриневич, А. А. Голубович, Е. В. Кот
E. Grinevich, A. Golubovich, E. Kot

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
grinevich.zhenya@gmail.com
Belarusian State University, ISEI BSU, Republic of Belarus*

Система контроля питательных веществ в замкнутой водной среде – это система, позволяющая проводить химический анализ воды по основным показателям, таким как: pH, окисляемость, карбонатная жесткость, концентрация аммиака и ионов аммония, концентрация нитритов и нитратов, а также при необходимости, добавлять недостающие химические элементы в воду.

A nutrient control system in a closed water system is a system that allows chemical analysis of water according to certain indicators, such as: pH, oxidability, carbonate hardness, ammonia and ammonium concentrations, nitrite and nitrate concentrations, and also, if necessary adding the missing chemical elements to the water.

Ключевые слова: автоматизация, аквапоника, микроконтроллер, Arduino.

Keywords: automation, aquaponica, microcontroller, Arduino.

Развитие живого существа напрямую зависит от качества окружающей среды. Это утверждение относится как к рыбкам в аквариуме, так и к размещенной в нем растительности. Именно поэтому так важно не только следить за своевременным питанием и температурным режимом, но и за составом воды в нем. Отсутствие определенных микроорганизмов или изменение состава воды может привести к самым неблагоприятным событиям.

К примеру, есть некоторые виды рыб, предпочитающие жить в воде, содержащей определенные примеси или минеральные вещества, которые для других являются совершенно неприемлемыми. Именно поэтому важно регулярно проводить различные тесты воды в аквариуме, позволяющие определить не только ее качество, но и предупредить возможное появление различных заболеваний как у рыбок, так и у растений.

Экосистема в аквариуме довольно часто может выходить из-под контроля, что может вносить серьезный дисбаланс в нормальную жизнедеятельность населяющих его организмов. Именно поэтому рекомендовано проводить различные тесты воды на: pH, окисляемость, карбонатную жесткость, концентрацию аммиака и ионов аммония, концентрацию нитритов и нитратов.

На сегодняшний момент выделяют 2 способа измерения питательных веществ в системе контроля и управления замкнутой водной средой:

1. Тест-полоски. Внешне тестовый элемент выглядит как небольшая полоска, от чего и произошло название, которую необходимо опустить в емкость с водой из аквариума. После этого надо произвести визуальное сравнение цвета извлеченной из воды полоски с перечнем цветов, находящихся в наборе.

2. Жидкие тесты – это второй вариант тестов, используемых для проверки состояния воды в аквариуме. Для получения результатов необходимо при помощи пипетки набрать несколько капель жидкости из комплекта и капнуть их в заранее подготовленную емкость с водой. После этого нужно немного взболтать емкость и поставить на несколько минут. Далее остается лишь произвести сравнение полученного окраса воды с контрольным значением из тестового набора.

В основу данного проекта лег второй способ. Таким образом, цель проекта – создание автономной автоматизированной системы измерения питательных веществ в системе контроля и управления замкнутой водной средой.

В качестве элементной базы системы используются микроконтроллеры – программируемые микросхемы для управления электронными устройствами; применяются шаговые двигатели – это синхронный бесщеточный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора.

Для данной системы использовали плату Arduino. Arduino – это торговая марка аппаратно-программных средств для построения простых систем автоматики и робототехники, ориентированная на непрофессиональных пользователей. Программная часть состоит из бесплатной программной оболочки (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры. Аппаратная часть представляет собой набор смонтированных печатных плат, продающихся как официальным производителем, так и сторонними производителями. Полностью открытая архитектура системы позволяет свободно копировать или дополнять линейку продукции Arduino.

Совместно с платой Arduino будет использоваться плата расширения ЧПУ Arduino UNO CNC Shield ver 3.0. Она используется для создания на основе контроллера Arduino UNO (других контроллеров совместимых по типоразмеру) станков с числовым программным управлением. Плата расширения CNC Shield ver. 3.0 может работать с Arduino UNO и драйверами двигателей с помощью программного обеспечения Arduino GRBL. Программное обеспечение обменивается информацией с «железом» с помощью G-кодов. CNC Shield ver. 3.0 имеет четыре слота, по 16 контактов каждый, для подключения четырех драйверов двигателей. Для подключения четырех шаговых двигателей возле каждого слота есть колодка, состоящая из четырех контактов GND, STEP, DIR, VCC. Возле каждого слота для подключения драйвера двигателя есть колодка, состоящая из шести пинов для управления шагом двигателя. Эти колодки обозначены на рисунке выше красным цветом. Пины можно объединить в пары. Обозначение пар пинов M0, M1, M2.

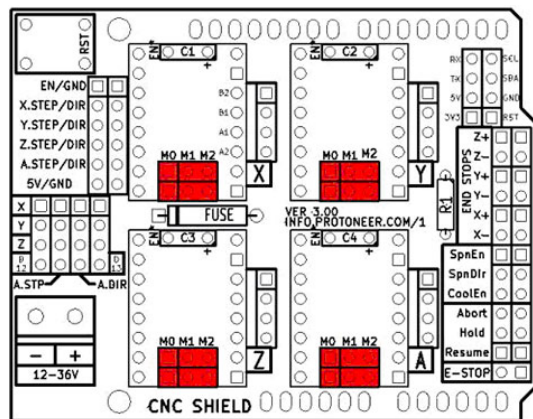


Рисунок 1 – Общий вид схемы платы расширения CNC Shield ver. 3.0

Для управления шаговыми двигателями будут использованы драйверы A4988, совместимые с платой расширения. Соединенные CNC Shield ver. 3.0 и Arduino UNO драйверы двигателей приведены на рис. 2.

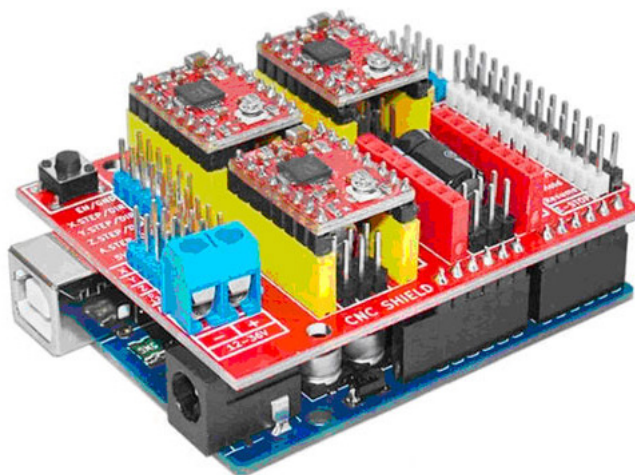


Рисунок 2 – Соединенные CNC Shield ver. 3.0 и Arduino UNO и драйверы двигателей

Для управления шаговым двигателем необходимо настроить напряжение питания двигателя подстроечным резистором. Настройка производится мультиметром в режиме замера постоянного напряжения. Один щуп касается заземления (крайнего контакта на драйвере с надписью GND или же минусового провода от блока питания), другим касается подстроечного резистора.

Сервопривод Ардуино (англ. – arduino servo) – устройство с электрическим мотором, которое можно повернуть на определенный угол и оставить в этом положении на определенное время.

Обычно у них есть выходной вал, который может поворачиваться на 360 градусов. Используя Arduino, мы можем задать сервомотору определенное положение, в которое он перейдет.

Сервоприводы Arduino – это «умные» устройства. Используя только один входной пин, они получают значения для позиционирования от микроконтроллера и переходят в это положение.

На выходе сигнал сервопривода – это прямоугольная волна, подобная PWM (англ. – pulse-width modulation, широтно-импульсная модуляция). Каждый цикл в сигнале длится 20 миллисекунд, и большая часть времени в значении LOW. В начале каждого цикла значение сигнала становится HIGH на время от 1 до 2 миллисекунд. При 1 миллисекунде она составляет 0 градусов, а при 2 миллисекундах – 360 градусов, а в промежутке значение от 0 до 360.

Необходимая для анализа тестируемой воды библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов OpenCV (Open Source Computer Vision) реализованы на языке Python.

OpenCV написана на языке высокого уровня (C/C++) и содержит алгоритмы для: интерпретации изображений, калибровки камеры по эталону, устранение оптических искажений, определение сходства, анализ перемещения объекта, определение формы объекта и слежение за объектом, 3D-реконструкция, сегментация объекта, распознавание жестов и т. д.

Принцип работы системы

Система, производящая тестирование воды на минеральные питательные вещества, является автоматизированной, то есть перемещение, захват, опускание, поднятие, встряхивание элементов происходит полностью автоматически. При загрузке программного кода на микроконтроллер, шаговый двигатель получает команду о том, когда необходимо делать тестирование воды. При этом шприцом, который предназначен для захвата воды из аквариума, управляет специальный драйвер. Драйвер позволяет шприцу делать довольно точные движения, вплоть до миллиметров. Это позволяет четко спроектировать траекторию движения шприца. Тестирование воды из аквариума будет производиться в пробирке, которая располагается вне аквариума. Следующим подвижным элементом является шприц, в котором содержится специальный тестовый реагент. Этот шприц движется в сторону пробирки, где будет проводиться тест. Механизм опускает шприц и реагент выдавливает нужное количество тестового реагента в пробирку. Пробирка является нестатическим элементом. Пробирка крепится к шаговому двигателю, который в ходе проведения теста будет вращаться на определенный угол из стороны в сторону, таким образом, смешивая воду с тестовым реагентом, делая смесь однородной. Шаговый двигатель, к которому подсоединена пробирка, держится на так называемой стойке, располагающейся вне аквариума. Камера, делающая снимки пробирки со смесью в конце теста, располагается непосредственно напротив самой пробирки. Областью захвата кадра является пробирка со смесью. Снимки с камеры передаются на микроконтроллер, на котором производится сравнение полученного фотоснимка с имеющимся эталонным изображением, где система четко определяет, насколько кислая среда в аквариуме. Если после тестирования воды из аквариума система определяет, что в водной среде не хватает минеральных питательных веществ, производится добавление тех или иных добавок.

Движение в пространстве всех элементов системы отрегулировано и просчитано до миллиметров благодаря короткому шагу ротора электродвигателя. Элементы системы сделаны таким образом, чтобы при выходе из строя того или иного элемента конструкции, не возникало трудностей заменить необходимую деталь в кратчайшие сроки.

Непосредственно алгоритм действий процесса тестирования:

1. Специально подготовленный шприц, располагающийся над водой, опускается на определенное расстояние вниз и извлекает несколько капель воды (пробу), после чего возвращается в исходное положение над аквариумом.
2. Шприц с пробой поворачивается в сторону пробирки, располагающейся за стенкой аквариума, и выливает взятую из аквариума воду.
3. После чего второй шприц поворачивается к пробирке и добавляет в воду несколько капель специально подготовленного тестового реагента.
4. Для перемешивания воды и тестирующего реагента механизм взбалтывает пробирку несколько раз.
5. Затем необходимо подождать несколько минут.
6. После вышеперечисленных действий камера фотографирует пробирку со смесью, после чего цвет смеси на фотографии сравнивается с цветом смеси на эталонной картинке, и, в зависимости, от полученных значений, автоматизированная система принимает решение о достатке или же нехватке питательных веществ в водной среде.
7. Если в водной среде не хватает минеральных питательных веществ, шприц с недостающими добавками подводится механизмом к аквариуму и распространяет питательные вещества по площади аквариума.
8. Когда тест произведен, смесь из пробирки выливается в емкость с «отходами».

Принцип работы данной системы рассматривается на одном из основных параметров аквариумной воды – значении pH:

Первым шагом необходимо прополоскать кюветку водой, которую планируем тестировать. Для этого из специальной емкости, которая находится рядом с аквариумом, необходимо взять немного воды. Вода в емкость поступает непосредственно из аквариума перед началом теста. Забор воды из емкости производится с помощью шприца, который является частью системы. После того как мы прополоскали кюветку водой, необходимо заполнить эту кюветку тестируемой водой до отметки 5 мл. Данная операция осуществляется тем же шприцом, которым мы прополаскивали кюветку.

Второй шаг заключается в добавлении специально вещества в кюветку. Для этого нам понадобится второй шприц, в котором содержится реагент, который при контакте с водой из аквариума изменит ее цвет и на его основе будет сделан окончательный вывод о значении pH. Необходимо добавить 7 капель данного вещества в кюветку с водой и слегка стряхнуть кюветку. Данный процесс будет реализован с помощью сервопривода (вращением кюветки на 360 градусов) тем самым мы добьемся необходимого эффекта встряхивания.

Третьим шагом будет сравнение окраса получившегося раствора с эталоном. С помощью камеры будет сделан снимок нашей кюветки. После чего для анализа окраса воды в данной системе она будет использована.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буэно, Суарес, Эспиноса. Обработка изображений с помощью OpenCV / Буэно, Суарес, Эспиноса. – М.: ДМК-Пресс, 2016. – 210 с.
2. Проведение тестов для аквариумной воды [Электронный ресурс] // Aquariumax.ru: информационно-справочный портал. URL: <https://aquariumax.ru/akvarium/testy-dlya-akvariumnoj-vody-kak-provodit.html>. (дата обращения: 27.02.2019).

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ РАСТЕНИЙ, ЖИВУЩИХ В ОГРАНИЧЕННЫХ УСЛОВИЯХ DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED SERVICE SYSTEM OF PLANTS LIVING IN LIMITED RELATED CONDITIONS

Д. С. Грушик, А. Л. Карпей
D. Grushik, A. Karpei

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
dmitriy.grushik@gmail.com
Belarusian State University, ISEU BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Актуальность разработки автоматизированных систем обслуживания растений, живущих в ограниченных условиях (контейнерах, вазонах, беспочвенном субстрате), предполагающих возможность удаленного запуска, диктуется современными тенденциями по озеленению городов, современными подходами к ландшафтному дизайну и требованиями по озеленению эксплуатируемых кровель. Программное обеспечение таких систем рассчитывает время полива, количество воды и удобрений в зависимости от видов растений и условий их произрастания. Применение автоматизированных систем позволяет экономно использовать такие ресурсы, как вода и электричество, а также удобрения, необходимые растениям.

The relevance of the development of automated systems of maintenance of plants living in confined conditions: containers, pots, soilless substrate, implying the ability to remotely start, is dictated by modern trends in greening cities, modern approaches to landscape design and the requirements for greening roofs. The software of such systems calculates irrigation time, amount of water and fertilizers depending on plant species and growth conditions. The use of automated systems allows economical use of resources such as water and electricity, as well as fertilizers necessary for plants.

Ключевые слова: микроконтроллер arduino, C++, датчик влажности, датчик температуры, субстрат.

Keywords: the microcontroller arduino, C++, humidity sensor, temperature sensor, substrate.

Данная работа посвящена созданию настраиваемой на тип растений и условия их произрастания автоматизированной системы обслуживания элитных растений, живущих в ограниченных условиях.

Задачами данной работы является:

- Изучение проблемы жизнеобеспечения растений, живущих в ограниченных условиях.
- Изучение средств и технологий автоматизации систем жизнеобеспечения растений.
- Изучение аналогичных решений по автоматизации ухода за растениями.
- Разработка первой очереди программного обеспечения автоматизированной системы обслуживания растений, живущих в ограниченных условиях.

Климат в республике Беларусь (РБ) умеренно-континентальный и его особенности определяются положением территории страны в умеренных широтах, отсутствием горных препятствий, преобладанием равнинного рельефа и преобладанием западных ветров. Циркуляция атмосферы вызывает постоянную смену воздушных масс над территорией страны. В нижних слоях атмосферы преобладает западный перенос, приводящий к частым вторжениям богатых влагой воздушных масс, в восточных районах влияние океана уменьшается и усиливается континентальность климата. Однако в последние десятилетия различие температуры западных и восточных районов Беларуси уменьшилось на 1,0–1,5 °С. Усиление западного переноса в последние десятилетия приводит к ослаблению воздействия континентальных воздушных масс, которые приходят с востока, северо-востока или формируются на месте. В последние годы более частым становится проникновение тропического воздуха в теплое время года. Равнинный характер территории не препятствует приходу воздушных масс с соседних районов [1].

Современные почвы Беларуси сформировались после отступления позерского (последнего) ледника. Процесс образования и изменения почв Беларуси определяется многими факторами: рыхлыми антропогенными отложениями, умеренно теплым и влажным климатом, растительностью, типичной для хвойно-лиственных лесов южнотайжной подзоны лесной зоны, животным миром, рельефом и производственной деятельностью человека. Эти факторы способствуют развитию дернового, подзолистого, болотного, буроземного, карбонатно-солончакового почвообразовательных процессов, под действием которых в условиях Беларуси образуются следующие генетиче-