

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики полупроводников

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТЬЮ ПОЧВЫ ДЛЯ
СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»**

**АВТОРЕФЕРАТ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ МАГИСТЕРСКОЙ
РАБОТЫ**

Студентки 2 курса 204 группы

направления 22.04.01 «Функциональные и интеллектуальные материалы

и структуры для электроники и биомедицины»

факультета нано- и биомедицинских технологий

Дубровской Ольги Сергеевны

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

М.В. Ломова

инициалы, фамилия

Консультант

к.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.А. Портнов

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

Заведующий кафедрой физики полупроводников СГУ,

д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

А.И. Михайлов

инициалы, фамилия

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время благодаря развитию цифровой техники, — главным образом, благодаря созданию дешёвых и производительных микропроцессоров с RISC-архитектурой (процессоры семейства ARM и микроконтроллеры), а также благодаря развитию свободного программного обеспечения (коллекция компиляторов языков высокого уровня GCC, ОС Linux), мы получили возможность компьютеризации широкого спектра устройств, составляющих предметы нашего обихода. На стыке этих успехов техники и потребности автоматизации некоторых повседневных действий возник целый ряд автоматов и роботов разной сложности, выполняющих бытовые задачи. Одна из таких задач, решаемых в рамках автоматизации управления зданием [1-10] (в рамках системы «Умный дом») - это уход за комнатными растениями, в частности — их полив. В настоящее время на рынке существует множество устройств для автоматического полива комнатных растений [11], однако большинство из них не содержит модулей, позволяющих собирать и анализировать информацию о влажности почвы. В то же время, существует дизайнерская задача, связанная с высадкой в одном пространстве малосовместимых групп растений, например, гидрофитов и мезофитов, для решения которой необходимо управлять не просто влажностью почвы, а её пространственным распределением. Таким образом, необходимо создать устройство, контролирующее влажность почвы и управляющее подачей воды.

Целью данной работы явилось создание установки, управляющей влажностью почвы в нескольких точках, реализующей логику работы с использованием микроконтроллера и настраиваемой удалённо путём передачи ей команд с компьютера.

Для достижения цели были решены следующие **задачи**.

1. Изучение имеющихся систем полива.
2. Выбор микроконтроллера по следующим критериям: наличие аналогового входа для подключения датчика влажности и цифровых выходов для

подключения исполнительных устройств, наличие простого интерфейса для связи с компьютером, простота программирования, доступность на рынке.

3. Разработка датчика влажности почвы, простого, дешёвого, требующего минимального количества элементов для сопряжения с устройством управления.

4. Макетирование системы полива с одним датчиком влажности и одной точкой подачи воды.

5. Разработка и монтаж электрической системы, состоящей из нескольких датчиков и точек подачи воды (многоканальной системы).

6. Сборка многоканальной системы полива.

7. Написание программы управления системой, загружаемой в микроконтроллер (прошивки микроконтроллера).

8. Калибровка датчиков влажности и установление разброса показаний датчиков.

9. Определение взаимовлияния каналов системы.

В первой части рассматриваются имеющиеся на рынке системы полива растений. Из обзора существующих в настоящее время технических решений следует, что наилучшие условия для существования растений обеспечивает система капельного полива, поддерживающая уровень влажности почвы в заданных пределах, зависящих от вида растения, фазы его роста и времени года. В то же время, примеров систем полива, измеряющих влажность почвы для определения необходимости подачи воды, нами обнаружено не было.

Таким образом, задача создания системы полива, измеряющей влажность почвы и самостоятельно принимающая решение о подаче воды, является актуальной. Целесообразно при построении такой системы разделить её функции на два уровня: функции низкого уровня — собственно измерение влажности почвы и подача воды, и функции высокого уровня — настройка пороговых уровней влажности почвы, при которых начинается и заканчивается подача воды. В рамках данной работы мы ограничимся созданием части системы, реализующей функции низкого уровня.

Во второй части решается задача выбора устройства управления — части системы, собирающей и анализирующей данные, принимающей решения о подаче в воды и обменивающейся информацией с «внешним миром» - частью системы, реализующей функции высокого уровня. Такое устройство должно быть цифровым (выше помехозащищённость канала связи с высокоуровневой частью), иметь интерфейс UART (универсальный асинхронный приёмопередатчик), поскольку для него существует множество трансляторов среды передачи — RS-232 (COM-порт компьютера), Bluetooth, RS-485, аналого-цифровой преобразователь для измерения уровня влажности почвы и набор цифровых линий-выходов для управления подачей воды. Перечисленным набором свойств обладают микроконтроллеры. По результатам анализа уровня техники нами был сделан выбор в пользу микроконтроллеров Atmel AVR, а в результате анализа рынка было принято решение использовать промышленно изготавливаемую открытую платформу для прототипирования Arduino.

В третьей части решается задача построения конструктивно простого датчика влажности почвы, требующего минимального набора радиоэлементов для преобразования влажности в электрический сигнал, не разрушающийся в процессе работы и не загрязняющий почву. Указанным требованиям отвечает кондуктометрический датчик, в котором в почву погружаются электроды, не разрушающиеся в процессе электрохимической коррозии. Экспериментальным путём нами было установлено, что при малых токах (около 0.5 мА) достаточной устойчивостью обладают графитовые электроды. Нами был собран датчик, состоящий из двух графитовых стержней диаметром 4 мм и длиной 40 мм, расположенных на расстоянии 10 мм друг от друга. Работа датчика в системе полива в течение длительного времени (около 6 месяцев) не привела к видимым изменениям его размеров, формы и цвета. Кроме того, работа макета системы полива, снабжённого таким датчиком не привела к ухудшению состояния тестового растения (фиалка).

В четвёртой части описывается макет установки с одним каналом контроля влажности и одним исполнительным устройством, реализующим

полив в одной точке. Система полива состояла из устройства управления — микроконтроллера AtMega328, распаянного на плате Arduino Uno, резистивного датчика влажности почвы и исполнительного устройства, представляющего собой помпу для подачи воды. Датчик влажности был включен в плечо делителя напряжения, вторым плечом которого выступал резистор номиналом 10 кОм. Помпа подключалась к выходу микроконтроллера с помощью электронного ключа. Для задания верхнего и нижнего порогов влажности почвы использовали два потенциометра, сигнал с движков которых подавали на аналоговые входы микроконтроллера.

Таким образом, нами была продемонстрирована работоспособность макета. С точки зрения сомнительным оказалось использование переменных резисторов для задания верхнего и нижнего порога влажности без устройства отображения информации.

В пятой части описана конструкция системы полива, управляющей влажностью почвы в 8 точках. Для сокращения времени разработки, уменьшения габаритов и обеспечения возможности повторения устройства вне масштабов электронного предприятия нами был использован микроконтроллер, распаянный на плате Arduino Nano, имеющей в составе стабилизатор напряжения 5 В, и преобразователь USB-RS-232, позволяющий легко подключать устройство к компьютеру для отладки и перепрограммирования.

Добавочные резисторы датчиков и аналоговые ключи были собраны на одной печатной плате, содержащей также разъёмы для подключения модуля Arduino Nano, вместе с которым плата представляет собой, по сути, блок управления системой полива. Принципиальная схема разработанного устройства представлена на рисунке 1.

В качестве исполнительных механизмов было решено использовать электромагнитные клапаны 2802.3741, применяемые в системе очистителей стекол автомобилей ВАЗ-2108 и ВАЗ-2109. Созданный блок управления и клапаны были смонтированы на массивном шасси, обеспечивающем беспрепятственный доступ ко всем электрическим контактам, механическим

соединениям и гидравлическим узлам системы. Внешний вид полученного макета представлен на рисунке 6.

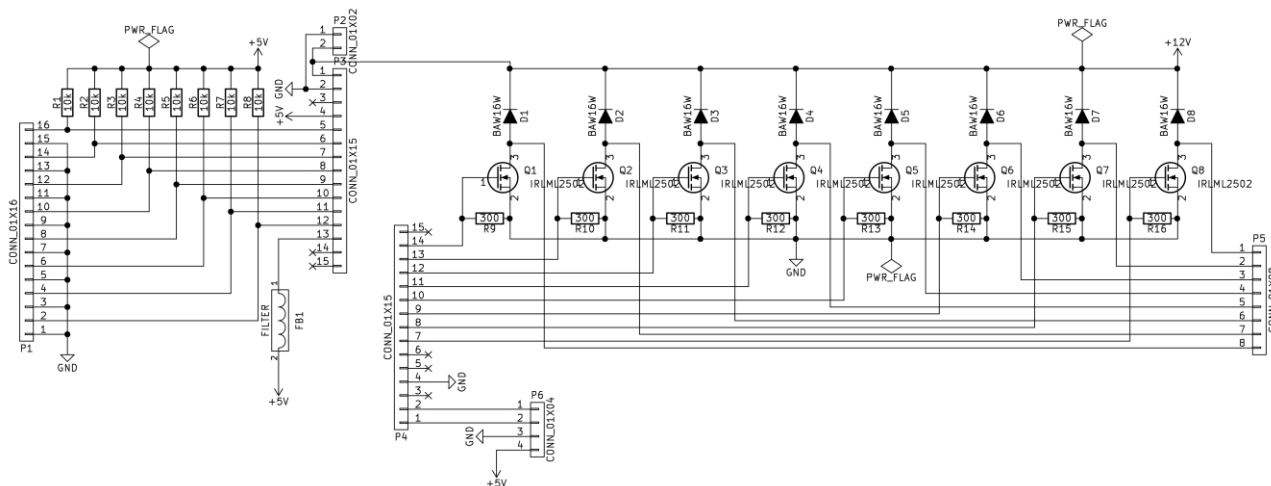


Рисунок 1 — Схема электрическая принципиальная блока управления системы полива с 8 датчиками влажности. Лицензия CC-BY-SA 2.0

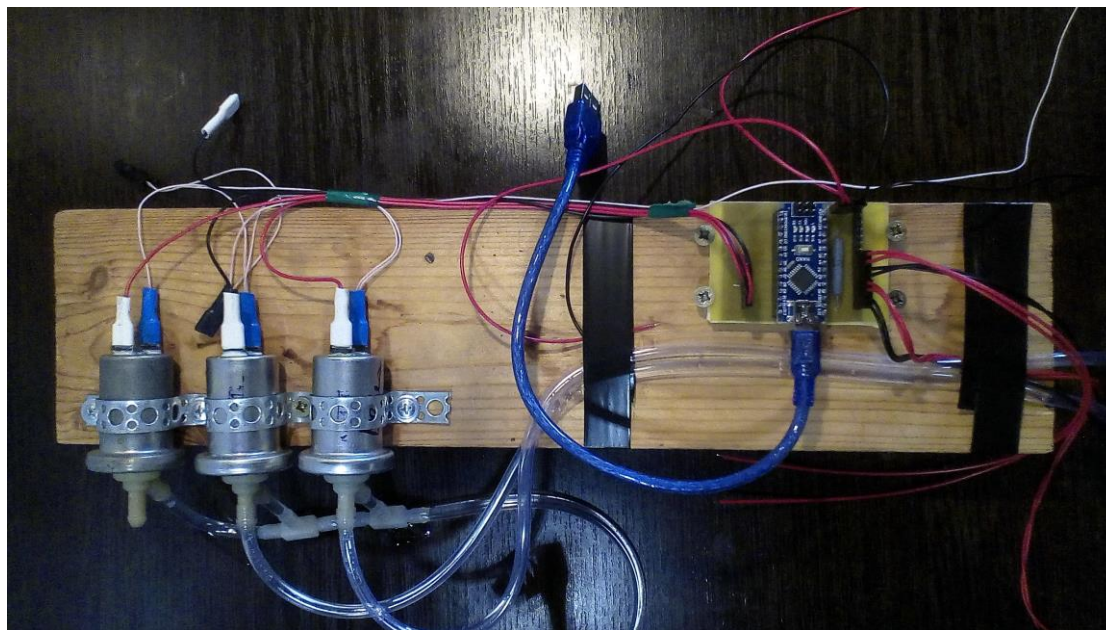


Рисунок 6 — Внешний вид макета системы полива растений

Созданный макет системы полива растений способен по команде микроконтроллера открывать и закрывать клапаны подачи воды, а также измерять напряжение на нижнем плече резистивного делителя, связанное с влажностью почвы.

В шестой части детально описывается алгоритм программы управления, загружаемой в микроконтроллер. Значительное внимание уделено

интерфейсной части программы, поскольку она претендует на использование в других проектах, связанных с созданием исполнительных механизмов автоматизированных систем управления зданиями («умный дом»). Благодаря созданному алгоритму разрешения коллизий оказывается возможно объединить несколько модулей с такой же интерфейсной частью параллельной симплексной линией передачи данных (например, линией RS-485) с тем лишь ограничением, что устройства должны обмениваться данными в режиме «ведущий-ведомый». В качестве высокоуровневой части системы полива, отвечающей за программирование пороговых уровней влажности почвы в точках декларируется использование центрального сервера системы «умный дом». Описанная система команд, реализуемых созданной нами системой полива растений и система ответов на эти команды, достаточна для написания интерфейсных библиотек для центрального сервера «умного дома»

В седьмой части работы описана конструкция датчиков, обеспечивающих контроль влажности почвы строго в месте подачи воды, приведены калибровки датчиков влажности — усреднённые зависимости сигнала АЦП от содержания воды в земле, а также изучено влияние подачи воды в одной точке на влажность в других, расположенных от заданной на расстоянии от 5 до 20 см. Результаты свидетельствуют о том, что, во-первых, зависимость сигнала АЦП от влажности нелинейная, и, во-вторых, в квазисвободном грунте не удаётся зафиксировать изменения влажности на расстоянии 5 см от точки полива и более. В связи с вышесказанным, можно сформулировать положение, выносимое на защиту:

Созданная нами интеллектуальная система полива растений способна обеспечить содержание воды в почве до 30%, при этом в точках, отстоящих от точки полива более, чем на 5 см влажность почвы для модели квазисвободного грунта не изменяется.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нами была разработана и испытана система полива растений для автоматизированной системы управления зданиями («умный дом»), способная автоматически поддерживать в заданных пределах влажность почвы в радиусе менее 5 см от точки полива. При этом система легко перенастраивается, реагируя на текстовые команды, передаваемые через интерфейс UART. Полученные в работе результаты о влиянии точек полива друг на друга свидетельствуют о возможности высадки в одном пространстве малосовместимых групп растений, таких как, гидрофитов и мезофитов. Политика лицензирования конструкторской документации и исходного кода приветствует повторение этой установки широким кругом фирм и специалистов при условии сохранения свободы документации и программного кода. Фактически, в работе был создан новый стандарт для соединения устройств «умного дома» в единую сеть, обеспечивающий простоту реализации такого соединения, которая наиболее просто достигается за счёт применения архитектуры «ведущий-ведомые» в среде передачи, реализованной в рамках стандарта RS-485.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Ильин В.В. Энергоэффективное управление зданиями с помощью автоматизированных систем / В.В. Ильин. // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. - 2010. - №3.- С. 68-73.

2 Сергеев С.К. Математические модели управления процессами теплоснабжения зданий для автоматизированных систем управления / С.К. Сергеев, А.Н. Потапенко, А.В. Белоусов, Е.А. Потапенко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2007. - № 1. - С. 113-117.

3 Абрамов Г.В. Программный комплекс для интеллектуальной системы автоматизированного управления энергопотреблением в зданиях и сооружениях / Г.В. Абрамов, Е.А. Пологно, Д.Ю. Уразов, А.Н. Рязанов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2011. - № 2. - С. 13-15.

4 Шитов В.В. Аппаратное обеспечение интеллектуальной системы автоматизированного управления энергопотреблением в зданиях и сооружениях / В.В. Шитов, А.Н. Рязанов, Е.А. Пологно, Ю.Н. Смолко // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2011. - № 2. - С. 93-95.

5 Гинзбург В.В. Автоматизированная система диспетчерского управления инженерными системами здания / В.В. Гинзбург / Патент на изобретение rus 2178909 24.07.2000

6 Матушкин Н.Н. Определение емкостно-временных характеристик автоматизированной системы контроля и диспетчерского управления инженерным оборудованием здания / Н.Н. Матушкин, А.А. Южаков // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. - 2010. - № 4. - С. 151-154.

7 Стариковский А.В. Скрытые каналы утечки информации в системах автоматизированного управления зданиями / А.В. Стариковский, И.Ю. Жуков, Д.М. Михайлов, А.С. Смирнов // Спецтехника и связь. - 2012. - № 4. - С. 009-011.

8 Алешин Е.А. Энергосберегающая автоматизированная система управления тепловыми режимами в закрытых тепловых сетях зданий в условиях неопределенности. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Южно-Уральский государственный университет. Челябинск, 2003

9 Змиева К.А. Разработка алгоритма функционирования автоматизированной системы контроля и управления потреблением ресурсов для административных зданий / К.А. Змиева, Д.В. Козлов, Е.В. Кузнецова, Е.Ю. Должикова, Д.С. Туманов // Вестник МГТУ Станкин. - 2013. - № 2 (25). - С. 68-73.

10 Черушов И.В. Создание современных автоматизированных систем управления инженерным оборудованием зданий и сооружений. / И.В. Черушов // Промышленные АСУ и контроллеры. - 2012. - № 5. - С. 6-8.

11 Системы полива [Электронный ресурс] / Стройпортал [Электронный ресурс]. URL: <https://mainavi.ru/dom/sad-i-ogorod/sistema-poliva-svoimi-rukami/> (дата обращения: 20.04.2017г.). Загл. с экрана. Яз. Рус.