

УДК 004.3

*Пильцов Михаил Владимирович,*  
 к.т.н., доцент кафедры «Промышленная электроника и информационно-  
 измерительная техника»  
 ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,  
 e-mail: mpilcov@yandex.ru

## ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO И ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

*Piltsov M.V.*

### CONSTRUCTION OF DATA COLLECTION SYSTEMS BASED ON THE ARDUINO PLATFORM AND THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE

**Аннотация.** На примере люксметра представлен способ реализации систем сбора данных из простых, дешевых и доступных компонентов. Аппаратная часть люксметра реализована на плате Arduino, а программная на языке Python. Такие системы могут быть полезны специалистам в сфере автоматизации сбора данных, а также молодым ученым, перед которыми стоит задача автоматизировать и ускорить процесс получения экспериментальных данных.

**Ключевые слова:** система сбора данных, Arduino, Python.

**Abstract.** By the example of a luxmeter, a method is presented for implementing data acquisition systems from simple, cheap and accessible components. The hardware of the luxmeter is implemented on the Arduino board, and the software in Python. Such systems may be useful for specialists in the field of data collection automation, as well as for young scientists who are faced with the task of automating and speeding up the process of obtaining experimental data.

**Keywords:** data collection system, Arduino, Python.

Процесс научных исследований, сопряженный с экспериментальной проверкой разработанных математических моделей или теорий, часто требует проведения экспериментов, где необходимо в течение длительного времени измерять ту или иную физическую величину (давление, температуру, освещенность и т.д.). Проведение подобных экспериментов вручную зачастую проблематично и может приводить к появлению грубых промахов в ряду измерений, вызванных объективными факторами, воздействующими на оператора. Упростить и автоматизировать подобные эксперименты могут средства измерения, способные накапливать, структурировать и передавать данные на персональный компьютер. Подобные устройства называются платами сбора данных и содержат в себе, как правило, периферию для подключения различных датчиков и разъемы для связи с компьютером. Существуют и конструктивно законченные средства измерения, снабженные COM или Ethernet портами, для передачи данных. Подобные устройства требуют установки специализированного программного обеспечения и имеют высокую стоимость, что делает их покупку для проведения

небольшого числа экспериментов нецелесообразной.

Отчасти решить данную проблему могут платы сбора данных, построенные самими экспериментаторами на базе платформы Arduino. Данная платформа предлагает большой выбор плат и периферийных устройств, подключаемых к ним. Наличие в продаже более дешевых аналогов плат Arduino делает их применение очень выгодным с экономической точки зрения. Рассмотрим процесс создания подобной системы на примере измерителя освещенности (люксметра). Структурная схема подобной системы сбора данных будет иметь вид, представленный на рисунке 1.

Для непосредственного измерения освещенности был выбран датчик ВН1750, имеющий цифровой выход и работающий по интерфейсу I2C. Данный датчик способен измерять освещенность в диапазоне от 1 до 65535 лк при длине волны падающего света 400...700 нм.

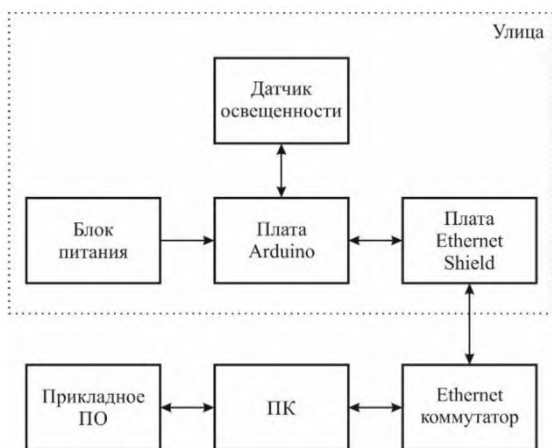


Рисунок 1 – Структурная схема системы сбора данных

Данный датчик подключается к выводам SDA и SCL любой платы Arduino. Была выбрана плата Arduino Mega 2560, построенная на базе микроконтроллера AVR ATmega2560. Данная плата имеет 54 цифровых и 16 аналоговых входов-выходов. Микроконтроллер платы работает на частоте 16 МГц, имея для записи пользовательских программ 256 кБ флеш памяти. Для питания платы и датчика можно использовать любой блок стабилизированного постоянного напряжения 5...12 В, либо аккумуляторные батареи.

Для того, чтобы передавать результаты измерений освещенности с платы Arduino на персональный компьютер, можно использовать практически все порты, имеющиеся у последнего (COM, USB, LPT и Ethernet). Однако использование USB порта ограничивается требованиями к длине его провода, а такие порты как LPT и COM часто отсутствуют на ноутбуках, что сильно ограничивает универсальность разрабатываемой системы сбора данных. В данном случае для связи платы Arduino и персонального компьютера выбран Ethernet, так как он лишен недостатков, озвученных выше. Плата Arduino Mega 2560 не имеет в своем составе данного разъема и для его использования к ней необходимо подключить плату Ethernet Shield, которая модульно вставляется в плату Arduino.

Наличие в структурной схеме Ethernet коммутатора позволяет подключать к персональному компьютеру, имеющему один сетевой разъем, сразу несколько плат Arduino.

Реализация аппаратной части данной системы не должна вызывать трудностей, так как почти все вопросы, касающиеся платформы Arduino и подключения к ней периферии, подробно описаны во многих книгах

и на тематических сайтах [1]. Вопрос, касающийся программной части системы, является более сложным. Реализовать прием измеренных величин освещенности через Ethernet и их запись на диск компьютера можно многими способами. Коротко перечислим их:

1. Организация приема и обработки измерений посредством готовых SCADA систем, например, таких как Simpligth или Master Scada. Недостаток данного способа заключается в том, что данные системы являются платными программными продуктами и имеют высокую стоимость.
2. Организация приема и обработки измерений с помощью среды виртуальных приборов LabView и библиотеки VISA. Данный способ обладает такими же недостатками, как и предыдущий.
3. Организация приема и обработки измерений посредством программы, самостоятельно написанной на языке высокого уровня. К минусам такого способа можно отнести его сложность и то обстоятельство, что многие среды разработки также являются платными.

Воспользуемся третьим способом, как наиболее экономически выгодным, выбрав в качестве языка разработки Python, поскольку он относится к бесплатному программному обеспечению. Для создания внешнего вида программы была выбрана графическая библиотека PyQt, поскольку стандартная библиотека Tkinter морально устарела [2].

Для связи аппаратной части системы с компьютером через Ethernet был выбран протокол пользовательских датаграмм UDP. Данный протокол часто находит применение в системах сбора данных. Он позволяет при необходимости не ждать пропавшие данные, а делать новый запрос на их получение, что положительно сказывается на быстродействии файлообмена. UDP не гарантирует доставку данных, однако данную функцию можно реализовать программно, дублируя при необходимости запросы. Python позволяет простой доступ к возможностям данного протокола посредством модуля socket. Последний позволяет передавать и принимать данные, а также отслеживать возникающие ошибки.

Корректная передача данных по UDP требует задания плате Ethernet Shield своего MAC и IP адресов. На компьютере необходимо задать IP адрес и маску подсети. Данные параметры приведены на рисунке 2 [3, 4].

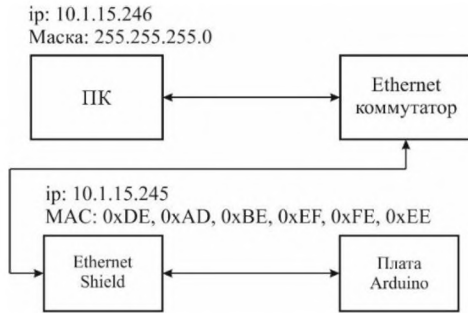


Рисунок 2 – Структура сети системы сбора данных

Протокол UDP будет обеспечивать передачу информации на низком, транспортном уровне. Для того, чтобы прикладное ПО управляло действиями платы Arduino, был реализован протокол высокого уровня. Алгоритм программы, реализующей такой протокол, представлен на рисунке 3.

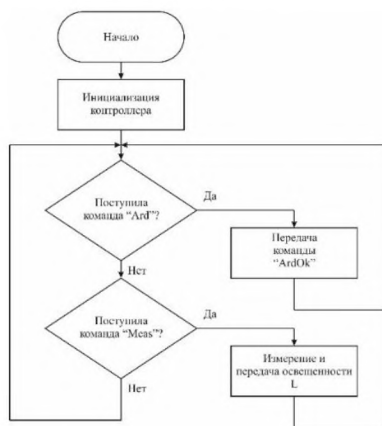


Рисунок 3 – Алгоритм работы программы контроллера Arduino

Данный протокол содержит всего две команды, которые программа на компьютере передает контроллеру на плате. Команды «Ard» и «ArdOk» служат для проверки работоспособности аппаратной части системы, а команда «Meas» инициализирует измерение и передачу освещенности L.

Программа позволяет выполнять следующие действия: проверять работоспособность модуля Arduino; задавать время между измерениями и число точек, отображаемых на графике; выбирать папку, куда будут сохраняться результаты измерений; останавливать, ставить на паузу и прекращать измерения; отображать текущую величину освещенности в окне программы, а также ото-

бражать все сделанные замеры на графике, который динамически меняется от замера к замеру; сохранять замеры освещенности в выбранную папку в файл формата txt; структурировать замеры в виде набора столбцов, удобных для последующей их обработки в математических пакетах; корректно учитывать смену суток, создавая при этом новую рабочую папку в формате «день.месяц.год», куда и будут сохраняться измерения, сделанные в этот день.

Внешний вид программной части системы представлен на рисунке 4.

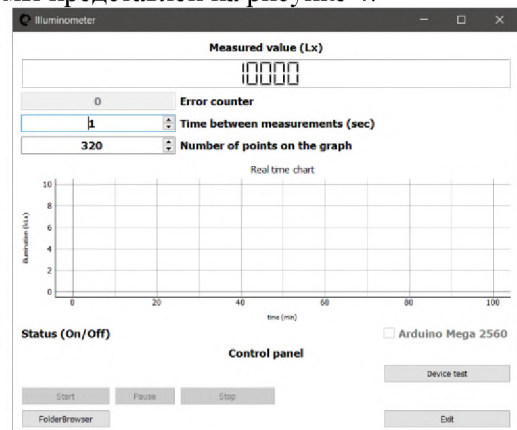


Рисунок 4 – Внешний вид программной части системы сбора данных

Для визуального отображения изменяющейся в течение суток освещенности в программу добавлен динамически изменяющийся график, отображающий освещенность в реальном времени. Для этого была использована научная графическая библиотека PyQtGraph. Стандартная библиотека Python для отображения графиков matplotlib не подошла для данной задачи из-за низкого быстродействия при выводе графиков на экран в режиме реального времени [5].

Таким образом, используя достаточно простые, дешевые и доступные компоненты, можно реализовать систему сбора данных, точность измерений которой будет определяться только точностью датчиков, подключаемых к плате Arduino, а функциональность программной части будет ограничена лишь возможностями разработчика. Подобный способ построения таких систем может найти применение среди аспирантов и молодых ученых, которые могут использовать их в своих научных исследованиях и экспериментах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В.А. Петин – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 400 с.
2. Лутц М. Изучаем Python, 4-е издание / М. Лутц – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 1280 с.
3. Максимов Н.В. Компьютерные сети / Н.В. Максимов, И.И. Попов – М.: ФОРУМ, 2016. – 464 с.
4. Таненбаум Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл – СПб.: Питер, 2012. – 960 с.
5. Хахаев И.А. Практикум по алгоритмизации и программированию на Python / И.А. Хахаев – М.: Альт Линукс, 2010. – 126 с.

УДК 519.68

*Филанович Виктория Станиславовна,*  
*обучающаяся группы ИВТ-15-1*  
*ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,*  
*e-mail: filanovich\_v@mail.ru*  
*Александрова Елена Григорьевна,*  
*ст. преподаватель кафедры «Вычислительные машины и комплексы»,*  
*ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,*  
*e-mail: ae.qt@yandex.ru*

**ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ  
 ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

*Filanovich V.C., Alexandrova E.G.*

**APPLICATION OF NUMERICAL METHODS FOR SOLVING THE PROBLEM OF  
 OPTIMIZING ECONOMIC INDICATORS**

**Аннотация.** *Определены особенности численных методов решения. Рассмотрены прямые и обратные методы. Предложен двухэтапный метод отбора инвестиционных проектов, представлено описание программного обеспечения, которое реализует указанный метод.*

**Ключевые слова:** *численные методы, СЛАУ, САПР, прямые и обратные методы решения, математические модели.*

**Abstract.** *The features of distributed solutions are determined. Direct and inverse methods are considered. A two-stage method for selecting investment projects, a product description that implements the method, is proposed.*

**Keywords:** *numerical methods, SLAU, CAPR, direct and inverse solution methods, mathematical model.*

В настоящее время процесс внедрения IT-технологий в различные сферы общества стал одним из особо значимых глобальных процессов. В данной работе рассмотрим возможности объектно-ориентированного программирования для задач оптимизации экономических процессов.

Использование вычислительной техники напрямую связано с классической областью численных методов.

Выделение классов задач и способов их решения, подобно матричным классам и классам управляющих функционалов, позволяет более четко структурировать программные средства, необходимые для решения за-

дач. Заданный прием помогает продемонстрировать классические математические понятия реальными программными объектами и в конечном итоге добиться желаемой наглядности и лаконичности, позволяющей писать сложные прикладные программы в удобной форме, близкой к математической. Применение основных принципов объектно-ориентированного программирования (ООП) к разработанным алгоритмическим и матричным классификациям может быть рассмотрено в качестве инструментальной основы для разработки математических библиотек и разнообразных приложений.