

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК

УДК 621.37+681.5+004.3/.41/.42

ПРОСТОЙ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Станишевский И.В., канд. физ-мат. наук, доцент

(Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск)

Среди инструментов физико-химического анализа и контроля параметров и состояния компонент продуктов и отдельных веществ оптические и спектроскопические методы занимают важное место. Они являются неразрушающими и неагрессивными, требуют незначительных количеств проб, а также известны, как одни из самых чувствительных и точных [1]. Однако часто реализация исследовательских проектов и решение научно-технических задач с помощью указанных методов сдерживается отсутствием необходимых технических средств или высокой их стоимостью. В настоящее время многие компоненты и модули лабораторного оборудования или установок могут быть созданы или усовершенствованы самими исследователями с использованием современных программных и программно-аппаратных средств (микроконтроллеров). Достоинством последних наряду с высокой производительностью и функциональностью является миниатюрность и портативность.

В работе описывается функционально достаточно простой программно-аппаратный комплекс для оптических измерений на базе 8-битных микроконтроллеров PIC (Microchip) [2] и программного пакета Matlab (Mathworks) [3].

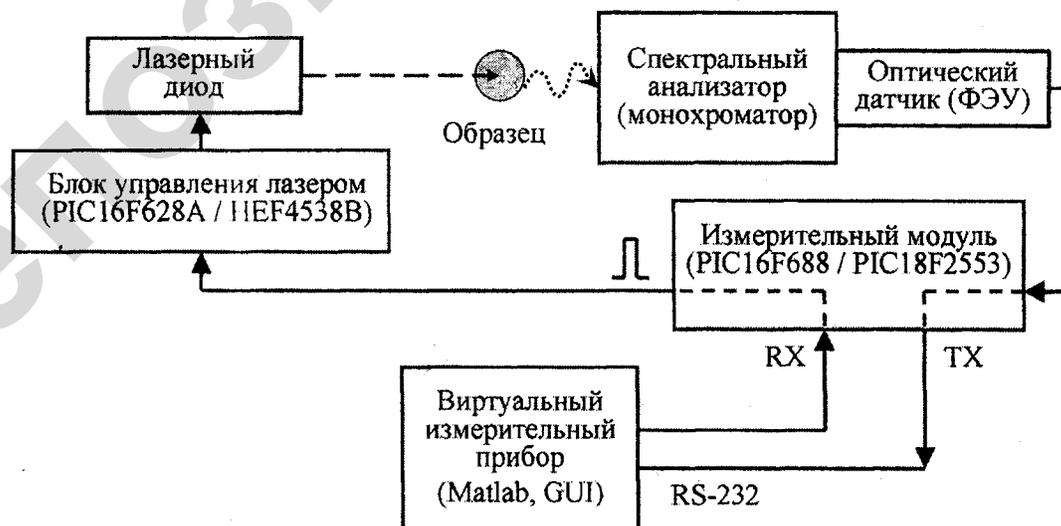


Рисунок 1 – Блок-схема программно-аппаратного комплекса для оптических измерений

Управление компонентами комплекса и алгоритмы взаимодействия модулей реализованы на языке программирования Matlab с использованием встроенной функции *Data Acquisition Toolbox* в виде процедур (m-файлов). Процедуры позволяют собирать, сохранять и обрабатывать данные. В зависимости от решаемой задачи выполняется тот или иной файл, реализующий с помощью графического интерфейса пользователя (GUI) индивидуальный виртуальный (программный) измерительный прибор. Измерительный прибор в реальном времени производит обмен данными с измерительным модулем по протоколу RS-232 UART, а также выполняет преобразование двоичных чисел в десятичные, обработку и накопление данных. По окончании сеанса измерений данные (при необходимости дополнительно преобразованные) выводятся в файл, содержимое которого может быть в последующем дополнительно обработано с использованием специальных процедур (разнообразные преобразования, нормировка, вейвлет-сглаживание, мультиэкспоненциальный анализ и др.), также реализованных на языке Matlab. Дополнительно основная программная часть комплекса переведена в схожий с Matlab язык свободно распространяемого пакета Scilab (Scilab Enterprises) [4].

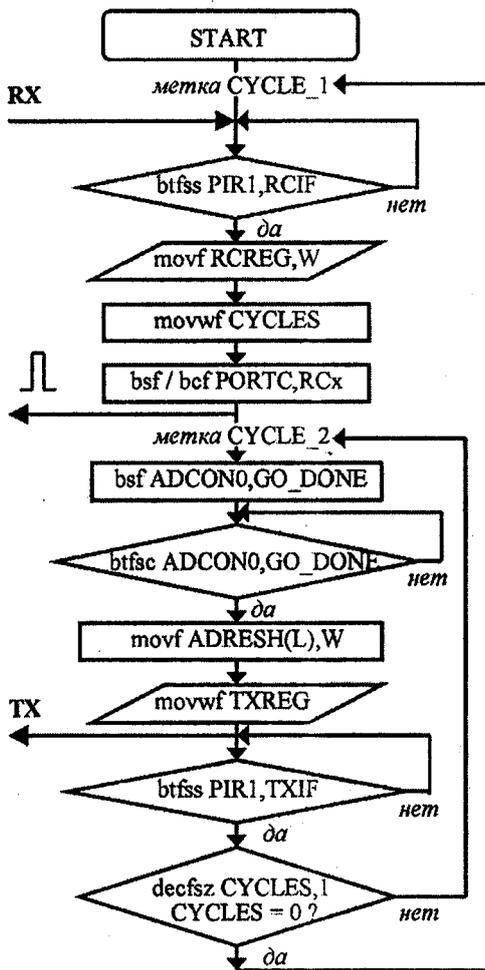
Управление модуляцией излучения лазера (лазерный диод: мощность излучения до 20 мВт, длина волны генерации 405 нм, производитель Shenzhen, Китай) реализовано в виде отдельного самодельного модуля. Ждущий одновибратор устройства (аналоговый на микросхеме HEF4538В или прецизионный на микроконтроллере PIC 16F628А) формирует импульс длительностью от единиц микросекунд до единиц секунд с фронтами нарастания и спада менее 50 наносекунд, поступающего на затвор мощного n-канального MOSFET-транзистора (ключа), работающего в режиме с контролируемым ограничением тока (излучаемой мощности). К стоку транзистора подключен катод лазерного диода, анодом соединенного с источником стабилизированного напряжения. Обычно устройство используется с двумя одновибраторами, вырабатывающими синхронные импульсы разной длительности. Стоки ключей объединены, а их максимальные токи различны. Суммируемое управление током лазерного диода позволяет генерировать световые импульсы ступенчатой формы спадающей интенсивности.

Для детектирования испускания образца (например, свечения органических флуорофоров) используется оптический датчик (фотоэлектронный умножитель PM943-02, Hamamatsu, Япония). Умножитель соединен с выходом монохроматора МДР-23 (ЛОМО, СССР), выделяющего узкий интервал спектра свечения объекта. Точковый сигнал датчика преобразовывается в напряжение операционным усилителем (типично AD823).

В измерительном модуле микроконтроллерами PIC производится амплитудно-цифровое преобразование сигнала (10-битное с помощью PIC16F688 и 12-битное – PIC18F2553) и передача результата преобразования в виде пары байтов (протокол RS-232, скорость – 115200 бод) в компьютер. Выбор микропроцессоров обусловлен минимально достаточными требованиями решаемых автором научных задач, а также экономическими соображениями. Программы микроконтроллеров написаны на ассемблере, и принципиально отличается только тем, какие задачи они решают.

Условно первый тип программ обрабатывает алгоритм, изображенный на рисунке 2. После инициализации процессора выполняются операции полного цикла CYCLE_1: ожидание разрешения на запуск лазера, формирование импульса разрешения генерации при появлении данных в приемном регистре, выполнение инструкций цикла CYCLE_2, число повторений которого CYCLES задается программно и декрементируется аппаратно. В цикле CYCLE_2 сигнал измеряется, оцифровывается и передается в компьютер. Длительность CYCLE_2 немного превышает длительность импульса лазера. Его минимальная длительность, а, соответственно, и интервал между измерениями составляет около 175 микросекунд. Данные обрабатываются и отображаются дисплеем виртуального измерительного прибора в виде совокупности точек. После завершения обработки данных цикла CYCLE_2 Matlab формирует разрешение генерации лазерного импульса в виде числа CYCLES. Продолжительность эксперимента (или время сбора данных) пользователь

определяет программно с помощью соответствующих элементов управления виртуального измерительного прибора, прекращая передачу разрешений на выполнение цикла CYCLE_1.



Начало программы: конфигурирование и инициализация портов, входов/выходов, АЦП и др.

Проверка поступления байта (константы) в регистр RX

и считывание байта в регистр W

Сохранение значения W как переменной CYCLES

Формирование импульса для блока управления лазером

Аналого-цифровое преобразование

Проверка завершения аналого-цифрового преобразования

Занесение данных в регистр W

и их передача

Проверка передачи данных

Уменьшение CYCLES на 1 и проверка её равенства 0

Рисунок 2 – Упрощенный графический алгоритм работы 8-битного микроконтроллера измерительного модуля

Второй тип программного кода микроконтроллеров внутри полного цикла выполняет две последовательности операций. Первая – после команды разрешения – производит заданное число измерений, вторая – передает все данные измерений в компьютер. Количество измерений и передач пар данных определяется программой микроконтроллера и ограничивается сверху его типом (до 128-ми для PIC16F688 и 1024-х для PIC18F2553). Количество полных циклов задается программно в Matlab. Каждый цикл включает: ожидание разрешения на запуск лазера, формирование импульса разрешения, выполнение аппаратно заданного количества раз первой последовательности операций: измерение, аналого-цифровое преобразование, запоминание данных измерения в регистры памяти микроконтроллера, а затем – второй: поочередная передача содержимого ячеек памяти в компьютер. Программа Matlab принимает и обрабатывает данные: поэлементно суммирует с предыдущими значениями, поэлементно усредняет, перерисовывает график на экране виртуального дисплея, выдает разрешение на запуск лазера. Минимальное время между измерениями составляет около 15 микросекунд, а между актами передачи данных – 165 микросекунд. Таким образом, второй тип программ способен обеспечить более короткий временной интервал между измерениями, однако, при типично меньшем их количестве.

Измерительный комплекс, а также его программные и/или аппаратные модули могут найти применение для решения широкого круга научных и технических задач не только оптического профиля, но и других типов с использованием иных электронных датчиков, а

также использоваться в студенческих лабораторных практикумах. Техническая реализация комплекса при определенных условиях достаточно несложная, а стоимость компонент весьма незначительная.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке БРФФИ (договор №Ф13-024).

Литература

1. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. Москва: Техносфера, 2007. – 368 с.
2. Microchip. <http://www.microchip.com/>.
3. Matlab. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Matlab/>.
4. Scilab. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Scilab/>.

УДК 631.15: 004.9

ПЛАНИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЙ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

Галушко Е.В., канд. техн. наук, доцент, Карпович А.М., Сеньков А.Г., канд. техн. наук, Горный А. В., канд. с.-х. наук, доцент, Шестаков К.М., канд. техн. наук, доцент
(¹Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск;
²Белорусский государственный университет, Минск)

Введение

Значительное место в программных комплексах поддержки решения агрономических задач занимает база данных и ее сердцевина - таблицы описания полей [1]. В них сосредоточена реальная информация о плодородии, истории смены выращиваемых культур, содержанием почвы и ее структуре. Именно эти данные составляют основу планирования посадки кормовых культур. Их ведение - важная задача для агрономической службы хозяйства.

В данном вопросе установились термины[2], которые будем использовать и в данной работе. Поле – группа участков, используемых для земледелия, имеющих единый севооборот сельскохозяйственных культур и одинаково маркированных на картограммах хозяйства. Контур поля – линия границ поля. Кроме контуров полей важной информацией для базы данных являются и сведения о структуре и характеристиках почвы. Шаг за шагом формируется довольно большое количество показателей, которые вносятся в строки таблицы полей базы данных хозяйства. Для решения задач необходимо накапливать сведения о севообороте, возделываемых культурах и их урожайности, усредненных значениях содержания в почве питательных веществ и т.д. для каждого поля.

История полей привязывается к году планирования урожая. Прошедшие год начинаются с обработки стерни и заканчиваются моментом вывоза урожая с поля. История содержит кольцо лет, размер которого равен наиболее длительному севообороту плюс планируемый, и стек, длительность которого выбирается исходя из возможных ошибок при составлении плана и необходимости перепланирования. Проще всего величину стека принять равным величине кольца. Стек заполняется автоматически при фиксации данных, как запланированных. Запланированные данные помещаются в кольцо, вытесняемые помещаются в стек, указатели кольца и стека автоматически смещаются. Самые дальние данные в стеке теряются. Кольцо автоматически вращается. Каждая ячейка кольца стека содержит год записи, индекс культуры, планируемую и фактическую урожайность. При планировании, фактическая урожайность текущего года может отсутствовать (урожай не убран). Специалист работает только с фактической урожайностью текущего года, приравнивая ее к планируемому и данными по планируемому году. Остальные сведения смещаются автоматически при смене индекса планируемого. Планирование осуществляется