

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-2.6>

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕТОДА ИНФРАКРАСНОЙ ЭХО-ИМПУЛЬСНОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ**

**Рагулин С. В.**

*кандидат технических наук,  
заведующий кафедрой авиационной техники  
Летной академии*

*Национального авиационного университета*

**Ушаков В. В.**

*старший преподаватель кафедры авиационной техники  
Летной академии*

*Национального авиационного университета*

**Шарабайко А. Н.**

*кандидат технических наук,  
Летной академии*

*Национального авиационного университета*

*г. Кропивницкий, Кировоградская область, Украина*

Проведение экспериментов с целью подтверждения и уточнения эксплуатационных характеристик метода инфракрасной эхо-импульсной дефектоскопии [1], требует построения автоматизированного измерительного комплекса, который обеспечивал бы сбор экспериментальных данных, их предварительную обработку и отображение в удобной для оператора форме. Кроме того, необходимо обеспечить автоматизированное управление используемым при проведении экспериментов лабораторным стендом.

Современная номенклатура готовых измерительных устройств и отдельных электронных компонентов дает возможность создания такого автоматизированного комплекса. Однако это требует высокой инженерно-технической квалификации разработчиков, а также значительной затраты материальных ресурсов и времени. Готовые же универсальные измерительные платформы недостаточно гибки, дорогостоящи и требуют для своего размещения значительных площадей, а зачастую и специально обученного персонала.

Перечисленным выше требованиям к аппаратной платформе наиболее полно, на наш взгляд, отвечает платформа Arduino. Arduino –

открытая электронная платформа, отличающаяся простотой в использовании, универсальностью и относительной дешевизной по сравнению с ее аналогами. Открытое программное обеспечение и архитектура данной платформы дает возможность использовать ее для приема и передачи аналоговых и цифровых сигналов, преобразования сигналов при помощи встроенных цифро-аналоговых (ЦАП) и аналого-цифровых (АЦП) преобразователей, управления различными устройствами и обмена данными с компьютером при помощи различных интерфейсов. Более подробно структура и интерфейс данной платформы описаны в [2, 3].

В рамках разработки метода инфракрасной эхо-импульсной дефектоскопии создано экспериментальное устройство отработки метода и лабораторный стенд для проведения неразрушающего контроля стеклопластиков данным методом.

Задачи автоматизированного измерительного комплекса в рамках исследований метода инфракрасной эхо-импульсной дефектоскопии с использованием лабораторного стенда сводятся к следующему:

1. Управление лабораторным стендом, в частности обеспечение перемещения исследуемого образца вдоль измерительной головки с точностью не хуже  $\pm 0,1$  мм, надежную фиксацию подвижной платформы в любой момент при проведении контроля и возврат ее в исходную точку, принятую за «0» координат по командам с пульта управления стендом либо с персонального компьютера.

2. Прием, обработка, сохранение и передача на компьютер диагностического сигнала от инфракрасного эхо-импульсного дефектоскопа. Данная задача разделяется на несколько составляющих, а именно: прием и преобразование аналогового сигнала в цифровой, вычисление среднего уровня диагностического сигнала с целью фильтрации посторонних шумов, сохранение и передача уровня диагностического сигнала с привязкой к текущей координате по длине исследуемого образца, выдача полученного пакета данных на персональный компьютер.

При разработке системы управления лабораторным стендом учтены следующие требования:

1. Возможность контроля образцов материалов различных линейных размеров.

2. Автоматический останов подвижной платформы при достижении ею крайних положений при любом режиме работы стенда.

3. Возможность задания начальной точки перемещения подвижной платформы в любом месте в пределах диапазона перемещения

платформы с обеспечением последующего автоматического возврата платформы в начальную точку.

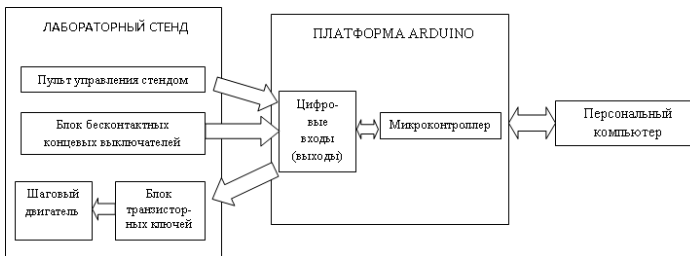
4. Возможность задания скорости перемещения подвижной платформы.

5. Обеспечения двойного управления работой станда (с пульта управления и непосредственно с персонального компьютера).

6. Обеспечение защиты от подачи некорректных команд станду.

Для управления шаговым двигателем использован подключаемый программный модуль Stepper (разработчик RyanOrendorff). Пульт управления стандом представляет собой клавиатуру состоящую из 8 кнопок, также подключенных непосредственно к цифровым входам модуля Arduino UNO.

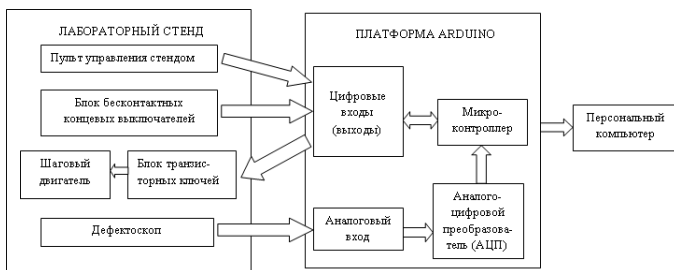
Для обеспечения связи с персональным компьютером используется интерфейс параллельного порта Arduino IDE. При помощи данного интерфейса обеспечена возможность выдачи станду перечисленных выше команд, а также задания текущей длины исследуемого образца. Блок-схема управления лабораторным стандом приведена на рис. 1.



**Рис. 1. Блок-схема управления лабораторным стандом**

Особенностью созданного экспериментального устройства обработки метода инфракрасной эхо-импульсной дефектоскопии является то обстоятельство, что диагностическая информация выдаваемая устройством представляет собой аналоговый сигнал, а именно напряжение постоянного тока изменяющееся в диапазоне от 0,1 В до 4,9 В. Таким образом для приема и последующей обработки диагностического сигнала необходимо преобразовать его в цифровую форму. Встроенный в платформу Arduino аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с 10-битным разрешением и базовой скоростью опроса аналогового входа с частотой 500 Гц позволяет выполнять данную задачу с достаточной точностью.

Блок-схема работы лабораторного стенда совместно с платформой Arduino в режиме обработки и передачи экспериментальных данных приведена на рис.2.



**Рис. 2. Блок-схема работы системы в режиме обработки и передачи данных**

Программный код приема, обработки и передачи данных реализован в бесконечном цикле «loop» скетча Arduino [2].

Для предварительной фильтрации диагностического сигнала производится вычисление среднего значения сигнала за 10 последних измерений. Полученные значения записываются в динамический массив в оперативной памяти платформы Arduino, который впоследствии передается на персональный компьютер и обрабатывается при помощи интерфейса PLX-DAQ, что дает возможность представления диагностической информации в табличной и графической форме, а также сохранения файла данных.

**Выводы.**

Использование платформы Arduino при создании автоматизированного измерительного комплекса в рамках исследования метода инфракрасной эхо-импульсной дефектоскопии позволяет решить задачи управления лабораторным оборудованием а также обработки и передачи экспериментальных данных с минимальными затратами материальных ресурсов и времени. Существенным преимуществом применения платформы Arduino является также простота окончательного монтажа оборудования.

Продемонстрирована возможность осуществления двойного управления лабораторным оборудованием, разработаны алгоритмы управления оборудованием и обработки экспериментальных данных с обеспечением необходимой точности.

### **Литература:**

1. Pusyryov. O.L. Development of Airframe Design Elements Control Technique under Operational Conditions / O.L. Pusyryov, V.O. Volkogon, O.M. Alekseev, V.V. Ushakov – Electronics and control systems, № 4 (50), 2016. С. 46–49.
2. Пономаренко В.И. Использование платформы Arduino в измерениях и физическом эксперименте/ В.И. Пономаренко, А.С. Караваев – Изв. вузов «ПНД», т. 22, № 4, 2014. С. 77–90.
3. Омельченко Е.Я. Краткий обзор и перспективы применения микропроцессорной платформы Arduino / Е.Я. Омельченко, В.О. Ганич, А.С. Маклаков, Е.А. Карякина – «Электротехнические системы и комплексы», № 21, 2013. С. 28–33.
4. Протасов А.Г. Универсальное устройство для сбора данных с аналоговых и цифровых преобразователей / А.Г. Протасов, А.С. Корогод, Е.Ф. Суслов – Вестник НТУУ «КПИ». Серия Приборостроение. – 2015. – Вып. 49(1). С. 145–152.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-2.7>

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ**

**Самойленко Ю. О.**

*кандидат технічних наук,  
доцент кафедри автоматизації  
та комп'ютерних технологій систем управління  
Національного університету харчових технологій*

**Савчук О. В.**

*кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри електропостачання  
імені професора В. М. Синькова  
Національного університету біоресурсів  
і природокористування України  
м. Київ, Україна*

Сучасна теорія управління застосовується до широкого класу об'єктів, для яких розробляються системи автоматизації з властиво-