

## ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ»

**Исаев А.В., Кривицкий П.Г., Голубев А.А., Безлюдов А.А.**  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Целью современного образования является не только предоставление знаний, но и обучение навыкам их эффективного профессионального применения, включая, помощь в преодолении у будущих специалистов определенных страхов и предубеждений в освоении некоторых, достаточно сложных и специфических областей техники и технологий. Такой областью является, например, программируемая электроника, совмещающая в себе цифровую электронную технику и технологии ее программирования. Разрабатываемый электронный комплекс должен помочь в решении этих задач.

Для этого комплекс должен выполнять две, в какой-то мере противоположных, задачи. Первой и основной целью разработки является построение системы, имеющей максимально широкие возможности для создания законченных устройств при минимальных затратах времени и материальных ресурсов. Вторая цель - это формировать комплекс, работа с которым не требовала максимально глубоких знаний в электронике и программировании.

Конечно, в настоящее время на рынке присутствует большое количество отладочных плат для различных программируемых систем, но все они или очень простые – что-то вроде поморгай светодиодом, или очень узконаправленны в применении. А, следовательно, построить на таких

отладочных платах что-либо законченное очень затруднительно.

Оценив минимальные требования к будущему комплексу, была разработана его структура, которая представлена на рисунке 1.

В качестве управляющего программируемого устройства выбрана плата ARDUINO NANO [1], основанная на достаточно «укомплектованном» микроконтроллере семейства AVR – AtMega328PU [2]. Данный микроконтроллер имеет в своем составе 22 цифровых порта ввода-вывода, 8 линий встроенного, 10-разрядный АЦП, три аппаратных таймера с функцией 8-разрядного ШИМ, развитую систему приоритетных прерываний и полный набор встроенных последовательных интерфейсов. На самой плате находится преобразователь интерфейсом «USB to UART», который совместно с загрузчиком ARDUINO позволяет загружать программы и отслеживать работоспособность системы без применения дополнительных аппаратных средств. Кроме этого, такой подход решал вопрос и электропитания, т.к. система питается от USB-порта.

Дополнительно комплекс разбит на три блока: блок цифрового и аналогового ввода, блок индикации и блок датчиков.

В общем виде лабораторный комплекс получил вид, представленный на рисунке 2.

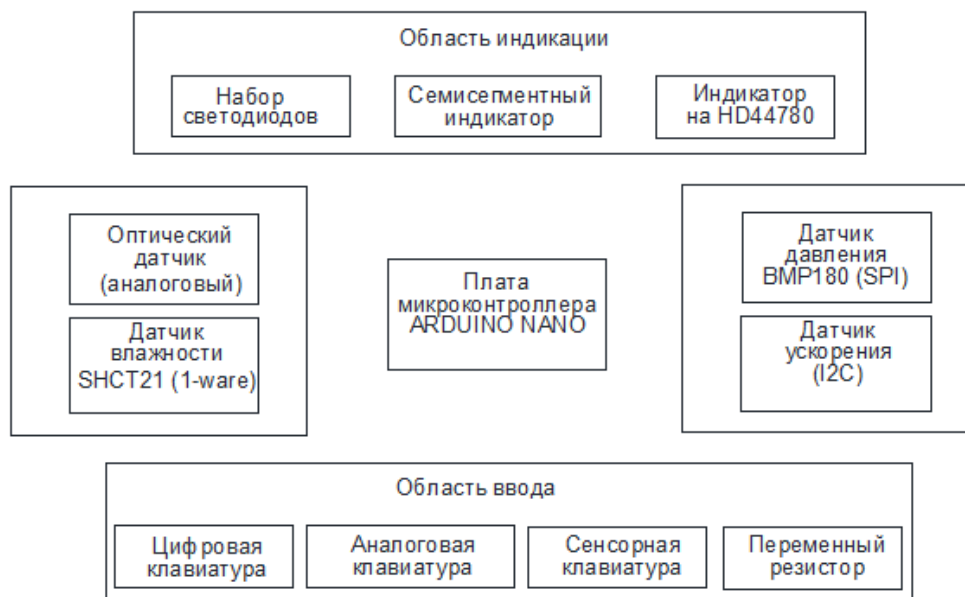


Рисунок 1 – Структура лабораторного комплекса

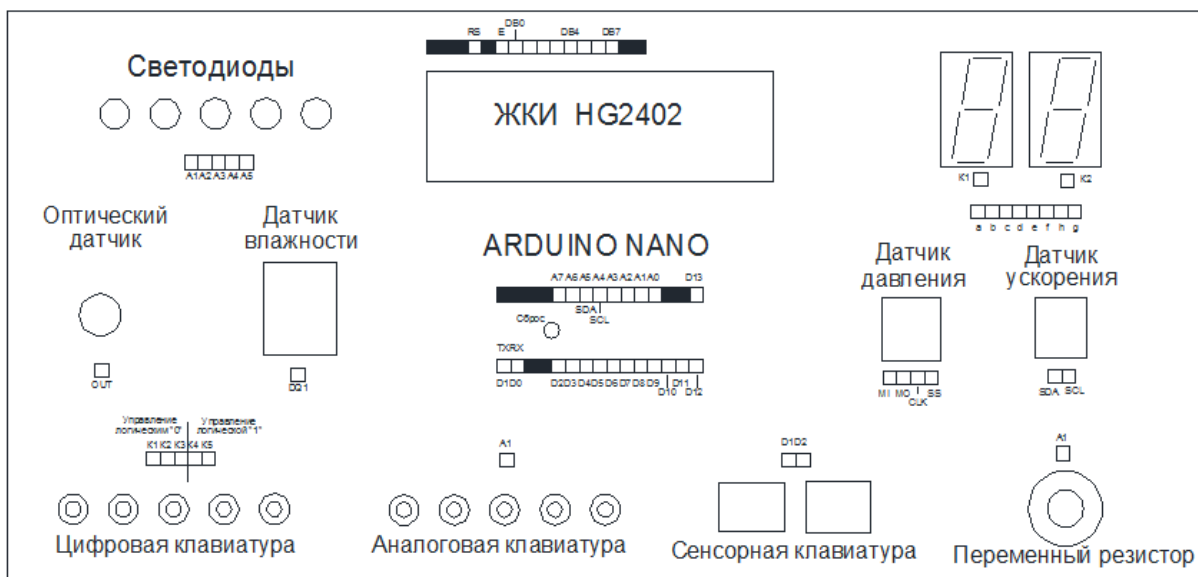


Рисунок 2 – Верхняя рабочая панель лабораторного комплекса

**Блок ввода** позволяет осуществлять ввод информации в микроконтроллер следующими способами:

- с помощью кнопок, коммутируя на выбранные цифровые порты логический «0» (цифровая клавиатура);
- с помощью кнопок, коммутируя на выбранные аналоговые порты определенные уровни напряжений - аналоговая клавиатура;
- посредством изменения внешней времязадающей цепи цифровых портов (сенсорная клавиатура);
- с помощью переменного резистора, выдавая на выбранные аналоговые порты определенные уровни напряжений.

**Блок индикации** позволяет формировать информацию о состоянии системы и включает в себя:

- набор светодиодов, для организации отслеживания работы портов в различных режимах – постоянно включенное состояние, мигающее состояние, вывод ШИМ;
- 2-строчный, 16-символьный ЖКИ на основе контроллера HD44780;
- набор из двух семисегментных светодиодных индикаторов с общим катодом.

**Блок датчиков** содержит набор цифровых схем различного назначения с различным типом представления информации – аналоговый вывод, посредством стандартных интерфейсов I2C, SPI,

1-Wire.

Для дополнительной защиты лабораторного комплекса здесь была реализована система независимого питания, т.е. питание на все элементы системы подается неявно, что не дает возможность учащимся по незнанию или не опытности вывести их из строя.

Следует отметить, что такое построение системы является «открытым» для подключения к микроконтроллеру любых других устройств (микросхем), а также допускает использование различных процессорных плат в зависимости от специфики конкретных решаемых задач. Это позволяет, кроме непосредственно выполнения комплекса лабораторных работ, реализовывать различного типа системы в рамках курсового проектирования путем добавления в систему дополнительных внешних управляющих устройств, таких как шаговых двигателей, TFT-экранов, различного типа беспроводных передатчиков и др.

1. Техническая документация // электронный ресурс <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardNano>.
2. Техническая документация: ATmega328 // электронный ресурс [http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P\\_datasheet.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_datasheet.pdf).