

УДК [378.016:621.38]:378.162.3

Бояринцев А. И., Хабибуллин Р. А., Хохлов К. О.

**ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ ПО КУРСУ
«ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНИКА ФИЗИЧЕСКИХ
УСТАНОВОК»**

Александр Игоревич Бояринцев

ассистент

boyarincev.alex@gmail.com

Руслан Айдарович Хабибуллин

студент

ra_habibullin@mail.ru

Константин Олегович Хохлов

к.ф.-м.н., доцент

k.o.khokhlov@urfu.ru

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»,

Россия, г. Екатеринбург

**PLATFORM FOR LABORATORY STANDS FOR THE COURSE
"MEASURING METHODS AND TECHNIQUES OF PHYSICAL
INSTALLATIONS"**

Alexander Igorevich Boyarintsev

Ruslan Aidarovich Khabibullin

Konstantin Olegovich Khokhlov

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural

Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin»

Аннотация. В статье рассматривается разработка платформы для лабораторных стендов, предназначенных для проведения лабораторных работ по курсу «Измерительные методы и техника физических установок».

Платформа предусматривает подключения датчиков с аналоговыми и цифровыми выходными сигналами, индикацию, органы управления, а также питание подключаемых устройств.

***Abstract.** The article discusses the development of a platform for laboratory stands designed for laboratory work on the course "Measuring methods and techniques of physical installations". The platform provides for connection of sensors with analog and digital output signals, indication, controls and power supply of connected devices.*

***Ключевые слова:** датчик; микроконтроллер; нагреватель; аналого-цифровой-преобразователь; цифро-аналоговый преобразователь; интерфейс.*

***Keywords:** sensor; microcontroller; heater; analog-to-digital converter; digital-to-analog converter; interface.*

Введение

На кафедре экспериментальной физики (ЭФ) Физико-технологического института студенты проходят обучение по курсу «Измерительные методы и техника физических установок». Данный курс является новым и требует создания приборной базы для проведения лабораторного практикума. В настоящее время разработано и частично изготовлено несколько лабораторных стендов для обеспечения данного практикума [1]. Разработка универсальной платформы является актуальной задачей, т. к. благодаря ей в ходе лабораторных работ студенты смогут глубже погрузиться в курс и познакомиться с различными датчиками и измерительными модулями. Кроме того, студентам наглядно демонстрируется, каким образом информацию о состоянии физических объектов (температура, давление, влажность и пр.) можно преобразовать в цифровой вид для последующей обработки.

Структурная схема платформы

К платформе были предъявлены следующие основные технические требования:

- входное напряжение питания — постоянное, +12 В;

- выходное напряжение — постоянное, стабилизированное, +9 В, +5 В, +3,3 В, источник опорного напряжения;
- в качестве управляющего устройства выбрать микроконтроллер (МК) серии STM32;
- обеспечить подключение датчиков с помощью интерфейсов I2C, SPI, USART;
- предусмотреть разъемы для подключения датчиков к аналогово-цифровому преобразователю (АЦП), интерфейсу ввода/вывода общего назначения (GPIO), таймеру с возможностью широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), цифро-аналоговому преобразователю (ЦАП) микроконтроллера.

Лабораторный стенд на базе разработанной платформы состоит из нескольких блоков, структурная схема представлена на рисунке 1.

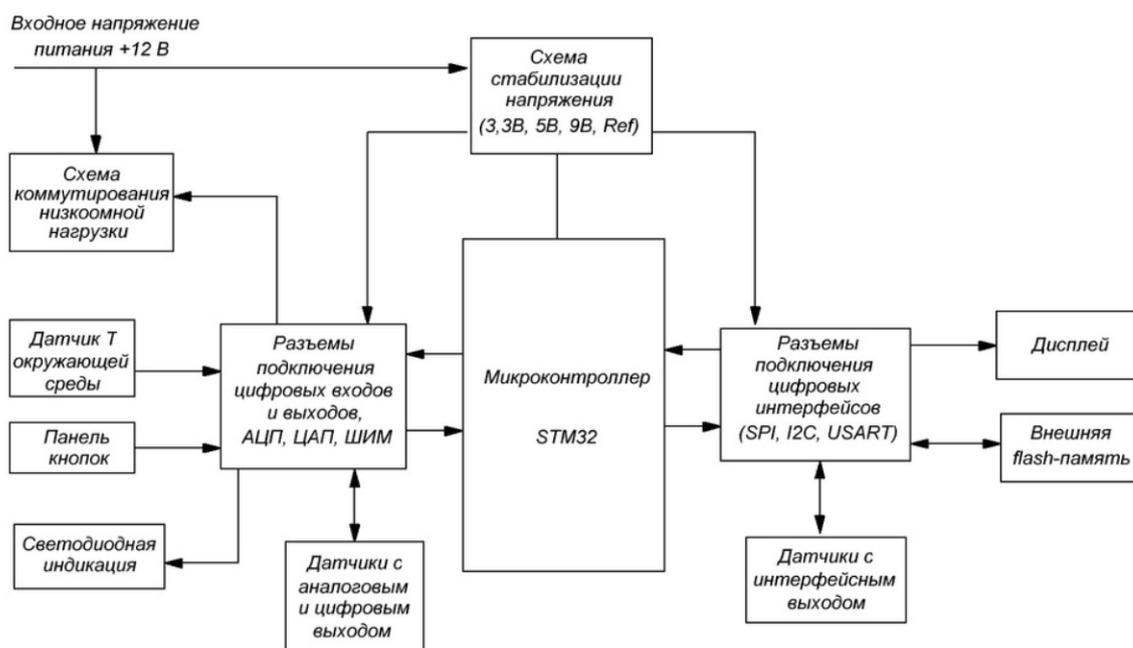


Рисунок 1 — Структурная схема устройства

Ниже приведено краткое описание каждого блока:

- 1) плата с микроконтроллером — является главным управляющим элементом стенда;
- 2) схема стабилизации напряжения (+3,3 В, +5 В, +9 В, источник опорного напряжения (Ref)) — служит для обеспечения питания микроконтроллера, схем периферии и датчиков;

3) разъемы подключения цифровых интерфейсов (SPI, I2C, USART) применяются для удобства подключения различных схем датчиков и периферии;

4) разъемы подключения цифровых входов и выходов АЦП, ЦАП, ШИМ — применяется для удобства подключения датчиков и модулей к соответствующим выводам микроконтроллера;

5) дисплей — индикатор, предназначенный для отображения состояния датчиков и измеряемых данных, например, температуры, напряжения, давления и т. д.;

6) внешняя flash-память — служит для решения различных задач, например, для сохранения на продолжении длительного времени показаний датчиков. Кроме того, использование устройства полезно для получения студентами практических навыков работы с внешней памятью;

7) светодиодная индикация — служит для получения студентами практических навыков работы с портами ввода/вывода общего назначения, а также для индикации работы устройства;

8) панель кнопок — применяется как устройство ввода и служит для задания режимов работы платформы;

9) датчик температуры окружающей среды — используется для измерения температуры окружающей среды;

10) схема коммутирования низкоомной нагрузки — нагрузка в схеме обеспечивает возможность использования компонентов, потребляющих большой ток. Например, нагреватель или элемент Пельтье, для проведения температурных измерений в более широком диапазоне.

11) подключаемые датчики — устройства, содержащие один или несколько первичных измерительных преобразователей. В зависимости от типа входов/выходов схемы датчиков, они подключаются либо к разъемам цифровых интерфейсов, либо к разъемам цифровых и аналоговых входов/выходов.

Выбор элементов платформы

При подборе компонентов необходимо также учесть принципы экономичности и компактности будущего устройства.

1. Управляющее устройство.

В качестве управляющего устройства была выбрана плата STM32F401 на основе МК STM32F401CCU6. Основные характеристики микроконтроллера приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Характеристики МК STM32F401 [2]

Частота работы, МГц	84
ПЗУ, Кбайт	256
ОЗУ, Кбайт	64
Ядро процессора	ARM 32 Cortex-M4

Линейка STM32F401 сочетает высокопроизводительный процессор ARM Cortex-M4, позволяющий легко производить цифровую обработку данных, и оптимизированный набор наиболее часто применяемой периферии. Это позволяет с одной стороны — сохранить производительность, а с другой — получить уникальные параметры потребления: даже при рабочей частоте 84 МГц в режиме «Dynamic RUN» потребляемый ток не превышает 12 мА [2].

Помимо микроконтроллера, плата включает в себя:

- коннектор USB Type C;
- коннектор SWD интерфейса для прошивки микроконтроллера;
- стабилизатор напряжения +3,3 В, питающий микроконтроллер;
- два светодиода разных цветов;
- две кнопки, одна из которых RESET для перезагрузки МК;
- два кварцевых резонатора, с частотой 25 МГц и 32,768 кГц;

2. Схема питания.

Для питания различных блоков платформы требуются напряжения в +9, +5 и +3,3 В. В первом случае применен импульсный стабилизатор LM2595 с высоким коэффициентом полезного действия [3], в остальных — линейные стабилизаторы LM7805 и LM7833 соответственно.

Также необходимо обеспечить источник опорного напряжения +2,5 ... 3 В, который необходим для подключения некоторых датчиков, особо чувствительных к напряжению питания. Выбран ADR441BRZ [4].

3. Внешняя flash-память.

Так как встроенное ПЗУ имеет сравнительно небольшой объем постоянной памяти, для решения различных задач, например, для сохранения на протяжении длительного времени показаний датчиков, необходимо подключение устройства внешней памяти.

Для этих целей выбрана flash-память AT45DB161E-SHD. Объем памяти составляет 16 Мбит. Преимуществом данной модели также является возможность подключения ее через интерфейс SPI [5].

4. Датчик температуры окружающей среды.

Кроме подключения внешних датчиков, в платформу был интегрирован датчик температуры для измерения температуры окружающей среды. Знание температуры окружающей среды необходимо для точных температурных измерений, измерения давления или влажности.

Для получения студентами практических навыков работы с АЦП, был выбран датчик температуры с аналоговым выходом TMP36. Диапазон измеряемых температур -40...+125 °С и точность измерения 1 °С [6].

5. Индикация и управление.

Для визуального представления информации в устройстве необходимо предусмотреть LCD-дисплей. Для этих целей выбран дисплей WH1602B-YUN-СТК [7], содержащий 2 строки по 16 символов каждая — этого достаточно в рамках выполнения студентами лабораторных работ. Напряжение питания дисплея +5 В. К дисплею подключается расширитель цифровых входов/выходов для вывода информации с помощью интерфейса I2C. Габаритные размеры дисплея 80×35×11 мм.

Для получения студентами практических навыков работы с ШИМ, в качестве индикаторов были выбраны адресные светодиоды WS2812. Внутри корпуса расположен RGB-светодиод с чипом управления [8].

Чип управления регулирует не только «зажигание» одного из светодиодов, но и интенсивность их свечения, за счет чего возможность цветовых вариаций значительно увеличивается.

Особенность управления таким светодиодом заключается в том, что информационный сигнал поступает от МК на первый светодиод по одному управляющему проводу. Далее первый светодиод передает информацию второму, а второй аналогично третьему. За счет применения такого алгоритма пропадает необходимость отдельного подключения к плате МК каждого из светодиодов по отдельности.

В целях сохранения компактных размеров устройства, в качестве устройства ввода была выбрана простейшая матричная клавиатура 4×1.

Рекомендуемый порядок работы:

1. Изучить принципиальную электрическую схему платформы.
2. Изучить схему подключения выбранного датчика, его интерфейс взаимодействия и физический принцип измерения.
3. Подключить датчик к необходимым разъемам.
4. Инициализировать необходимую для подключения датчиков периферию микроконтроллера, сконфигурировать общие настройки МК (тактовая частота, тактирование периферии).
5. Считать и обработать сигнал с датчика, вывести измеренную величину на дисплей или индикатор.
6. Измерить передаточную характеристику датчика (если это возможно).
7. Записать данные измерения во внешнюю флэш память, либо передать на персональный компьютер.

Заключение

В результате работы разработана платформа для лабораторных стендов по курсу «Измерительные методы и техника физических установок». Изучена современная элементная база для выбора современных и сравнительно недорогих компонентов.

Преимуществами разработки является удобство в эксплуатации за счет подключения модулей через штекерные соединители. В случае неработоспособности какого-либо из модулей, его можно легко заменить или отремонтировать. В случае, если потребуются расширение функционала, к платформе можно легко подключить новые модули. Универсальность платформы заключается также в том, что ее можно использовать для выполнения лабораторных работ и практических занятий в других учебных курсах кафедры ЭФ, таких как «Информационная техника», «Микропроцессорные устройства», «Узлы и элементы биотехнических систем», а также на приборостроительных специальностях других кафедр Физико-технологического института.

Список литературы

1. *Лабораторный* практикум для температурных измерений / Н. Н. Исаков, Д. С. Федоров, А. И. Бояринцев, К. О. Хохлов. Текст: непосредственный // Наука. Информатизация. Технологии. Образование: материалы XIV международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 1–5 марта 2021 г. Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2021. С. 331–338.
2. *STMicroelectronics* STM32F401CCU6 Datasheet. Текст: электронный // Octopart. URL: <https://octopart.com/datasheet/stm32f401ccu6-stmicroelectronics-30038915>.
3. *LM2595* Datasheet. Текст: электронный // Alldatasheet. URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/932713/TI1/LM2595.html>.
4. *ADR441BRZ* Datasheet. Текст: электронный // Alldatasheet. URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/166442/AD/ADR441BRZ.html>.
5. *AT45DB161E-SHD* Datasheet. Текст: электронный // Alldatasheet. URL: <https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=AT45DB161E-SHDB.html>.
6. *TMP36* Datasheet. Текст: электронный // Alldatasheet. URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/49108/AD/TMP36.html>.

7. *WH1602B* Datasheet. Текст: электронный // Winstar Display. URL: <https://www.winstar.com.tw/ru/products/character-lcd-display-module/lcd-display-16x2.html>.

8. *WS2812* Datasheet. Текст: электронный // Alldatasheet. URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/553088/ETC2/WS2812.html>.

УДК 371.32:004.738.1

Гиматдинова Г. Н.

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ САЙТ КАК СОВРЕМЕННЫЙ
ДИДАКТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ ПЕДАГОГА**

Галия Нурулловна Гиматдинова

учитель

frenchwomen_2014@mail.ru

МАОУ «Средняя школа № 150 им. Героя Советского Союза В.С. Молокова»,

Россия, Красноярск

**EDUCATIONAL WEBSITE AS A MODERN DIDACTIC TOOL
OF A TEACHER**

Galiya Nurullova Gimatdinova

учитель

frenchwomen_2014@mail.ru

Secondary School № 150 named after Hero of the Soviet Union V.S. Molokov,

Russia, Krasnoyarsk

Аннотация. Дистанционные образовательные технологии в учебном процессе получили широкое распространение в школьной системе. В связи с этим возникла необходимость подбора цифровых инструментов для решения дидактических задач. Одним из таких инструментов может стать об-