

А. Н. Большаков, С. С. Коничев – студенты кафедры военно-воздушных сил

А. А. Бакланов – научный руководитель

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМАТА ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ АПД-99

В настоящее время на предприятиях военно-промышленного комплекса остро стоит проблема модернизации и замены устаревшего контрольно-проверочного оборудования.

Предлагается модернизация пульта проверки автомата запуска двигателя пятой серии (далее АПД-99). АПД-99 представляет собой блок реле и блок временных устройств, задающих интервалы времени согласно режимам работы. Это устройство обеспечивает корректный запуск силовой установки самолетов Су-27 и его модификаций. Проверка автомата запуска двигателя производится при каждом плановом ремонте и диагностике летательного аппарата на заводах изготовителях и авиаремонтных заводах.

Установка, которая используется предприятием для проверки АПД-99, состоит из трех блоков:

- блока переключателей, задающего режимы работы АПД-99;
- блока секундомеров, отвечающего за измерение временных интервалов;
- источника постоянного напряжения, обеспечивающего постоянное напряжение 27 В для работы установки и АПД-99.

Данная установка имеет недостатки:

- значительный объем ручных операций;
- значительные массогабаритные характеристики;
- погрешность используемых аналоговых приборов;
- необходимость ручного документирования.

Разработанная в ГУАП, с учетом перечисленных недостатков, автоматизированная установка для проверки работоспособности автомата запуска двигателя АПД-99 представлена на рис. 1 и состоит из:

- устройства управления сигналами (УУС), выполненного на микроконтроллере *ATmega16* и ПЛИС;
- ключей коммутации;
- делителей напряжения;
- схемы защиты программируемой интегральной логической схемы (ПЛИС).

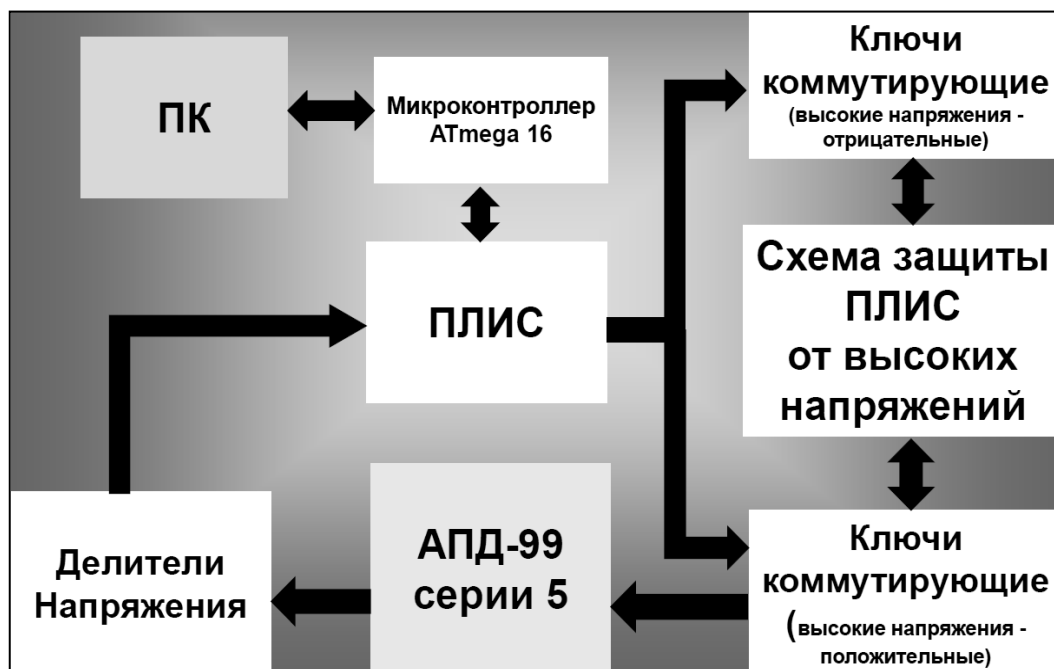


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной установки для проверки АПД-99

УУС – основной элемент автоматизированной установки – подает сигналы управления и анализирует принятые. С помощью ПК по интерфейсу SPI, производится ввод алгоритма работы и автоматическое документирование результатов проверки АПД-99. Управляющий сигнал поступает на ключи, коммутирующие напряжение постоянного тока бортовой сети летательного аппарата. Сигнал с ключей поступает на схему защиты и на вход проверяемого АПД-99. Схема защиты предназначена для предотвращения повреждения ПЛИС напряжениями самоиндукции, возникающими при отключении обмоток реле АПД-99. Напряжение с выхода АПД-99 понижается на делителях напряжения и поступает на УУС для дальнейшего анализа и отображения на ПК.

Любая сложная система должна включать в себя систему контроля и диагностирования. Существуют различные методы контроля и диагностирования. Для контроля функционирования автоматизированной установки была разработана функциональная система контроля ее работоспособности (ФСР), которая перед подключением к АПД-99 позволяет повторить алгоритм его проверки, и формирует при этом рабочие сигналы. Система ФСР была реализована в симуляторе АПД. В симуляторе используются реле аналогичные применяемым в АПД-99, а блок временных задержек реализуется с помощью микроконтроллера *ATmega16*. Однако система ФСР не позволяет определить место неисправности. Для повышения ремонтпригодности автоматизированной установки была разработана схема устройства технического диагностирования. Она состоит из: каскада регистров сдвига, выполняющего функцию параллельно-последовательного преобразователя; микроконтроллера; преобразователя интерфейсов UART-USB. Микроконтроллер производит управление каскадом регистров сдвига, а так же формирует информационные пакеты о неисправном участке цепи и отправляет их по UART в ПК. Преобразователь интерфейсов дает возможность передать информацию на ПК по каналу USB. На ПК отображается место неисправности.

На рис. 2 представлена принципиальная схема устройства. На ней имеются следующие элементы:

- два разъема, для коммутации устройства диагностирования со схемой ПЛИС (вход и выход);
- каскад регистров сдвига, выполненный на 8 микросхемах 74НС165;
- микроконтроллер *ATmega8*;
- преобразователь интерфейса UART-USB, выполненный на микросхеме *FT232RL*.

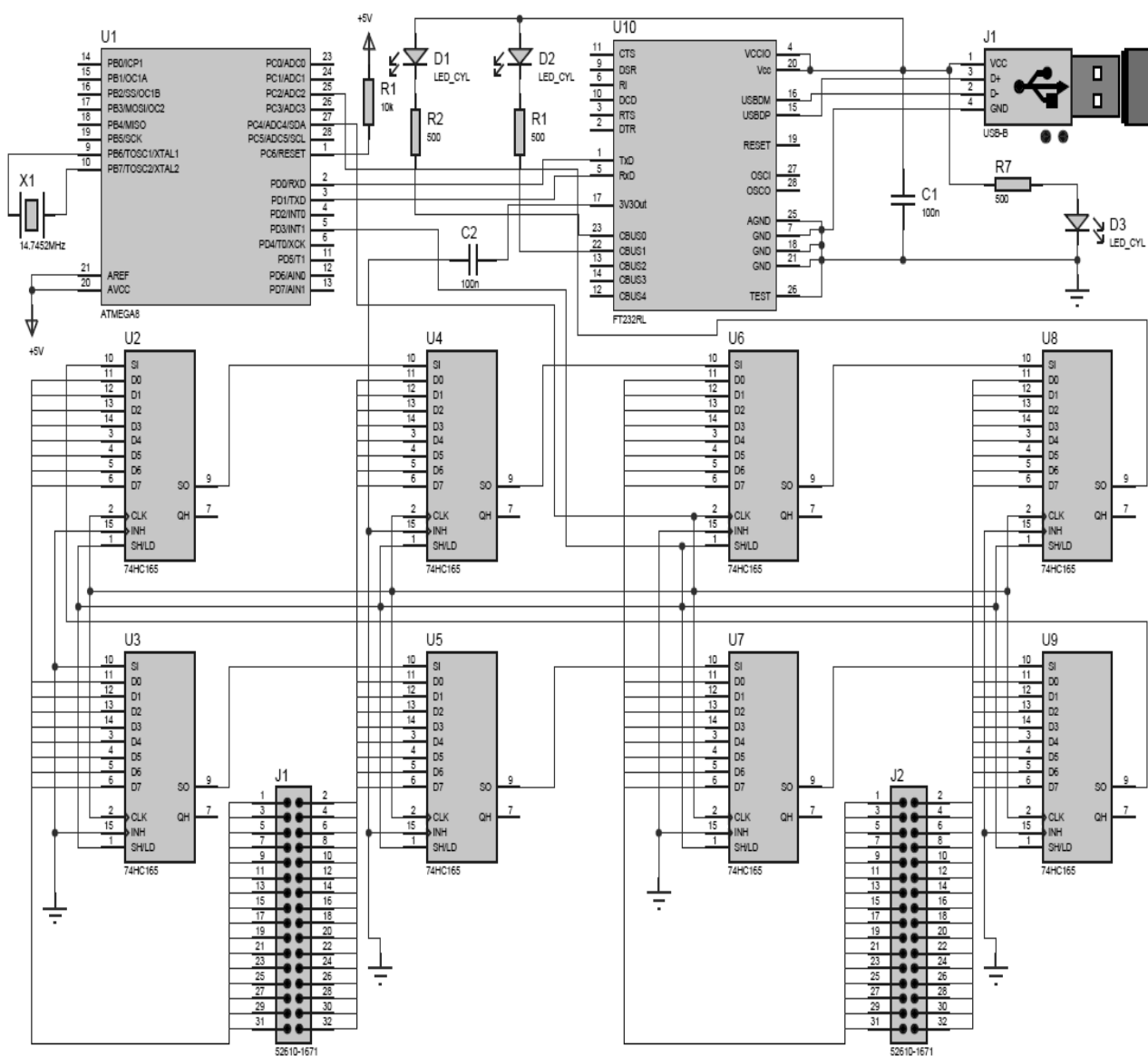


Рис. 2. Принципиальная схема устройства диагностирования

Работа схемы заключается в следующем. Микроконтроллер подает сигнал на *SD/LD* (так называемую «защёлку», которая «не пускает» загруженные биты на выход раньше времени, что соответствует отключению последовательной передачи). После чего через *CLK* (тактовый вход) подается сигнал тактовой частоты, и происходит передача кода на *SO* (последовательный вывод). С *SO* сигнал подается на *SI* (последовательный вход) следующего сдвигового регистра. Далее микроконтроллер принимает последовательный код с *SO* последнего сдвигового регистра и, обработав, передает его по UART. Преобразователь интерфейсов преобразует UART в USB и отправляет на ПК.