

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНДИКАТОРА МАЛЫХ ВЫСОТ ДЛЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Маленьких Е.С., Мительман Ю.Е.

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

elena.malenkikh@urfu.me, y.e.mitelman@urfu.ru

Аннотация. Объектом разработки является схема управления индикатора высоты А–053–4. В процессе разработки, с учётом требований технического задания, в известной электрической принципиальной схеме прототипа были выполнены доработки, включая замену микроконтроллера 1886BE2У на микроконтроллер 1887BE7Т с другими цепями генерации тактового сигнала и замену энкодера на два потенциометра СП5-21В-6,8 кОм $\pm 5\%$.

Ключевые слова: радиовысотомер, индикатор высоты, схема управления, механизм задатчика, потенциометр, микроконтроллер.

MODERNIZATION OF THE LOW ALTITUDE INDICATOR FOR THE AIRCRAFT

Malenkih E.S., Mitelman Y.E.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Abstract. The object of the development is the control circuit of the height indicator А–053–4. During the development process, taking into account the requirements of the technical specification, improvements were made in the well-known electrical schematic diagram of the prototype, including the replacement of the 1886VE2U microcontroller with the 1887VE7T microcontroller with other clock signal generation circuits and the replacement of the encoder with two SP5-21V-6.8 kOhm $\pm 5\%$ potentiometers.

Keywords: radioaltimeter, altitude indicator, control circuit, setpoint mechanism, potentiometer, microcontroller.

1. Введение

С развитием авиации постоянно повышаются требования к системам навигации и управления. Особое внимание среди средств управления навигации уделяется радиотехническим системам. Одним из таких устройств является радиовысотомер (далее по тексту РВ). Его главное предназначение – измерение истинной высоты полёта летательного аппарата. Именно от измерения высоты летательного аппарата относительно любой отражающей земной (или аналогичной) поверхности в любое время года и суток зависит безопасность таких полётов [1]. Индикатор высоты (далее по тексту ИВ), входящий в состав РВ, единственное устройство, показывающее пилоту истинную высоту полета ЛА и предупреждающее об опасной высоте с помощью звуковых и световых сигналов.

В данной работе описана разработка схемы управления ИВ А–053–4 с модернизированным механизмом задатчика. Механизм задатчика является составной частью ИВ, который входит в состав РВ А–053 [1], [2].

2. Основная часть

В предыдущей версии ИВ был установлен микроконтроллер 1886BE2У, который сейчас недоступен для заказа в России. Замена микроконтроллера 1886BE2У предполагает доступность приобретения, схожесть по функционалу, а также наличие в перечне разрешенных элементов [3]. Подходящими по всем требованиям являются микросхемы серийного производства 1887BE7Т и 1921BK035.

Согласно руководству пользователя [4] микроконтроллер 1887BE7Т работает от напряжения 5 В, микроконтроллер 1921BK035 от напряжения 3,3 В и не допускает входное напряжение в портах ввода-вывода более 3,3 В [5]. В существующей схеме используется источник с напряжением питания 5 В согласно спецификации [6]. Технологически простым решением для сохранения возможности питания от имеющегося источника будет замена 1886BE2У на 1887BE7Т.

Кроме того, в схеме потребуется 46 линий портов ввода-вывода, а у микроконтроллера 1921BK035 их 32. У микроконтроллера 1887BE7T их 53 линии портов ввода-вывода, таким образом, появляется возможность дальнейшей модернизации устройства из-за оставшихся портов ввода-вывода.

На рисунке 1 изображена часть функциональной схемы ИВ, содержащая механизм задатчика.

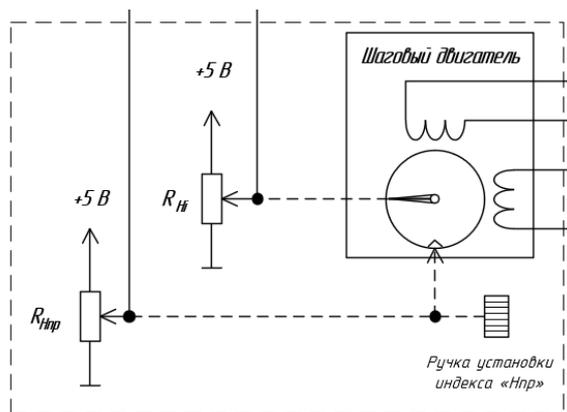


Рисунок 1 – Механизм задатчика

Механизм задатчика содержит обратную связь (далее по тексту ОС) по положению индекса и стрелки. В качестве датчиков углового положения стрелки и установки опасной высоты ранее использовались магнитные энкодеры [7], в модернизированном механизме будут использоваться потенциометры СП5-21В-6,8 кОм \pm 5 %.

Заданная точность – 2 м. Погрешность установки стрелки \pm 0,9° (один шаг). На большой риске шкалы укладывается три шага по 0,9°. Для первой большой риски (10 м) угол риски от базы равен 30,5°. Таким образом, в 2 метра укладывается 6,7 шагов. Шум АЦП компенсируется гистерезисом, нелинейность АЦП компенсируется калибровкой по большим рискам шкалы.

Проведен расчёт затрат на разработку и изготовление индикатора и составлен ленточный график. Стоимость разработки составляет 54,5 тыс. руб. Стоимость изготовления платы управления ИВ А-053-4 составила 347,5 тыс. руб. После модернизации экономия за счёт замены комплектующих изделий составила 9,7 тыс. руб. За счёт полученной экономии, затраты

на разработку модернизированного ИВ покроятся при реализации изделия в количестве более 30 шт.

Библиографический список

1. Важенин, В.Г. Полунатурное моделирование бортовых радиолокационных систем, работающих по земной поверхности. Учебное пособие. / Н.А. Дядьков, А.С. Боков. – 2015 г. – 207 с.

2. Веницкий, А. С. Автономные радиосистемы: учеб. пособие для вузов/ А.С. Веницкий. – Москва : Радио и связь, 1986 – 336 с.

3. ЭКБ 02–2021. Перечень электронной компонентной базы, разрешенной для применения при разработке, модернизации, производстве и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники. Часть 2 Микросхемы интегральные. Книга 1 (раздел 1, том 1). Москва : ФГУП «МНИ-ИРИП». 2021 – 337 с.

4. Микросхема интегральная 1887BE7T. Руководство пользователя. – Воронеж : АО «НИИЭТ». 2019. – 455 с.

5. Микросхема интегральная 1921BK035. Руководство пользователя. – Воронеж : АО «НИИЭТ». 2018. – 376 с.

6. Спецификация 1886BE2У, К1886BE2У. – Воронеж : АО «НИИЭТ». 2010. – 162 с.

7. Предварительная сертификация. БИС однокристалльного энкодера положения. – Каменск-Уральский : АО УПКБ «Деталь». 2017 – 50 с.