# Техническое задание

# на разработку модуля контроллеров пульта управления РСУ

(рабочее название « » )

## **Цели и сроки выполнения работ**

* 1. Целью разработки является создание электронных модулей контроллеров пульта управления (ПУ) распределенной силовой установки (РСУ) в проекте «Интеграл-РС».
  2. Сроки выполнения работ:

## **НАЗНАЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ**

1. Модуль контроллера ПУ располагается в стойке оператора в непосредственной близости (до 1 м) от сопрягаемых с ним агрегатов: контроллера визуализации (КВ), пульта управления (ПУ), монитора, планшетным устройством в кабине пилота (рис. 1).



Рисунок 1.

Работа МФТИ называется «Разработка и изготовление блока управления РСУ». В соответствии с этой логикой всё то, что поставляет МФТИ называется Блок управления. Стойка оператора – это алюминиевая рама, которую делает СибНИА. В состав Блока управления входят миниПК с монитором и Пульт оператора. Пульт оператора включает в себя кнопки, тумблеры, РУД и микроконтроллер с обвязкой. Вполне можно кнопки, тумблеры, РУД назвать Пультом управления, а МК с обвязкой – КПУ. МиниМК можно назвать КВ. Ниже структурная схема

КВ

(миниПК, питание, CAN)

Монитор

КПУ

(микроконтроллер, обвязка, CAN, питание)

ПУ

(РУД, кнопки, энкодеры, лампочки, тумблеры)

Блок управления РСУ

1. Контроллер визуализации (КВ) и модуль контроллера ПУ (КПУ) должны быть разнесены разнесен в пределах стойки оператора.
2. КВ и КПУ связаны между собой изолированным последовательным интерфейсом, по которому КПУ передает информацию в КВ для отображения. КВ и КПУ имеют две физически независимые линии CAN и могут независимо друг от друга получать всю необходимую информацию о работе РСУ и дублировать друг друга. Возможны два варианта развертывния блока управления:
3. КПУ является ведущим, передает всю информацию в КВ по последовательному интерфейсу, при этом КВ к шинам CAN не подключается;
4. КВ является ведущим, подключается к шинам CAN и получает всю информацию о состоянии органов управления ПУ от КПУ по последовательному интерфейсу.
5. КПУ передает управляющую информацию по шине CAN. КВ принимает информацию для визуализации по шине CAN. КВ имеет возможность передавать управляющую информацию по шине CAN.
6. Вариант в) из п.2.3 является основным в рамках данной работы.
7. Модуль контроллера ПУ (КПУ) предназначен для:

* сканирования состояния органов управления РСУ,
* выработки и передачи по информационным шинам управляющих воздействий на агрегаты РСУ,

1. **ТРЕБОВАНИЯ К** **АППАРАТНОЙ ЧАСТИ КПУ**
   1. КПУ должен содержать следующий набор входных и выходных сигналов.
2. Дискретные изолированные входы для ввода состояний тумблеров и кнопок ПУ, кроме тумблера включения питания РСУ.
3. Дискретные изолированные выходы для управления индикаторными лампами в ПУ.
4. 5 входов для инкрементальных энкодеров; предусмотреть возможность масштабирования ввода таких сигналов до 18 энкодеров без переделки (редизайна) КПУ.
5. 1 вход для ввода положения РУД ( на усмотрение разработчика в зависимости от выбранной модели РУД ).
6. До 8 изолированных входов аналоговых напряжений в диапазоне 0…30 В (пример схемы в приложении).
   1. КПУ должен содержать следующий набор интерфейсов.
      1. Две гальванически изолированные линии CAN (CAN1 и CAN2 ), схема в приложении.
      2. Изолированный последовательный интерфейс на усмотрение разработчика для связи с планшетным устройством пилота.
   2. Питание КПУ – от внешнего источника стабилизированного питания напряжением 12±1 В и током до 3 А. Питание микроконтроллера и его периферии – изолированное, рекомендуется использовать DCDC модульные источники типа TMR1211.
   3. Микроконтроллер – семейства STM32F4xx (рекомендуется STM32F405RGT6 )
   4. Используемые разъемы – типа MicroFit (MOLEX) для подключения сигнальных проводов с ПУ. Для ввода питания 12 В – PicoBlade 0532610271.
   5. Не использовать винтовые клеммные колодки или любые винтовые контактные соединения.
   6. Для конфигурации, например задания сетевых адресов CAN, использовать малогабаритные DIP – переключатели типа SWD-4 или аналогичные. Разрядность сетевого адреса – 6 бит.
   7. Разъем программирования микроконтроллера в соотв с приложением.
   8. Для сокращения номенклатуры компонентов необходимо применять те, что указаны во фрагментах схем.

## **ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ КПУ**

* 1. Корректная работа с сигналами DMX 512.
  2. Работа с шиной CAN.

1. Ведется по двум линиям в соответствии с документом «Протокол информационного взаимодействия по шине CAN между устройствами и агрегатами гибридных силовых установок».
2. Реализовать поддержку отказоустойчивой резервированной шины с переносом трафика, как описано ниже. Для повышения надежности обмена данными по шинам CAN предусмотрено гибкое резервирование шин, суть которого заключается в следующем. КПУ содержит два физически независимых и гальванически изолированных интерфейса CAN (CAN1 и CAN2), которые поддерживаются периферией микроконтроллера, также содержащего два аппаратных канала CAN. Оба канала CAN могут обрабатываться независимо, то есть ядро микроконтроллера может произвольно работать с потоком данных в любом из каналов.

В нормальном режиме одна из шин, CAN2 используется для передачи команд управления двигателями. Шина CAN1 отводится для СЭС. Когда обе шины исправны, модуль управления работает с потоком данных из обеих шин. Поток данных из шины CAN2 также доступен, таким образом, при физической независимости шин CAN1 и CAN2 имеется возможность логически объединять и перераспределять трафик из этих шин. В этом заключается суть решения по резервированию обмена данными с ЭД. В случае отказа шины CAN2 (обрыв, замыкание линии и др.) микроконтроллер КПУ определяет это состояние или получает сигнал аварии от других устройств и задействует шину CAN1, которая должна быть исправна в силу физической независимости обеих шин друг от друга. КПУ посылает в шину CAN1 сообщение об аварии в шине CAN2. По получении этого сообщения, шина CAN1 переходит в режим обеспечения работы ЭД, как одного из самых высокоприоритетных элементов системы, трафик по шине CAN1 сокращается, остаются только сообщения первой категории (см. «Протокол информационного взаимодействия по шине CAN между устройствами и агрегатами гибридных силовых установок») для того, чтобы поместить часть трафика, перенесенного из отказавшей CAN2. Таким образом, управление ЭД не теряется. Механизм резервирования работает аналогично в обратном направлении при отказе шины CAN1. Недостатком такой схемы резервирования является необходимость подключения обеих шин к каждому устройству, охваченному описанным механизмом резервирования, и как следствие, увеличение количества узлов на шине и нагрузки. При количестве узлов, большем 32, понадобится снижение скорости обмена до 100 кбод или еще меньше. При количестве узлов до 15 скорость может поддерживаться как минимум на уровне 500 кбод.

* 1. Работа с Ethernet – на усмотрение разработчика при соблюдении требований п. 6. Возможно задействование неиспользуемых линий для питания планшетного устройства пилота.
  2. Работа с последовательным интерфейсом связи с КВ - на усмотрение разработчика при соблюдении требований п. 6.
  3. Проект на микроконтроллере желательно вести в среде STM Cube IDE.

## **Конструктивные требования**

1. КПУ исполняется в виде модуля на печатной плате и предназначен для монтажа в корпус со степенью защиты не ниже IP44.
2. Размеры КПУ минимально возможные на усмотрение разработчика. Крепежные отверстия расположить произвольно, диаметр крепежных отверстий – 3,2 мм.
3. Минимальное расстояние от края крепежных отверстий до проводников - 5 мм.
4. Переходные отверстия (via) желательно размером 0.3/0.7 мм или 0,4/0,8 мм, т.е. с пояском (annular ring) не менее 0,2 мм.
5. На плате выполнить маркировку децимального номера изделия в слое шелкографии. Текст маркировки «ЦАИР.4001.02.01.01.01», высота текста – 4 мм, шрифт прямой Arial или Bahnshrift (если поддерживается средой разработки).
6. На плате КПУ обязательно выполнить читаемую и понятную маркировку позиционных обозначений внешних соединительных разъемов, а у разъемов CAN1 и CAN2 нанести одноименную маркировку. Маркировка позиционных обозначений компонентов – по возможности, с учетом плотности монтажа.

Рисунок 2.

## **Требования к содержанию документации и оформлению результатов работ**

* 1. По завершении разработки предоставляется следующая КД.
     1. Схема принципиальная (Э3)
     2. Файл печатной платы в среде разработки Altium Designer (желательно ) или KiCAD.
     3. Файл спецификации (Э3) по ГОСТ или в произвольной форме в формате MS Excel, содержащий необходимые данные для заказа комплектующих. Прежде всего должен быть указан точный партномер, а для пассивных компонентов описание параметров (емкость, тип диэлектрика, напряжение. корпус и т.д. ) для подбора аналога. Все применяемые компоненты должны быть доступны в наличии у поставщиков или с минимальным сроком.
     4. Gerber файл, пригодный для заказа платы.
     5. Сборочный чертеж (СБ).
     6. Схема подключения (Э5).

В случае возникновения обоснованных претензий или вопросов у контрактных производителей при размещении заказа на производство, разработчик обязан помочь решить возникшие вопросы.

* 1. Работа управляющей программы микроконтроллера должна быть описана по образцу, предоставляемому отдельно.
  2. Исходный код управляющей программы должен быть снабжен комментариями.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Испытания проводятся на базе

## **ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ**

Приложение 1.

Схема изолированного CAN



Фрагмент схемы питания



Фрагмент схемы изолированного АЦП

