

**«Пилотажно-навигационный комплекс для малой авиации и  
беспилотных летательных аппаратов»**

**Интегрированный бортовой комплекс оборудования ИБКО-410  
самолета Л-410-УВП-Е20**

В состав интегрированного бортового комплекса оборудования для модернизируемого самолета Л-410-УВП-Е20 входят:

- Пилотажно-навигационное средство ПНС-1;
- Бесплатформенная курсовертикаль БКВ-1;
- Модуль магнитного курса ММК-1;
- Антенна спутниковой навигационной системы СНС;
- Антенный разветвитель Picocoupler 1-3;
- Интеллектуальный цветной индикатор ИЦИ-140К;
- Датчик температуры ДТ;
- Контроллер Ethernet;
- Интеллектуальный цветной индикатор ИЦИ-1501КС;
- Энкодер управления режимами ЭУР-1;
- Энкодер управления яркостью индикатора ЭУП-1;
- Панель USB П-1У-01.



Рисунок 1. Самолет Як-152



Рисунок 2. Самолет Diamond DA-42Т



Рисунок 3 Самолет Л-140УВП-Е20

## **Пилотажно-навигационное средство ПНС-1**

### **Назначение ПНС-1**

Пилотажно-навигационное средство ПНС-1 предназначено для выполнения вычислительных и управляющих функций в составе ПНК. ПНС-1 представляет собой совокупность модулей для обеспечения требуемых вычислительных характеристик, необходимого набора бортовых каналов информационного взаимодействия и определения пилотажно-навигационных параметров.

### **Выполняемые функции ПНС-1**

ПНС-1 в составе пилотажно-навигационного комплекса предназначено для решения следующих задач:

- формирование состава информации и управление выводом ее на интеллектуальные цветные индикаторы;
- решение навигационно-пилотажных задач;
- обеспечение приема, хранение и выдача потребителям информации от внешнего накопителя информации;

- выработка управляющих сигналов, которые необходимы для решения задач комплекса;
- вычисления и выдачи потребителям текущих значений высотно-скоростных параметров;
- вычисления и выдачи потребителям пилотажно-навигационных параметров откорректированных по значениям спутниковых сигналов ГЛОНАСС/GPS/GALILEO;
- управление вводом/выводом информации по каналам информационного взаимодействия;
- непрерывная выдача потребителям температуры наружного воздуха, автоматически определяемая датчиком температуры наружного воздуха из ПНК;
- решение задач резервирования.

### **Основные технические данные ПНС-1**

Спутниковый навигационный приемник имеет следующие характеристики:

- ГЛОНАСС/GPS в диапазоне L1 (для СНС ГЛОНАСС номера частот (литеры)  $K = (-7...+6)$ );
- 32 GNSS канала слежения;
- поддерживает режим Assisted GNSS;
- 200k эффективных корреляторов позволяет снизить время поиска первого достоверного решения навигационной задач и повысить чувствительность;
- поддерживает RAIM контроль;
- поддержка выдачи в антенну СНС напряжения питания +5 В;
- время получения первого отсчета навигационных определений не более:
  - «горячий старт» (наличие альманахов СНС, координат, эфемерид и времени) - менее 3 с;
  - «теплый старт» (наличие альманахов СНС, координат и времени);
  - «холодный старт» (отсутствие альманахов СНС) - менее 30 с.
- погрешность получения навигационных параметров ( $2\sigma$ ):
  - координат местоположения объекта не более 30 м по

сигналам СНС GPS/ГЛОНАСС по открытому каналу;

- скорости  $\pm 0,3$  м/с;
- времени (1PPS)  $\pm 25$  нс.
- Диапазон измеряемых высотно-скоростных параметров составляет:
  - скорость 50 - 550 км/час;
  - высота минус 500 - 5000 м;
  - вертикальная скорость  $\pm 30$  м/сек.
- Погрешность измерения высотно-скоростных параметров ( $2\sigma$ ):
  - скорость  $\pm 5$  км/час (точность обеспечивается, начиная со скорости 70 км/час);
  - высота  $\pm 5$  м;
  - вертикальная скорость  $\pm 1$  м/сек.
- Погрешность счисления пройденного пути при наличии данных от датчика скорости и отсутствии достоверных данных от СНС за время 10 минут составляет не более 5%.
- Погрешность измерения истинного курса ( $2\sigma$ ) не более  $2,0^\circ$  за первый час полёта в режиме обработки данных от СНС.
- Погрешность определения путевого угла не более  $30'$  в режиме обработки данных от СНС.

ПСН-1 осуществляет взаимодействие с внешними системами по следующим каналам информационного обмена:

- 1 канал Ethernet 100base-TX (IEEE 802.3-2008);
- 2 канала RS-485 (ANSI TIA/EIA-485-A-1998);
- 1 канал RS-232 (EIA/TIA-232-E);
- 1 канал CAN (ISO 11898-1);
- 1 канал USB 2.0;
- 7 входных каналов ДПК (ГОСТ 18977-79, РТМ 1495-75 изм. 2, 3);
- 2 выходных канала ДПК (ГОСТ 18977-79, РТМ 1495-75 изм. 2, 3);
- 21 выходная разовая команда уровнем +27 В (ГОСТ 18977-79);
- 10 входных разовых команд уровнем +27 В (ГОСТ 18977-79).

Питание ПНС-1 осуществляется от бортовой системы электропитания постоянного тока номинальным напряжением 27,0 В с качеством электроэнергии в соответствии с разделом 5.2 ГОСТ Р 54073-2010.

Максимальная потребляемая мощность ПНС-1 составляет 55 Вт.

Время готовности ПНС-1 после включения питания вместе с загрузкой и инициализацией по и начальным тестированием - не более 15 с.

Время непрерывной работы составляет не менее 10 часов.

Масса ПНС-1 не превышает 2,5 кг.

Внешний вид ПНС-1 представлен на рисунке 4.



Рисунок 4. Внешний вид ПНС-1

### **Структура и состав ПНС-1**

В состав ПНС-1 входят следующие функциональные модули:

- интерфейсный модуль преобразования сигналов (ИМПС);
- модуль питания (МП);
- процессорный модуль (ПМ);
- модуль спутникового приемника (МСП);
- модуль системы воздушных сигналов (МСВС);
- модуль разовых команд (МРК).

На рисунке 5 представлена структурная схема ПНС-1.

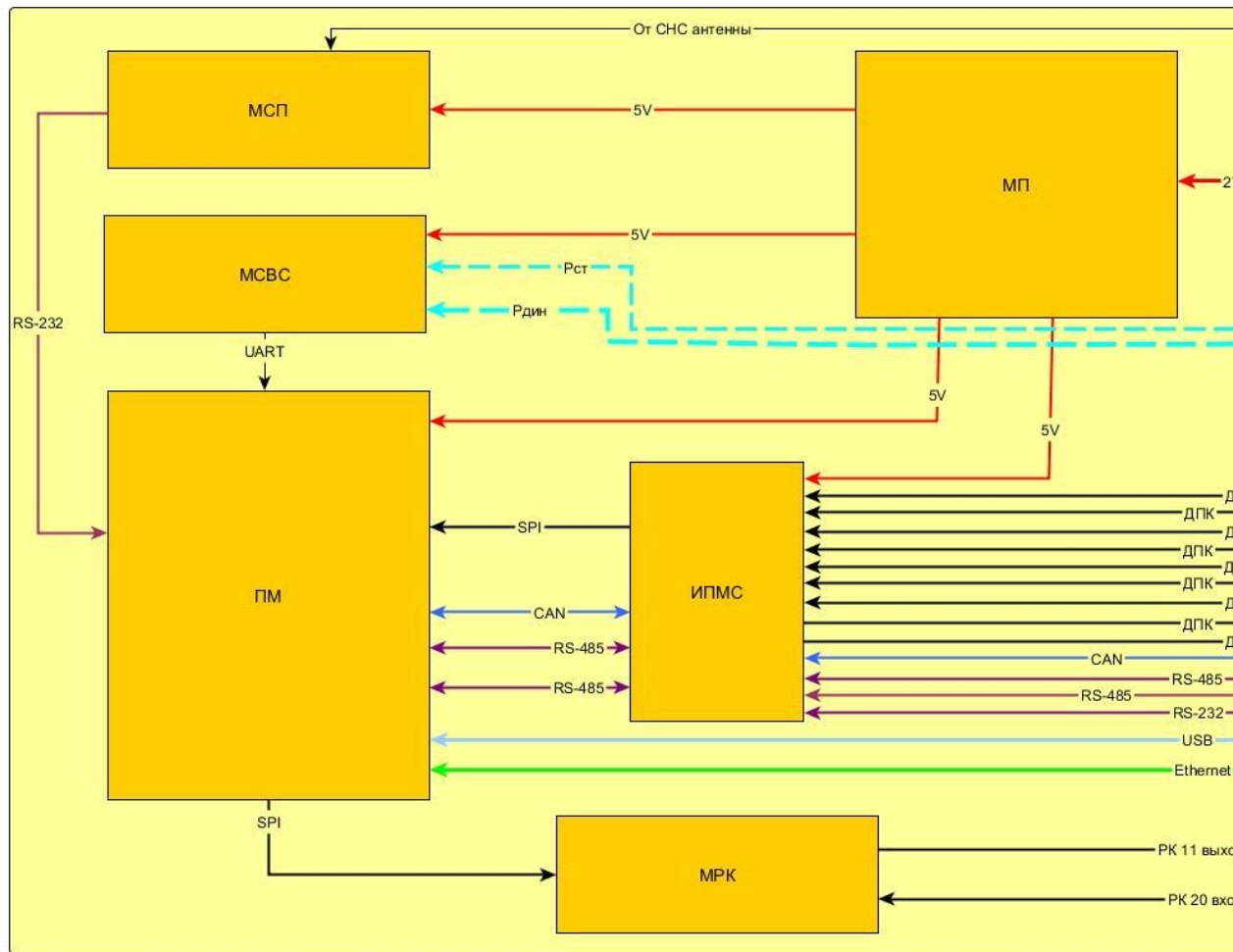


Рисунок 5 структурная схема ПНС-1

Интерфейсный модуль преобразования сигналов ИМПС обеспечивает взаимодействие ПНС-1 по внешним каналам информационного взаимодействия ДПК, CAN, RS-485, RS-232 и защиту от переходных процессов.

Модуль питания МП представляет собой источник вторичного электропитания и предназначен для преобразования постоянного тока напряжением +27 В бортового источника электропитания в постоянный ток напряжением +5 в для модулей из состава ПНС-1.

Процессорный модуль ПМ решает следующие задачи:

- вычислительные: расчет пилотажно-навигационных параметров;
- внешнего ввода-вывода: организация обмена другими системами через каналы информационного обмена Ethernet и USB, технологический интерфейс JTAG для отладки программ;
- внутреннего ввода-вывода: организации обмена с модулями МСВС и МСП через интерфейс RS-232, обмена с модулем ИМПС через

интерфейсы

CAN,

RS-485, SPI и обмена с МРК через интерфейс SPI;

- хранения информации: запись и хранение параметров полетного задания и внутренних параметров ПНС-1 в энергонезависимой перезаписываемой памяти.

Модуль спутникового приемника МСП предназначен для приема и обработки сигналов спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС и GPS-NAVSTAR. Модуль многорежимный, т.е. Может работать по коду только GPS, только ГЛОНАСС или совместно GPS и ГЛОНАСС. МСП обеспечивает заданные характеристики погрешности определения навигационных параметров движения объекта с максимальной помехоустойчивостью в работе.

Работа МСП основана на приемнике спутниковых сигналов NV08C-CSM.

Обеспечивается возможность использования систем координат WGS-84, ПЗ-90, СК-42, СК-95.

МПС обеспечивает выдачу в антенну GPS/ГЛОНАСС электропитания напряжением +5в постоянного тока от вторичного источника питания

Модуль системы воздушных сигналов МСВС предназначен для измерения, вычисления и выдачи потребителям информации о высотно-скоростных параметрах.

Работа МСВС основана на измерении и вычислении высотно-скоростных параметров на основании следующей информации: статического и полного давлений

( $P_{ст}$ ,  $P_{пол}$ ), которые передаются по пневмотракту от приемника воздушного давления;

- температуры наружного воздуха;
- информации, поступающей от внешних систем.

Модуль разовых команд МРК предназначен для приема/выдачи взаимодействующим системам разовых команд уровнем +27 В в соответствии с

ГОСТ 18977-79.



# Бесплатформенная курсовертикаль БКВ-1

## Назначение БКВ-1

Бесплатформенная курсовертикаль БКВ-1 (далее по тексту – БКВ-1) является универсальным модулем, предназначенным в составе ПНК для непрерывного автоматического определения и выдачи потребителям пилотажно-навигационных параметров, в том числе углов крена, тангажа, перегрузки продольной, боковой и вертикальной. БКВ представляет собой навигационную систему, построенную на основе инерциальных чувствительных элементов (МЭМС – микроэлектромеханические системы).

## Выполняемые функции БКВ-1

БКВ в составе ПНК предназначена для определения и выдачи потребителям:

- параметров углового положения объекта в пространстве: углов крена  $\gamma$  и углов тангажа  $\vartheta$  объекта;
- курс объекта (при наличии достоверных данных СНС от ПНС комплекса);
- составляющих линейного ускорения объекта  $a_x, a_y, a_z$ ;
- составляющих угловой скорости объекта  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ .

## Основные технические данные БКВ-1

Диапазон измеряемых БКВ пилотажно-навигационных параметров составляет:

- измерения углов:
  - по курсу (при наличии данных СНС) от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ ;
  - по крену  $\pm 180^\circ$ ;
  - по тангажу  $\pm 90^\circ$ ;
- измерения допустимых угловых скоростей  $\pm 400$  °/с;
- измерения перегрузок от + 9 до минус 7 g.

Погрешность определения пилотажно-навигационных параметров ( $2\sigma$ ):

- курса не более  $2^\circ$  (при наличии достоверных данных СНС);
- угловых скоростей и перегрузок по трем осям 3% от измеренного значения;
- углов крена и тангажа  $\pm 0,5^\circ$ .

Уход угла курса (СКО) при отсутствии достоверных данных СНС составляет 90 °/час.

БКВ-1 осуществляет взаимодействие с внешними системами по каналу информационного обмена RS-232 (EIA/TIA-232-E).

Питание БКВ-1 осуществляется от бортовой системы электропитания постоянного тока номинальным напряжением 27 В с качеством электроэнергии в соответствии с разделом 5.2 ГОСТ Р 54073-2010.

Максимальная потребляемая мощность БКВ составляет 1,5 Вт.

Время готовности БКВ после включения питания вместе с загрузкой и инициализацией ПО и начальным тестированием составляет не более 10 с.

Время непрерывной работы составляет не менее 10 часов.

Масса БКВ не более 0,5 кг.

Внешний вид БКВ представлен на рисунке 6



Рисунок 6. Внешний вид БКВ-1

### **Структура и состав БКВ-1**

В состав БКВ-1 входят следующие функциональные модули:

- Интерфейсный модуль преобразования сигналов (ИМПС);
- Модуль питания (МП);
- Процессорный модуль (ПМ);
- Модуль угловых скоростей (МУС);
- Модуль нормальных перегрузок (МНП).

Структурная схема бесплатформенной курсовертикали БКВ-1 представлена на рисунке 7.

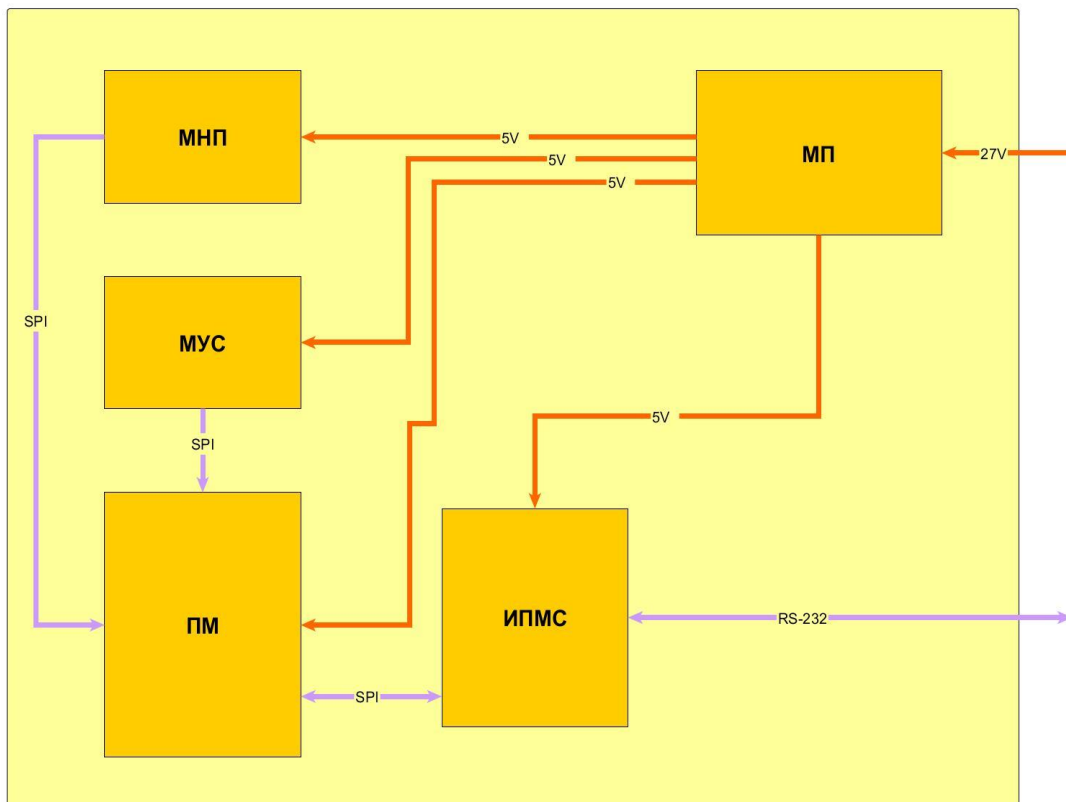


Рисунок 7. Структурная схема БКВ-1

Интерфейсный модуль преобразования сигналов ИПМС обеспечивает взаимодействие БКВ-1 по каналу информационного взаимодействия RS-232 и защиту от переходных процессов. ИПМС для ввода/вывода информации по RS-232 преобразовывает его в интерфейс SPI и обратно для обеспечения обмена ПМ с внешними системами.

Модуль питания МП представляет собой источник вторичного электропитания и предназначен для преобразования постоянного тока напряжением +27 В бортового источника электропитания в постоянный ток напряжением +5 В для модулей из состава БКВ-1.

Процессорный модуль ПМ является основным компонентом БКВ и предназначен для решения вычислительных задач и задач внешнего и внутреннего системного обмена.

ПМ решает следующие задачи:

- вычислительные: расчет пилотажно-навигационных параметров;
- внешнего ввода-вывода: технологический интерфейс JTAG для отладки программ;

- внутреннего ввода-вывода: организации обмена с модулями МУС, МНП и ИМПС через интерфейс SPI;

- хранения информации: запись и хранение юстировочных поправок в энергонезависимой перезаписываемой памяти.

Модуль нормальных перегрузок МНП МНП предназначен для измерения, вычисления и выдачи потребителям информации о проекции кажущегося ускорения по трем ортогональным осям. Работа МНП основана на трехосевом акселерометре МЭМС (семейство ADXL) компании Analog Devices, который способен измерять статическое ускорение, вызванное гравитацией, в задачах определения отклонения, а также динамическое ускорение, вызванное движением, ударами или вибрацией и имеет внутреннюю температурную компенсацию.

Модуль угловых скоростей МУС предназначен для измерения, вычисления и выдачи потребителям информации об угловой скорости объекта. Работа МУС основана на датчиках угловых ускорений МЭМС (семейство ADXRS) компании Analog Devices. Усовершенствованная дифференциальная архитектура датчиков ослабляет влияние линейного ускорения, что позволяет обеспечивать высокую точность измерения угловой скорости в средах с жесткими рабочими условиями, где присутствуют ударные нагрузки и вибрации. Архитектура датчиков обладает функцией непрерывного внутреннего самотестирования и имеет внутреннюю температурную компенсацию.

### **Модуль магнитного курса ММК-1**

#### **Назначение ММК-1**

Модуль магнитного курса ММК-1 (далее по тексту – ММК-1) предназначен в составе интегрированного комплекса бортового оборудования ПНК для непрерывного автоматического определения и выдачи потребителям магнитного курса вертолета.

ММК-1 представляет собой трехосевой магнитометр, построенный на основе MEMS чувствительных элементов (МЭМС – микроэлектромеханические системы).

#### **Основные технические данные ММК-1**

Погрешность формирования магнитного курса составляет:

- 1° при углах крена и тангажа до  $\pm 5^\circ$ ;
- 3° при углах крена и тангажа от  $\pm 5^\circ$  до  $\pm 30^\circ$ ;
- 4° при углах крена и тангажа от  $\pm 30^\circ$  до  $\pm 60^\circ$ .

Стабильность измерения магнитного курса составляет  $0,2^\circ - 0,5^\circ$  для угла крена/тангажа до  $\pm 5^\circ$ , не менее  $0,2^\circ$  для углов крена/тангажа от  $\pm 5^\circ$  до  $\pm 60^\circ$ .

ММК-1 осуществляет взаимодействие с внешними системами по каналу информационного обмена RS-485

Питание ММК-1 осуществляется от бортовой системы электропитания постоянного тока номинальным напряжением 27 В с качеством электроэнергии в соответствии с разделом 5.2 ГОСТ Р 54073-2010.

Максимальная потребляемая мощность ММК-1 составляет 1 Вт.

Время готовности ММК-1 после включения питания вместе с загрузкой и инициализацией ПО и начальным тестированием составляет не более 10 с.

Время непрерывной работы составляет не менее 10 часов.

Масса ММК-1 не превышает 0,1 кг.

Внешний вид ММК-1 представлен на рисунке 8



Рисунок 8. Внешний вид ММК-1

### **Структура и состав ММК-1**

В состав ММК входят следующие функциональные модули:

- Модуль питания (МП);
- Процессорный модуль (ПМ);
- Магнитометр.

На рисунке 9 представлена структурная схема ММК-1.

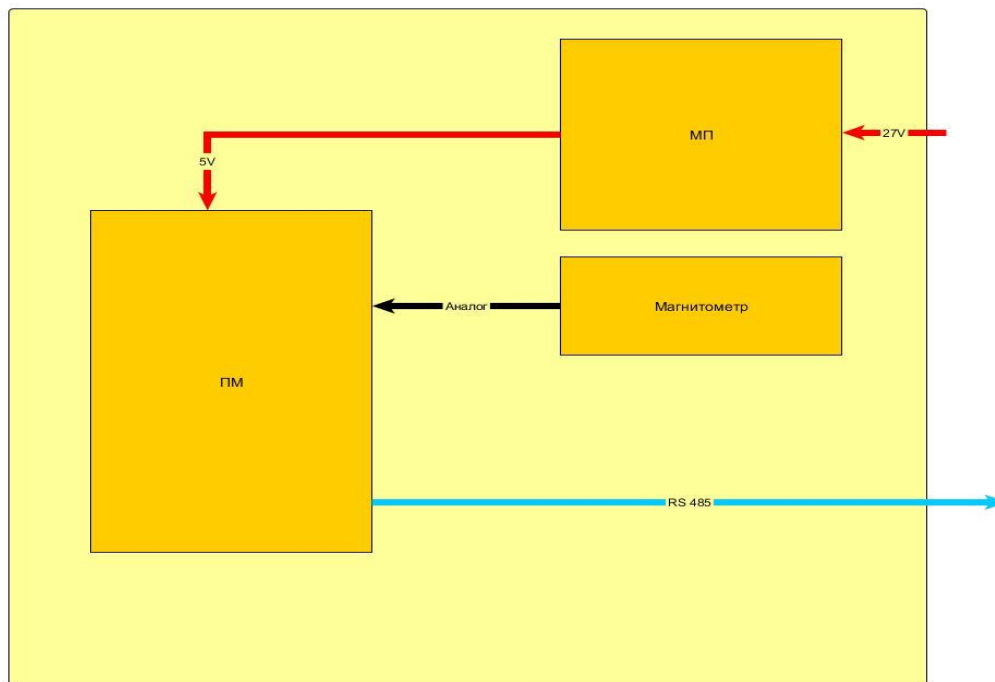


Рисунок 9. Структурная схема ММК-1

Модуль питания МП представляет собой источник вторичного электропитания и предназначен для преобразования постоянного тока напряжением +27 В бортового источника электропитания в постоянный ток напряжением +5 В для модулей из состава ММК-1.

Процессорный модуль ПМ предназначен для решения вычислительных задач и задач внешнего и внутреннего системного обмена.

ПМ решает следующие задачи:

- вычислительные: расчет магнитного курса;
- внешнего ввода-вывода: организация обмена другими системами через канал информационного обмена RS-485 и технологический интерфейс ISP для отладки программ;
- внутреннего ввода-вывода: организации обмена с магнитометром по аналоговому интерфейсу;
- хранения информации: запись и хранение девиационных поправок в энергонезависимой перезаписываемой памяти магнитометра.

Магнитометр является трехосевым аналоговым датчиком магнитного поля земли и предназначен для определения проекции магнитного поля на три ортогональные оси, жестко связанные с корпусом вертолета. Данные выдаются в аналоговом виде.

**Антенна спутниковой навигационной системы СНС**

## **Назначение антенны СНС**

Антенна СНС предназначена для использования на воздушных судах для приёма СНС. Антенна СНС обеспечивает приём, усиление и передачу потребителям СНС.

## **Выполняемые функции антенной СНС**

Антенна СНС обеспечивает выполнение следующих функций:

- приём СНС;
- усиление СНС.

## **Основные технические данные антенны СНС**

Антенна обеспечивает следующие характеристики:

диапазон рабочих частот.....1565-1610 МГц;

импеданс.....50 Ом;

коэффициент усиления.....20 dB;

минимальное напряжение питания.....2,0 В;

рабочее напряжение питания.....5,0 В;

максимальное напряжение питания.....5,5 В;

потребляемый ток.....7...25 мА;

максимальная мощность РЧ на входе.....0,5 Вт.

Антенна обеспечивает приём СНС от систем глобального позиционирования ГЛОНАСС, GPS.

Антенна включается автоматически при подаче напряжения питания +5 В.

Мощность, потребляемая антенной не превышает 1,5 Вт в диапазоне температур от минус 20 °С до 55 °С.

Масса Антенны СНС не превышает 0,4 кг.

Внешний вид Антенны СНС представлен на рисунке 10



Рисунок 10 – Внешний вид Антенны СНС

### **Принцип работы антенны СНС**

Антенна обеспечивает приём и усиление СНС от систем глобального позиционирования ГЛОНАСС, GPS.

Запуск и остановка антенны производится при подаче и снятию напряжения питания 5В.

Антенна представляет собой электронное устройство, не требующее технического обслуживания.

Антенна выполняет одновременно функции приёма и усиления СНС

### **Антенный разветвитель Picocoupler 1-3**

#### **Назначение антенного разветвителя Picocoupler 1-3**

Разветвитель предназначен для использования на воздушных судах в качестве разветвителя СНС, полученных от антенны СНС. Разветвитель обеспечивает транслирование приём потребителям СНС.

#### **Выполняемые функции антенным разветвителем Picocoupler 1-3**

Разветвитель обеспечивает выполнение следующих функций:

- передача электропитания активной антенне СНС по ВЧ-кабелю постоянным током с уровнем напряжения от 2 до 5,5 В от трёх источников по схеме «ИЛИ»;
- транслирование СНС от антенны трём потребителям.

#### **Основные технические данные антенного разветвителя Picocoupler 1-3**

Разветвитель обеспечивает следующие характеристики:

- потери, не более дБ 5,5;
- количество выходов 3;



- внутреннее сопротивление, Ом 50.

Разветвитель обеспечивает передачу электропитания активной антенне СНС по ВЧ-кабелю постоянным током с уровнем напряжения от 2 В до 5,5 В от трех источников по схеме «ИЛИ».

Масса разветвителя не превышает 0,4 кг.

Внешний вид антенного разветвителя Picocoupler 1-3 представлен на рисунке 11

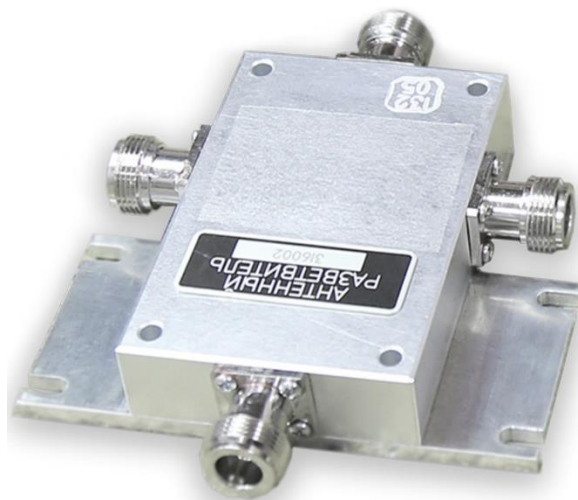


Рисунок 11 – Внешний вид антенного разветвителя Picocoupler 1-3

### **Принцип работы антенного разветвителя**

Разветвитель обеспечивает ретрансляцию СНС систем глобального позиционирования ГЛОНАСС, GPS от антенны трём потребителям.

Разветвитель выполняет функции ретрансляции СНС от антенны трём потребителям и подачу питания от трёх источников антенне.

### **Интеллектуальный цветной индикатор ИЦИ-140К**

#### **Назначение интеллектуального цветного индикатора ИЦИ-140К**

Интеллектуальный цветной индикатор ИЦИ-140К (далее по тексту – ИЦИ-140К) является универсальным многофункциональным индикатором МФИ, предназначенным для отображения графической и телевизионной информации и управления интегрированным бортовым комплексом оборудования ПНК. ИЦИ-140К представляет собой совокупность модулей для обеспечения требуемых вычислительных характеристик, необходимого набора каналов информационного взаимодействия и отображения пилотажно-навигационных параметров, параметров вертолетных систем и силовой установке.

#### **Выполняемые функции ИЦИ-140К**

ИЦИ-140К в составе ПНК предназначен для решения следующих задач:

- прием/передача данных по каналам информационного взаимодействия Ethernet, RS-485, CAN, USB;
- генерация встроенных графических данных;
- управление человеко-машинным интерфейсом;
- встроенный контроль (ВСК);
- выводом на индикатор графических данных;
- выработка управляющих сигналов, которые необходимы для решения задач комплекса;
- обеспечение приема и хранения информации от внешнего накопителя информации.

### **Основные технические данные ИЦИ-140К**

Световые параметры ИЦИ-140К обеспечивают надежное и безошибочное восприятие отображаемой на экране информации при уровне внешней освещенности не менее 75000 лк.

ИЦИ-140К обеспечивает отображение не менее 262000 цветов при отображении графической информации и не менее 32 градации цвета при отображении телевизионной информации.

На экран ИЦИ-140К нанесено антибликовое покрытие.

Рабочее поле ЖК индикатора:

Параметр	Рабочая поверхность
Вертикаль	203,2 мм (8")
Горизонталь	152,4 мм (6")
Диагональ	264,16 мм (10,4")

Разрешение ЖК матрицы: 1024×768 пикселей.

Размер пикселя: 0,198×0,198 мм.

Конфигурация пикселя: RGB вертикальные полосы.

Один пиксель состоит из 3 подпикселей R, G и B (красный, зеленый, синий), расположенных вертикально.

ИЦИ-140К обеспечивает безошибочное считывание информации при углах обзора относительно центра экрана по горизонтали  $\pm 45^\circ$  и по вертикали  $\pm 50^\circ$ .

Яркость изображения в белом цвете не менее 1000 кд/м<sup>2</sup> при общем освещении менее 10 кд. Равномерность яркости высвечиваемой информации для каждой цветности свечения по всему полю индикатора не менее 1:3.

Минимальная яркость индикатора составляет 0,1 кд/м<sup>2</sup> (максимум).

Яркостной контраст световых сигналов во всем диапазоне рабочих углов обзора удовлетворяет требованиям ОСТ 100533-87.

Время перехода пикселя из включенного в выключенное состояние и наоборот составляет менее 25 мс.

Информация на ЖК индикаторе обновляется с частотой не менее 25 Гц.

ИЦИ-140К обеспечивает ночной подсвет кнопок. Подсвет осуществляется регулируемым белым светом от источника питания объекта централизованно с щитка управления (напряжение от 2,1 до 5,5 В частотой 400 Гц). Яркость подсвета кнопок составляет от 0,3 до 6 кд/м<sup>2</sup> при равномерности свечения 1:10.

ИЦИ-140К осуществляет взаимодействие с внешними системами по следующим каналам информационного обмена:

- 1 канал Ethernet 100base-TX (IEEE 802.3-2008);
- 2 канала RS-485 (ANSI TIA/EIA-485-A-1998);
- 1 канал RS-232 (EIA/TIA-232-E);
- 1 канал CAN (ISO 11898-1);
- 1 канал USB 2.0;
- 4 входных разовых команды уровнем +27 В (ГОСТ 18977-79).

Питание ИЦИ-140К осуществляется от бортовой системы электропитания постоянного тока номинальным напряжением 27 В с качеством электроэнергии в соответствии с разделом 5.2 ГОСТ Р 54073-2010.

Максимальная потребляемая мощность ИЦИ-140К не более 70 Вт.

Время готовности ИЦИ-140К после включения питания вместе с загрузкой и инициализацией ПО и начальным тестированием составляет не более 30 с.

Время непрерывной работы составляет не менее 10 часов.

Масса ИЦИ-140К не более 2,0 кг.

Внешний вид ИЦИ-140К представлена на рисунке 12

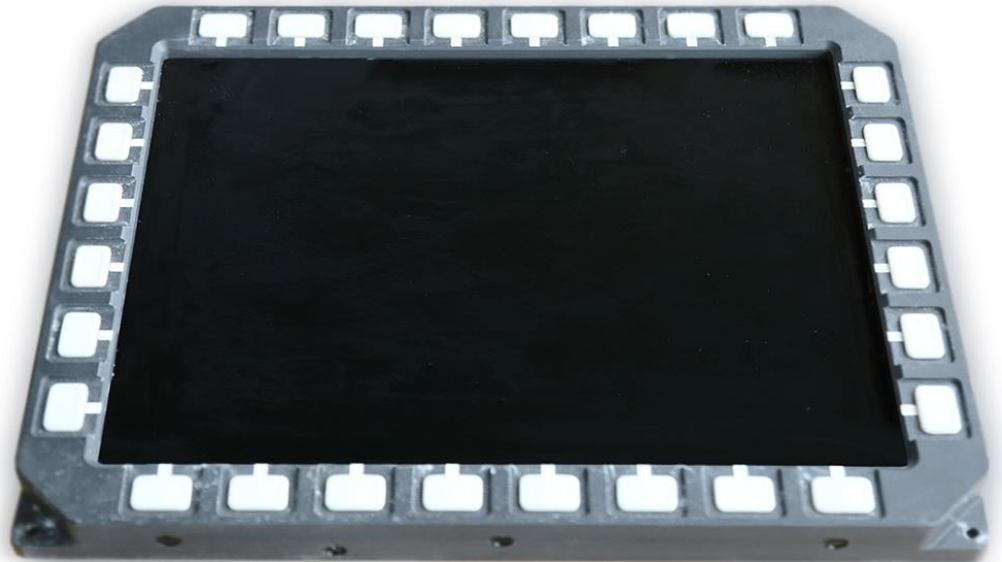


Рисунок 12. Внешний вид ИЦИ-140К

### Состав и структура ИЦИ-140К

В состав ИЦИ-140К входят следующие функциональные модули:

- Интерфейсный модуль преобразования сигнала (ИМПС);
- Модуль питания (МП);
- Процессорный модуль (ПМ);
- Графический модуль (ГМ);
- Жидкокристаллический индикатор (ЖК-индикатор);
- Модуль подсветки дисплея (МПД);
- Модуль кнопочного интерфейса (МКИ).

Структурная схема интеллектуального цветного индикатора ИЦИ-140К представлена на рисунке 13.

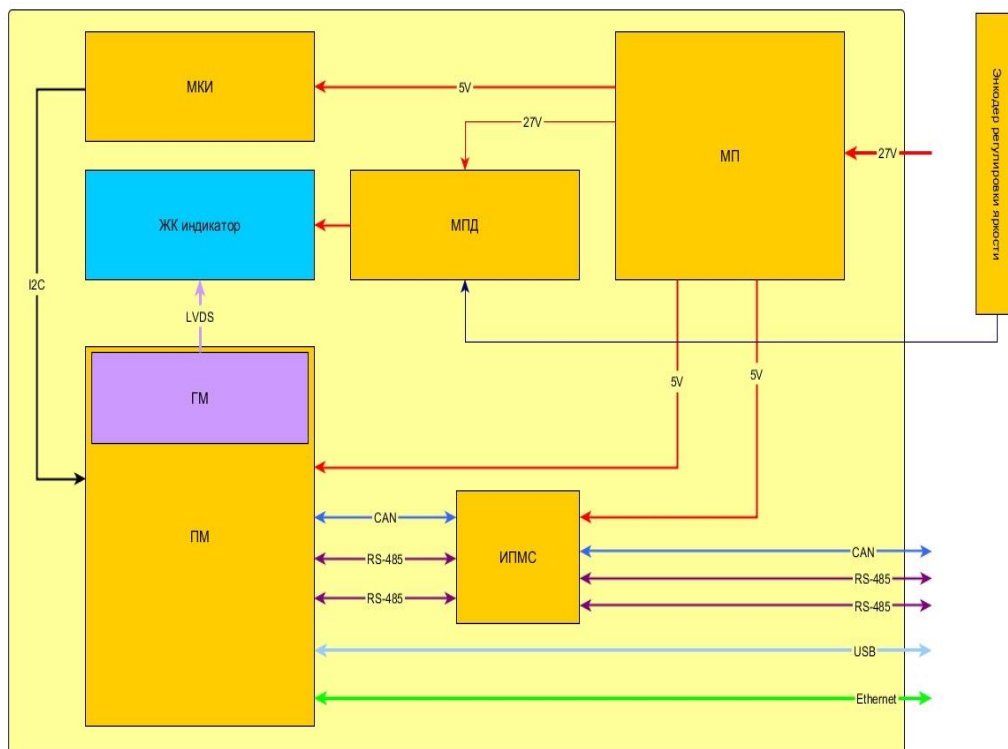


Рисунок 13 Структурная схема ИЦИ-140К

Интерфейсный модуль преобразования сигналов ИПМС для каналов информационного обмена CAN и RS-485 производит согласование по уровню сигнала и защиту от переходных процессов для обеспечения взаимодействия ПМ с внешними системами по этим интерфейсам.

Модуль питания МП представляет собой источник вторичного электропитания и предназначен для преобразования постоянного тока напряжением +27 В бортового источника электропитания в постоянный ток напряжением +5 В для модулей из состава ИЦИ-140К.

Процессорный модуль ПМ является основным компонентом ИЦИ-140К и предназначен для решения вычислительных задач и задач внешнего и внутреннего системного обмена.

ПМ решает следующие задачи:

- вычислительные: расчет пилотажно-навигационных параметров;
- внешнего ввода-вывода: организация обмена другими системами через каналы информационного обмена Ethernet и USB, технологический интерфейс JTAG для отладки программ;

- внутреннего ввода-вывода: организации обмена с модулями МКИ через интерфейс I2C, обмена с модулем ИМПС через интерфейсы CAN, RS-485 и обмена с ЖК индикатором через интерфейс LVDS;
- хранения информации: запись и хранение параметров 2D электронной карты и 3D моделей рельефа и внутренних параметров ИЦИ-140К в энергонезависимой перезаписываемой памяти.

Графический модуль ГМ является встроенным модулем в ПМ. ГМ основан на графическом процессоре Vivante GC880 и поддерживает стандарт Open GL ES 2.0. ГМ поддерживает видеосигналы различных форматов, в том числе аналоговые RGB-сигналы и цифровые LVDS-сигналы.

Модуль подсветки дисплея МПД является системой светодиодной подсветки, управляющей светоотдачей ЖК индикатора для обеспечения соответствия техническим и ресурсным требованиям ИЦИ-140К. Регулировка осуществляется оператором с помощью энкодера регулировки яркости, установленного в кабине объекта

**Модуль кнопочного интерфейса МКИ.**

По обрамлению экрана размещены 28 кнопок нажимного типа (по 6 кнопок на верхней и нижней стороне экрана, по 8 – на левой и правой стороне). МКИ обеспечивает ночной подсвет кнопок и выдачу в ПМ информации о нажатии кнопок клавиатуры по каналу I2C.

Жидкокристаллический индикатор выполнен на основе активно-матричного жидкокристаллического TFT-экрана с высокой разрешающей способностью и контрастностью изображения.

**Датчик температуры ДТ**

**Назначение датчика температуры ДТ**

Датчик температуры ДТ предназначен для использования на воздушных судах в качестве измерителя температуры наружного воздуха. В составе комплекса бортового оборудования Датчик температуры ДТ обеспечивает непрерывную выдачу потребителям значений температуры наружного воздуха.

**Выполняемые функции датчиком температуры ДТ**

Датчик температуры ДТ обеспечивает выполнение следующих функций:

- измерение температуры наружного воздуха;
- передача значений температуры наружного воздуха потребителям.

### **Основные технические данные ДТ**

Датчик температуры ДТ обеспечивает следующие характеристики:

- диапазон измерения температуры .....минус 40 °С ... + 70 °С;
- постоянная времени измерения температуры при скорости потока воздуха 1 м/с, не более ..... 1 мин;
- точность измерения температуры .....±1,5 °С;
- канал информационного обмена .....RS-485

(ANSI TIA/EIA-485-A-1998).

ДТ включается автоматически при подаче напряжения питания +27 В.

Мощность, потребляемая ДТ, не превышает 3,5 Вт.

Время непрерывной работы в течение 10 ч с последующим перерывом не менее 1 ч.

Масса ДТ не превышает 0,25 кг.

Корпус ДТ предназначен для установки в фюзеляже объекта применения.

Выносной датчик предназначен для установки через отверстие в фюзеляже объекта применения.

Внешний вид датчика температуры ДТ представлен на рисунке 14



Рисунок 14 внешний вид Датчика температуры ДТ

## **Контроллер Ethernet**

### **Назначение Контроллера Ethernet**

Контроллер Ethernet предназначен для использования на воздушных судах в качестве коммутатора бортового оборудования по линии Ethernet. В составе комплекса бортового оборудования Контроллер Ethernet обеспечивает коммутацию блоков.

### **Основные технические данные Контроллера Ethernet:**

- стандарты передачи данных.....IEEE 802.3 для 10BaseT, IEEE 802.3u для 100BaseT(X), IEEE 802.3x для Flow Control;
- количество портов.....8;
- минимальное напряжение питания.....24,0 В;
- рабочее напряжение питания.....27,0 В;
- максимальное напряжение питания.....29,4 В.

В составе комплекса бортового оборудования контроллер обеспечивает коммутацию блоков.

Контроллер включается автоматически при подаче напряжения питания +27 В.

Мощность, потребляемая контроллером, не превышает 12 Вт в течение 3 мин. после включения, 8 Вт через 3 мин после включения

Время непрерывной работы в течение 10 ч с последующим перерывом не менее 1 ч.



Масса контроллера не превышает 0,7 кг.

Контроллер предназначен для установки в фюзеляже объекта применения.

Внешний вид Контроллера Ethernet представлен на рисунке 15.



Рисунок 15 - Внешний вид Контроллера Ethernet

### **Интеллектуальный цветной индикатор ИЦИ-1501КС**

#### **Назначение интеллектуального цветного индикатора ИЦИ-1501КС**

Интеллектуальный цветной индикатор ИЦИ-1501КС (далее по тексту – ИЦИ-1501КС) является универсальным многофункциональным индикатором МФИ, предназначенным для отображения графической информации и управления интегрированным бортовым комплексом оборудования ИБКО-410.

#### **Функции, выполняемые интеллектуальным цветным индикатором ИЦИ-1501КС**

ИЦИ-1501КС в составе комплекса бортового оборудования предназначен для решения следующих задач:

- прием/передача данных по каналам информационного взаимодействия Ethernet, RS-485, RS-232, USB;
- генерация встроенных графических данных;
- управление человеко-машинным интерфейсом;

- встроенный контроль (ВСК);
- выводом на индикатор графических данных;
- выработка управляющих сигналов;
- обеспечения приема и хранения информации от внешнего накопителя информации.

### **Основные технические данные ИЦИ-1501КС**

ИЦИ-1501КС обеспечивает отображение не менее 262000 цветов при отображении графической информации и не менее 32 градации цвета при отображении телевизионной информации.

На экран ИЦИ-1501КС нанесено антибликовое покрытие.

Разрешение ЖК матрицы: 1024×768 пикселей.

Размер пикселя: 0,297×0,297 мм.

Конфигурация пикселя: RGB вертикальные полосы.

Один пиксель состоит из 3 подпикселей R, G и B (красный, зеленый, синий), расположенных вертикально.

ИЦИ-1501КС обеспечивает безошибочное считывание информации при углах обзора относительно центра экрана по горизонтали  $\pm 45^\circ$  и по вертикали  $\pm 50^\circ$ .

Яркость изображения в белом цвете не менее 1000 кд/м<sup>2</sup> при общем освещении менее 10 кд. Минимальная яркость индикатора составляет 0,1 кд/м<sup>2</sup> (максимум).

Дефект пикселя определяется как любой пиксель, свечение которого отклоняется более чем на 30 % от среднего свечения окружающих пикселей того же цвета на площади 0,5 см<sup>2</sup>. Кроме того, любой пиксель, у которого 30 % или более площади активного пикселя остается активной в выключенном состоянии или неактивной во включенном состоянии, считается дефектным.

ИЦИ-1501КС имеет не более 0,005 % дефектов подпикселей в рамках активной полезной площади экрана.

Время перехода пикселя из включенного в выключенное состояние и наоборот составляет менее 25 мс.

Информация на ЖК индикаторе обновляется с частотой не менее 50 Гц.

ИЦИ-1501КС осуществляет взаимодействие с внешними системами по следующим каналам информационного обмена:

- 1 канал Ethernet 100base-TX (IEEE 802.3-2008);
- 1 канал RS-485 (ANSI TIA/EIA-485-A-1998); канал RS-232 (EIA/TIA-232-E);
- 1 канал USB;
- 4 выходных разовых команд типа «Корпус/обрыв»;
- 8 входных разовых команд типа «Корпус/обрыв» (ГОСТ 18977-79).

Питание ИЦИ-1501КС осуществляется от бортовой системы электропитания постоянного тока номинальным напряжением 27 В, с качеством электроэнергии в соответствии с разделом 5.2 ГОСТ Р 54073-2010.

Максимальная потребляемая мощность ИЦИ-1501КС не более 200 Вт.

ИЦИ-1501КС является потребителем электроэнергии первой категории.

Время готовности ИЦИ-1501КС после включения питания вместе с загрузкой и инициализацией ПО и начальным тестированием составляет не более 30 с. Время непрерывной работы составляет не менее 10 часов.

Масса ИЦИ-1501КС не более 5,0 кг.

Внешний вид ИЦИ-1501КС приведен на рисунке 16.



Рисунок 16. Внешний вид ИЦИ-1501КС

### Состав и структура ИЦИ-1501КС

В состав ИЦИ-1501КС входят следующие функциональные модули:

Интерфейсный модуль преобразования сигнала (ИМПС);

Модуль питания (МП);

Процессорный модуль (ПМ);

Графический модуль (ГМ);

Жидкокристаллический индикатор (ЖК-индикатор);

Модуль подсветки дисплея (МПД);

Модуль кнопочного интерфейса (МКИ);

Структурная схема интеллектуального цветного индикатора ИЦИ-1501КС представлена на рисунке 17.

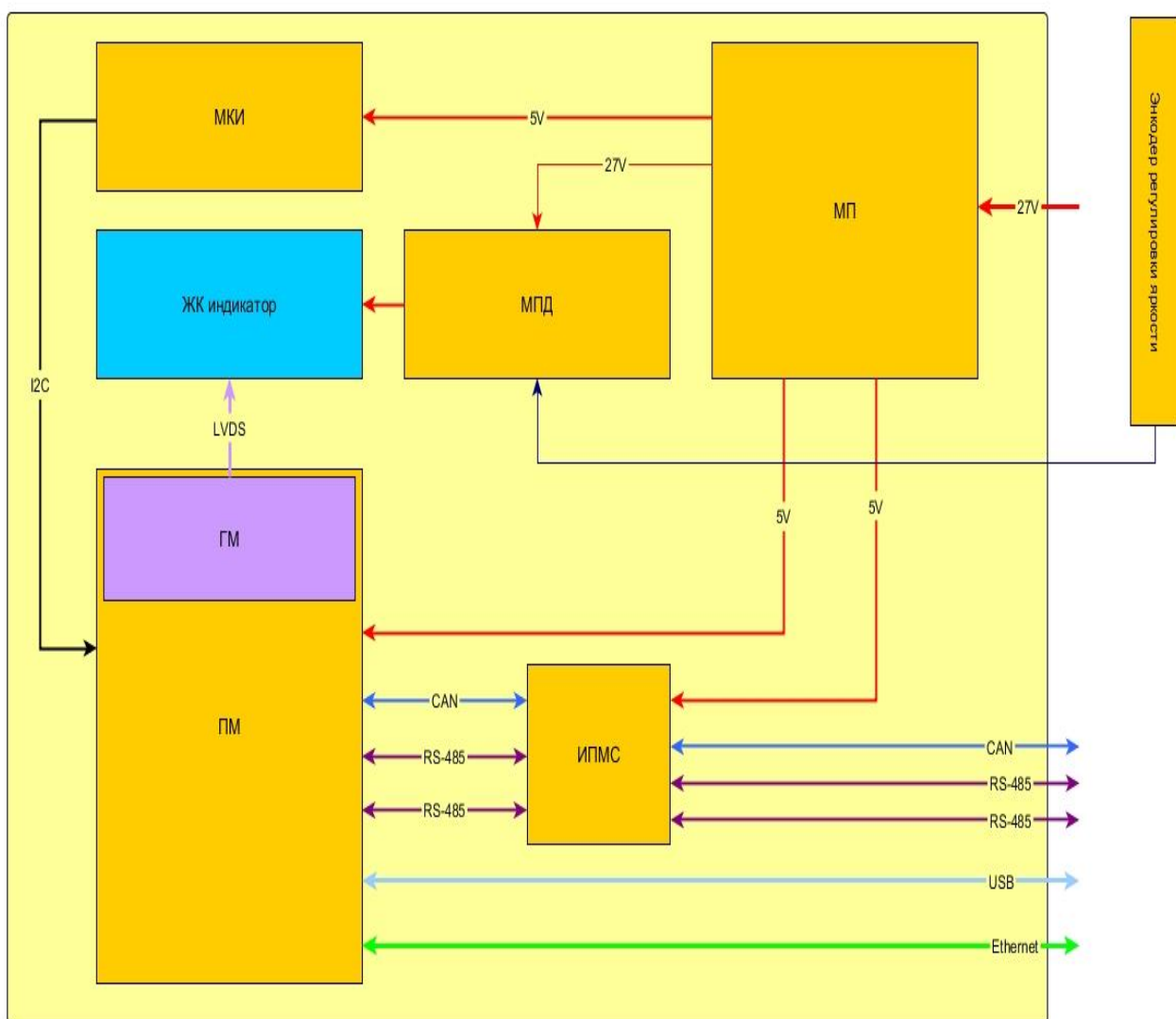


Рисунок 17. Структурная схема ИЦИ-1501КС

Интерфейсный модуль преобразования сигналов ИМПС для канала информационного обмена RS-485 производит согласование по уровню сигнала и защиту от переходных процессов для обеспечения

взаимодействия ПМ с внешними системами по этим интерфейсам.

Модуль питания МП представляет собой источник вторичного электропитания и предназначен для преобразования постоянного тока напряжением +27 В от бортового источника электропитания в постоянный ток напряжением +5 В для модулей из состава ИЦИ-1501КС.

Процессорный модуль ПМ является основным компонентом ИЦИ-1501КС и предназначен для решения вычислительных задач и задач внешнего и внутреннего системного обмена.

ПМ решает следующие задачи:

- вычислительные: расчет пилотажно-навигационных параметров;
- внешнего ввода-вывода: организация обмена другими системами через каналы информационного обмена Ethernet и USB, технологический интерфейс JTAG для отладки программ;
- внутреннего ввода-вывода: организации обмена с модулями МКИ через интерфейс I2C, обмена с модулем ИМПС через интерфейсы CAN, RS-485 и обмена с ЖК индикатором через интерфейс LVDS;
- хранения информации: запись и хранение параметров 2D электронной карты и 3D моделей рельефа и внутренних параметров ИЦИ в энергонезависимой перезаписываемой памяти.

Графический модуль ГМ является встроенным модулем в ПМ. ГМ основан на графическом процессоре Vivante GC880 и поддерживает стандарт Open GL ES 2.0. ГМ поддерживает видеосигналы различных форматов, в том числе аналоговые RGB-сигналы и цифровые LVDS-сигналы.

Модуль подсветки дисплея МПД является системой светодиодной подсветки, управляющей светоотдачей ЖК индикатора для обеспечения соответствия техническим и ресурсным требованиям ИЦИ-1501КС. Регулировка осуществляется оператором с помощью энкодера регулировки яркости, установленного в кабине объекта.

Модуль кнопочного интерфейса МКИ

По обрамлению экрана размещены 40 кнопок нажимного типа (по 8 кнопок на верхней и нижней стороне экрана, по 12 – на левой и правой стороне). МКИ обеспечивает ночной подсвет кнопок и выдачу в ПМ информации о нажатии кнопок клавиатуры по каналу I2C.

Жидкокристаллический индикатор выполнен на основе активно-матричного жидкокристаллического TFT-экрана с высокой разрешающей способностью и контрастностью изображения.

### **Энкодер управления режимами ЭУР-1**

#### **Назначение энкодера управления режимами ЭУР-1**

Энкодер ЭУР-1 предназначен для обеспечения перемещения курсора по информационному полю индикатора, выбора и ввода необходимых данных на информационно-управляющем поле индикатора.

#### **Основные технические данные энкодера ЭУР-1**

Энкодер ЭУР-1 реализован в виде двух поворотных ручек на одной оси с кнопкой нажатия.

Энкодер ЭУР-1 формирует пять аналоговых сигналов типа «корпус-обрыв», при этом один из сигналов формируется от кнопки нажатия и по два сигнала от каждой поворотной ручки в зависимости от направления вращения. Количество импульсов на один оборот ручки – от 8 до 30.

Максимальный входной ток – не более 10 мА.

Длина соединительной линии не более 1,5 м.

Масса не должна превышать 0,2 кг.

Внешний вид энкодера управления режимами ЭУР-1 приведен на рисунке 18.



Рисунок 18. Внешний вид энкодера управления режимами ЭУР-1

#### **Принцип работы**

Энкодер ЭУР-1 формирует импульсы, количество которых соответствует повороту вала на определенный угол. Энкодер ЭУР-1 не формирует импульсы, когда вал находится в покое. Для квадратуры выхода энкодера ЭУР-1 используют 2 выходных канала (А и Б), для того что бы

определить вращается вал по часовой стрелке или против, основанное на сдвиге фазы  $\pm 90$  градусов.

### **Энкодер управления яркостью подсвета индикатора ЭУП-1**

#### **Назначение энкодера управления яркостью подсвета индикатора ЭУП-1**

Энкодер ЭУП-1 предназначен для управления яркостью подсвета экрана индикатора.

#### **Основные технические данные энкодера ЭУП-1**

Энкодер ЭУП-1 реализован в виде поворотной ручки. Энкодер ЭУП-1 формирует два аналоговых сигнала типа «корпус-обрыв» в зависимости от направления вращения ручки. Количество импульсов на один оборот указать от 8 до 30.

Максимальный входной ток – не более 10 мА.

Длина соединительной линии не более 1,5 м.

Масса не должна превышать 0,2 кг.

Внешний вид энкодера управления яркостью подсвета индикатора ЭУП-1 приведен на рисунке 19.

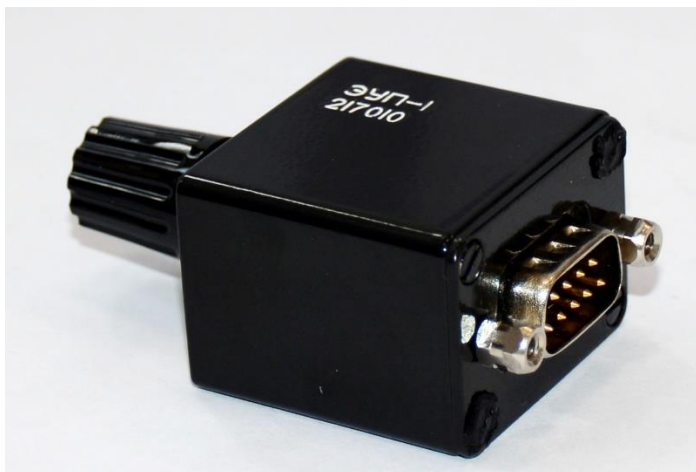


Рисунок 19. Внешний вид энкодера управления яркостью подсвета индикатора ЭУП-1

#### **Принцип работы энкодера ЭУП-1**

Энкодер ЭУП-1 формирует импульсы, количество которых соответствует повороту вала на определенный угол. Энкодер ЭУП-1 не формирует импульсы, когда вал находится в покое. Для квадратуры выхода энкодера ЭУП -1 используют 2 выходных канала (А и Б), для того что бы определить вращается вал по часовой стрелке или против, основанное на сдвиге фазы  $\pm 90$  градусов.





## **Панель USB П-1У-01**

### **Назначение панели USB П-1У-01**

Панель предназначена для трансляции данных с внешнего флеш-накопителя по каналу информационного обмена USB 2.0.

### **Функции, выполняемые Панелью USB П-1У-01**

**Панель обеспечивает выполнение следующих функций:**

- трансляция данных с внешнего флеш-накопителя.

### **Основные технические данные**

Панель обеспечивает следующие характеристики:

стандарт передачи данных ..... USB 2.0.

Панель обеспечивает трансляцию данных с внешнего флеш-накопителя по каналу информационного обмена USB 2.0.

Масса панели не превышает 0,2 кг.

Внешний вид панели USB П-1У-01 приведен на рисунке 20.



Рисунок 20. Панель USB П-1У-01

### **Принцип работы**

Панель обеспечивает трансляцию данных с внешнего флеш-накопителя по каналу информационного обмена USB 2.0.