

# **«Создание системы регистрации для линейки российских самолетов MC-21; SSJ-NEW; CR-929»**

## **1. Общая информация**

АО «Авиаавтоматика» им. В.В. Тарасова» образовано в 50-х годах прошлого века и основной его деятельностью является разработка и поставка систем различного назначения в интересах Министерства обороны РФ. За столь длительное время была сформирована собственная инженерная школа, выпускники которой с легкостью решают поставленные перед ними задачи.

Однако, в настоящее время большая часть военной техники РФ модернизирована, и поэтому главные конструктора ищут новые отрасли, в которых возможно применить накопленный опыт. Одной из таких отраслей является Гражданская авиация. В современной сложившейся политической обстановке, вектор на импортозамещение в Гражданской авиации является первоочередной задачей.

Основываясь на положительном опыте разработок для нужд МО РФ, главным конструктором по направлению бортовых регистраторов было принято решение на участие в тендере ([www.zakupki.gov.ru](http://www.zakupki.gov.ru). Извещение № 31806674767), проводимым ПАО «Корпорация» Иркут», направленном на создание отечественного аналога «Интегрированная система сбора, контроля, обработки и регистрации полётной информации для семейства самолётов MC-21 ИССКОР». Итогом стала победа в конкурсе.

Участие в данном конкурсе направлено на диверсификацию производства, а именно расширения номенклатуры выпускаемых систем регистрации в части их применения для самолётов гражданской авиации. По итогам выигранного конкурса принято решение, что будет не только выполнены пункты ТЗ, но и будет заложена в систему способность быть проектно-компонентной. Т.е. создаваемые изделия будут универсальны в своём применении. Это позволит применить данную систему при выполнении работ по созданию импортозамещенной версии самолёта SSJ-NEW, а также конкурировать с западными аналогами при создании российско-китайского широкофюзеляжного дальнемагистрального самолёта ШФДМС (CR 929). Также созданные компоненты по системе ИССКОР будут использованы при модернизации самолёта L-610, выполняемого АО «УЗГА».



Рисунок 1. MC-21



Рисунок 2. SSJ-100

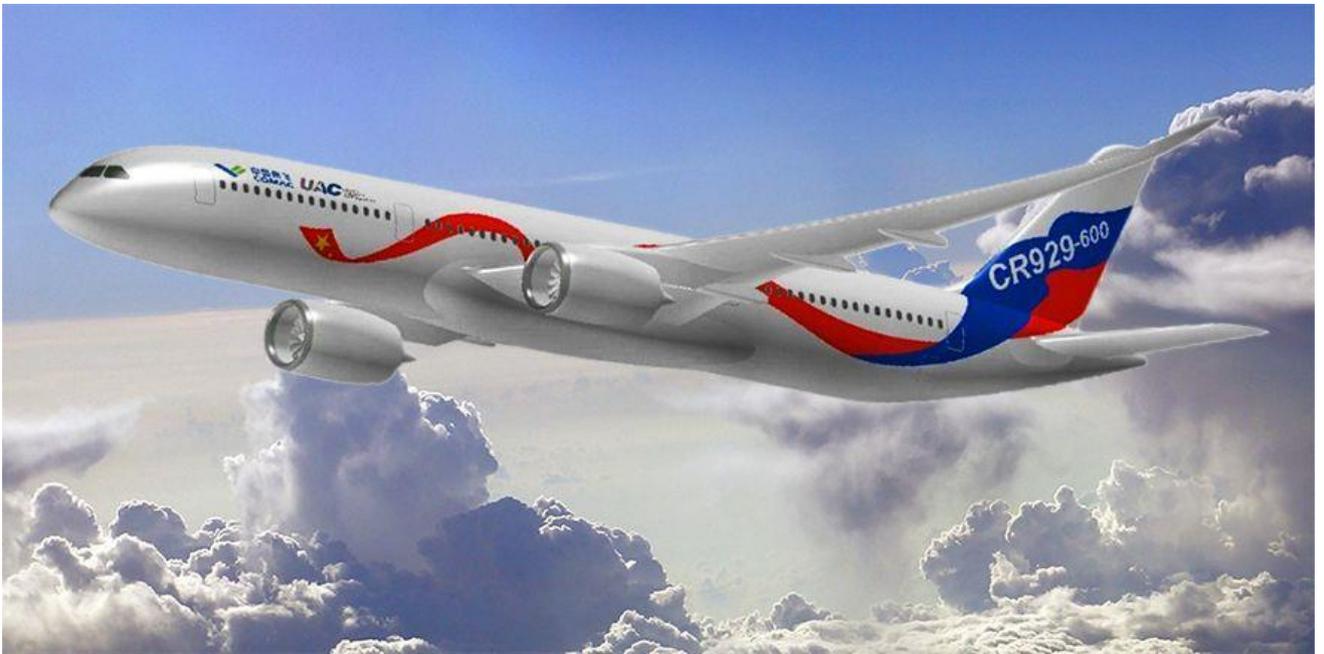


Рисунок 3 ШФДМС (CR 929)



Рисунок 4. L-610

## 2. Общие характеристики системы ИССКОР

Основными преимуществами системы регистрации ИССКОР является следующее:

- Проектно-компонентная структура, позволяющая применить её для различных воздушных судов гражданской авиации.
- Применение современных технических решений, материалов и технологий, обеспечивающий высокий технический уровень не хуже западных аналогов.
- Решение задач, направленных на поддержание жизненного цикла воздушного судна с использованием программных средств наземного обслуживания собственной разработки.

Система ИССКОР в составе объекта применения выполняет следующие функции:

- сбор полётных данных;
- запись на накопители параметров полёта и информации каналов передачи цифровых сообщений (функция FDR);
- регистрации звуковой и речевой информации на накопители (функция CVR);
- регистрации видео данных на накопители (функция IMR);
- мониторинга полётных данных с формированием отчётов о событиях неисправности систем самолёта, запоминанием в энергонезависимой памяти и передачей их для технического обслуживания.
- передачу зарегистрированной информации по беспроводному каналу.

Система ИССКОР состоит из следующих компонентов:

№ п/п	Наименование компонента	Кол-во
1	Блок сбора полётных данных с функцией эксплуатационного накопителя (БСПД)	1
1.1.	Съёмный накопитель (СН)	1
2	Многоцелевой защищённый накопитель параметрической/звуковой/видео информации (МЗНИ)	2
3	Пульт управления звуковой и видеоинформацией (ПУ ЗВИ)	1
4	Устройство микрофонное электретное (УМЭ)	2
5	Видеокамера цифровая (ВКЦ)	1
6	Блок бесперебойного питания регистратора (ББПР)	2
7	Акселерометр трёхосевой (АТО)	1
8	Блок беспроводной передачи данных (ББПД)	1
9	Антенна Wi-Fi	1

№ п/п	Наименование компонента	Кол-во
10	Программное обеспечение считывания, обработки и анализа информации	1 комплект

### 3. Результаты НИОКР на текущий момент

На настоящее время выполнены следующие работы:

1. Разработана Конструкторская, технологическая и текстовая документация.
2. Изготовлены опытные образцы блоков (компонентов) системы ИССКОР.
3. Проведены лабораторные испытания компонентов системы
4. Разработаны проекты сертификационной документации. Оформлен проект заявки на подачу в ФАВТ (Росавиация).

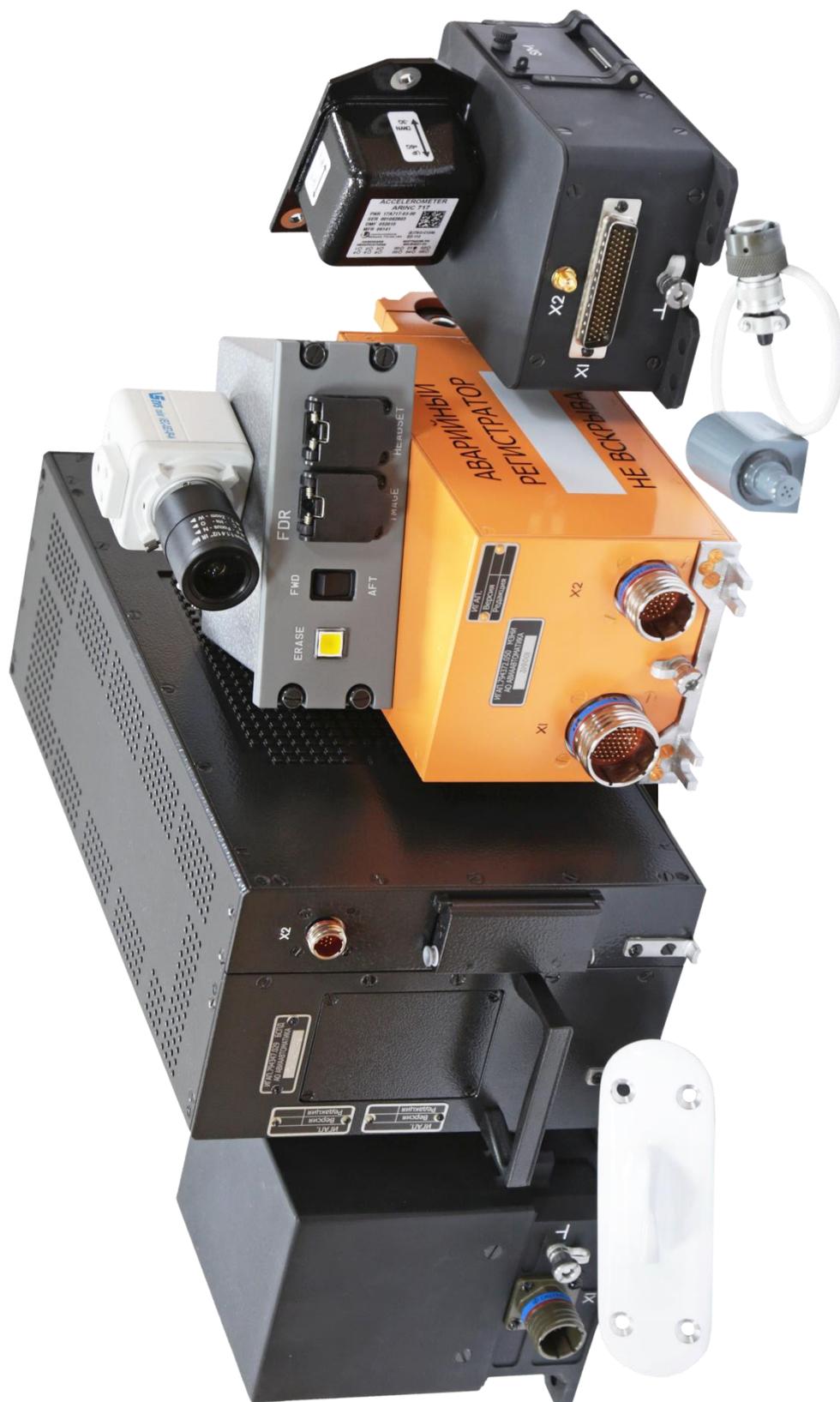


Рисунок 5. Система ИССКОР

#### 4. Описание принципа работы системы ИССКОР

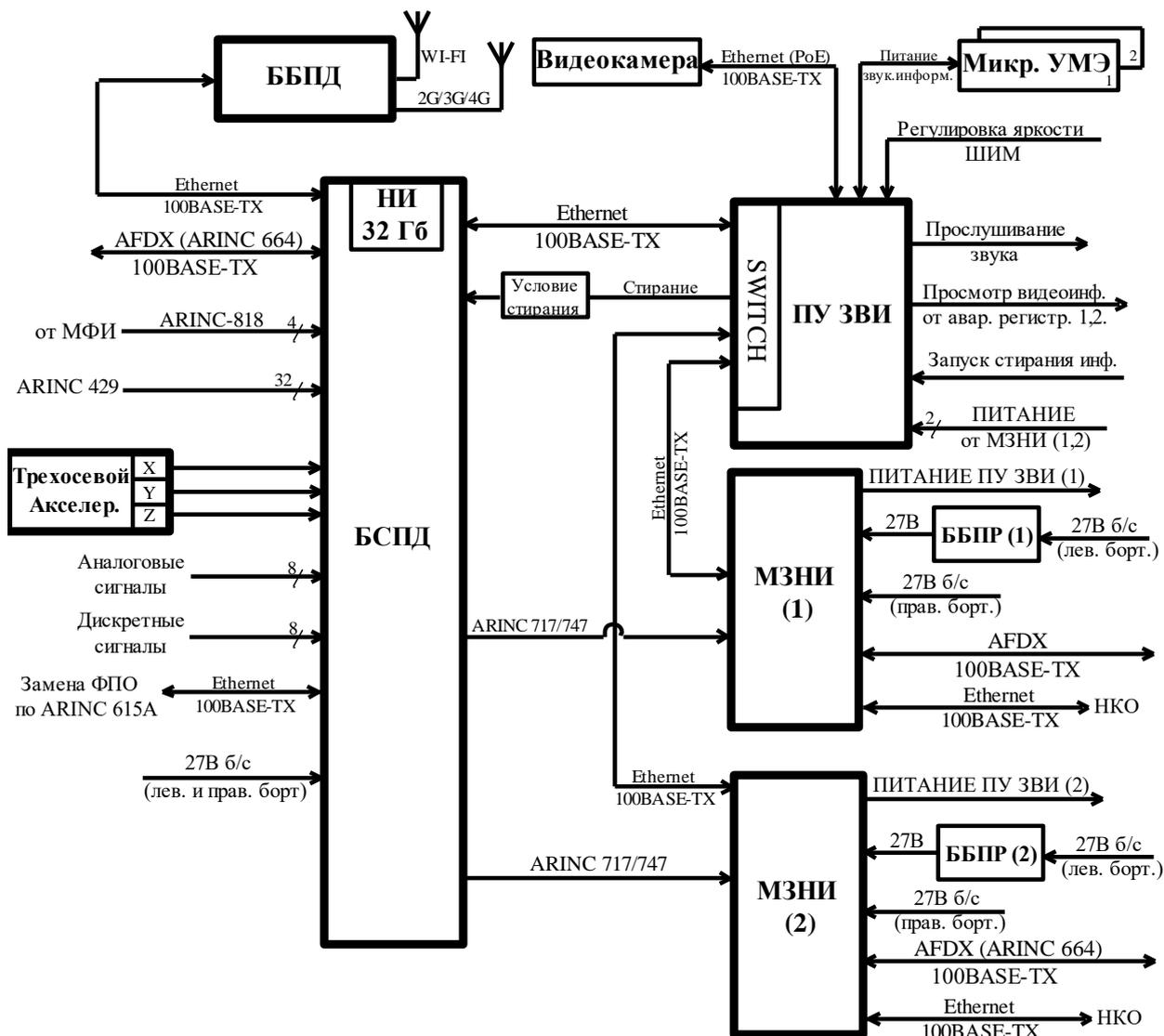


Рисунок 6. Структурная схема системы ИССКОР.

Бортовая система контроля и регистрации будет обеспечивать регистрацию параметрических данных на бортовой твердотельный защищённый накопитель (МЗНИ) и съёмный накопитель полетной информации (НПИ) в соответствии с требованиями ED-55, ED-112, ARINC 767; регистрацию на бортовые накопители поступающей звуковой/речевой информации в соответствии с требованиями ARINC 767, ED-56А, ED-112; регистрацию на защищённый накопитель видеoinформации от самолётных МФИ и средств видеонаблюдения в кабине пилота в соответствии с требованиями ED-112.

Объём памяти защищённых накопителей МЗНИ обеспечивает накопление информации:

- параметрической – не менее 25 часов,
- звуковой/речевой – не менее 25 часов,
- изображение от видеокамеры в кабине – не менее 2 часов.
- изображение от четырёх МФИ – не менее 2 часов.

Защищённые накопители сохраняют регистрируемые полётные данные в соответствии с требованиями стандартов TSO C123, TSO C124b, ED-55, ED-56A, ED-112, ARINC 767.

Автономная работа подводного акустического маяка (ПАМ), входящего в состав блока МЗНИ составляет в течении 90 дней. В качестве ПАМ планируется использовать маяк фирмы DUKANE или аналогичный. Одновременно на предприятии ведется разработка собственных ПАМ на частотах: 37,5 кГц и 8,8 кГц с временем 90 дней каждый.

Считывание зарегистрированной информации из защищённых накопителей будет обеспечено с помощью сервисной программы копирования или технического обслуживания, установленной на NOTEBOOK, непосредственно на борту самолёта без демонтажа накопителей через соединитель, установленный на регистраторах.

Пульт управления и индикации ПУ ЗВИ выполняет функции предварительного усилителя сигналов от 2-х зональных микрофонов, суммирования сигналов от микрофонов, оцифровку и передачу их по каналу Ethernet на регистрацию в защищенные накопители. Так же пульт выполняет функцию формирования команды стирания, функцию мониторинга аудио и видеоинформации, поступающей на регистрацию в защищенные накопители.

Накопитель полетной информации (НПИ), входящий в состав блока сбора полетной информации (БСПД), обеспечивает регистрацию информации следующих потоков: копию кадра параметрической информации; файл текстовых сообщений (ACARS), выдаваемых на МФИ; расширенный объём данных об отказах от ВСК бортовых систем и оборудования самолёта и событиях, выявленных БСТО в соответствии с требованиями стандартов ARINC 604, ARINC 624; данные о наработках силовых установок, бортовых систем и оборудования; данные контроля соблюдения правил эксплуатации при

подготовке и выполнении полёта; данные о прочностных параметрах планера и агрегатов конструкции; данные о массе и центровке самолёта; данные о расходе топлива.

Формирование информации для регистрации обеспечивает блок сбора полетной информации. Блок БСПД выполняет функцию приема, преобразования передачи на регистрацию следующей информации:

- параметрических данных (32 канала ARINC429, 8 аналоговых и 8 дискретных сигналов);
- изображение от четырёх МФИ;
- информацию от трёхосевого блока датчиков линейного ускорения (БДЛУ-21);
- цифровой информации из каналов AFDX.

Блок сбора полетной информации БСПД также должен обеспечивать мониторинг информации о состоянии информационного канала самолётных систем и генерация отчётов о событиях по predetermined логике, передача данных с отчётами СКСС (ACMS) по ARINC 664 для ACARS и бортового принтера, приём статуса ВСК от компонентов системы.

Блок БСПД формирует аварийный кадр (параметрические данные) для передачи его на регистрацию в блоки МЗНИ. Для передачи аварийного кадра в накопителя предусмотрено 3 варианта:

- 1) основной - по каналу ARINC 664: аварийный кадр передается в БРЭО на коммутатор AFDX, откуда перенаправляется в МЗНИ;
- 2) резервный - по каналу Ethernet 100 Мбит/с напрямую в МЗНИ;
- 3) резервный - по каналу ARINC 717 в МЗНИ.

Предложение о применении 2-х резервных вариантов формирования аварийного кадра на регистрацию в МЗНИ предусмотрено на случай проблем с пропускной способностью канала AFDX

Блок бесперебойного питания регистратора (ББПР) – дополнительный источник питания, способный обеспечить резервное электропитание (напряжение постоянного тока) защищенного накопителя МЗНИ в течение заданного времени (не менее 10 минут) после отключения штатного бортового источника электропитания. Для каждого накопителя предусмотрен свой ББПР.

Блок беспроводной передачи ББПД данных является опциональным компонентом системы и выполняет функции передачи накопленной параметрической информации и отчётов системы контроля состояния самолета, зарегистрированных в эксплуатационном накопителе, в наземную службу обслуживания самолета по каналам 3G/4G или Wi-Fi.

Аппаратно-программными средствами будут реализованы все функции, необходимые для выполнения информационного обеспечения ТО и выдачи оператору достоверных данных о состоянии систем.

Аппаратные средства и программное обеспечение будут обеспечивать: приём, преобразование, формирование и распределение цифровых информационных потоков для обработки, накопления и передачи данных; формирование потоков параметрической информации кадровой структуры по ARINC 664 (AFDX) для регистрации в МЗНИ; формирование и регистрацию внутренней шкалы времени с обеспечением её синхронизации с внешним временем; передавать отчёты с данными по выявленным событиям в бортовую систему технического обслуживания (БСТО), в ACARS, печати на бортовом принтере и отображения на мониторах обслуживания в соответствии с рекомендациями главы 8.0 ARINC 624; обмен с портативным загрузчиком; приём/передачу информации на бортовое оборудование.

Включение и выключение режима полётного контроля и регистрации будет осуществляться в соответствии с логикой определённой протоколом.

Контроль состояния системы будет осуществляться с помощью встроенных средств стартового и фоновое контроля без использования специализированной КПА. Время проведения стартового теста и готовности к работе будет соответствовать предъявляемым требованиям.

Принципиально новое решение обеспечения сохранения информации на протяжении всего жизненного цикла самолета и при расследовании летного происшествия будет возможно при получении технологических характеристик, базового образца, превышающих требования международного стандарта TSO C 124A.

Используя свой накопленный опыт, как ведущего предприятия РФ в области производства регистраторов полетной информации, использованы следующие принципы в подходе обеспечения сохранности летной информации:

- теплозащита на основе кварцевых нановолокон, скомпактированных в объемную матрицу;
- многоконтурная теплозащита на основе химического холодильника;
- теплоотводящий материал для внутреннего корпуса микросхем памяти электронного модуля;

Для реализации комплексной защиты ЗМП прежде всего реализован высокоэффективный химический холодильник, при разработке которого необходимо учесть термодинамические характеристики веществ (органических и неорганических) при осуществлении управляемой эндотермической реакции. Однако, учитывая большое количество положительных результатов проведенных лабораторных экспериментов с образцами ЗМП, можно утверждать, что при разработке промышленной критической технологии комплексной защиты регистраторов - риски сводятся к минимуму.

В настоящее время:

- проведена предварительная проработка концепции;
- выработаны основные принципы создания теплозащиты ЗМП на собственной лабораторной базе. Имеются технологические наработки по оборудованию, оснастке, материалам для изготовления базового образца.

Имеется исследовательская лаборатория по разработке новых технологий производства комплексной защиты ЗМП, включающая в себя:

- технологию компактирования и обжига объемной матрицы из кварцевых волокон;
- технологию синтеза новых композиционных материалов с адсорбционно-химическим модифицированием для контуров химического холодильника;
- технологию изготовления теплоотводящего материала внутреннего корпуса;
- технологию расследования летного происшествия;

Имеется производственно-технологическая база для изготовления и контроля теплозащитных смесей для ЗМП;

Имеется испытательная база для подтверждения технических характеристик теплозащитных смесей (международный стандарт TSO C124A и выше);

Направление технических решений по проекту реализации технологии:

- разработка нового способа высокотемпературного измельчения под действием сдвиговых деформаций для получения тонких порошков полимеров с сильно развитой адсорбционной поверхностью;

- разработка нового способа химической модификации веществ с эндотермическим эффектом, для получения однородной и стабильной структуры с заданными физико-химическими свойствами;

- разработка многоконтурной конструкции химического холодильника для обеспечения наилучших термофизических характеристик, независимо от внешнего температурного воздействия (в интервале температур (минус 60° С ...+ 1200° С));

- разработка способа активации поверхности кварцевых волокон для увеличения термомеханических характеристик.

- разработка нового способа компактирования порошков карбида бора, с применением воздействия электромагнитных полей для обеспечения наилучшей прочности и снижения коэффициента теплопроводности.

В процессе изготовления блоков системы будут применены эластомерные материалы в качестве виброизоляционных прокладок между ПП и опорными стойками с целью уменьшения вибрационных воздействий на ПП и как следствие увеличение надежности и срока службы изделий системы.

Токопроводящие эластомерные материалы будут применены в качестве токопроводящих прокладок в корпусах блоков для обеспечения требований по ЭМС.

В комплекте поставки блоков из системы ИССКОР входят монтажные части (КМЧ). Оснастка и инструмент для монтажа и отработки ИССКОР в комплект поставки не входит, но может быть предоставлен во временное пользование на этапе летных испытаний для монтажа опытных образцов.

Основываясь на вышеприведенной информации, можно смело утверждать, что все технические требования, предъявляемые в ТЗ к системе ИССКОР выполнимы в рамках данной разработки.

## 5. Компоненты системы. Краткое описание и характеристики

### Блок сбора полётных данных БСПД

Блок сбора полётных данных БСПД имеет следующие функции и технические характеристики:

– электропитание по одному из двух каналов бортовой сети напряжением 27В в соответствии с требованиями DO-160G к оборудованию категории В (разделы 16.0 и 17.0);

– прием видеоинформации МФИ по 4 каналам ARINC 818 (в соответствии с характеристиками ТЗ), её сжатие;

– передача аварийного кадра в накопители по каналу ARINC 717/747.

– взаимодействие по 6 каналам Ethernet 100 Мбит/с с БРЭО и блоками системы:

- 2 канала – МЗНИ-21 2 шт. (копии аварийного кадра);
- 1 канал – видеоинформация от МФИ в МЗНИ-21 через ПУИ-21;
- 1 канал – передача информации в блок беспроводной передачи данных;
- 1 канал – для смены ФПО по стандарту ARINC 615A;
- 1 канал – резерв для взаимодействия с БРЭО;

– прием 8 аналоговых сигналов и их обработку;

– прием 8 дискретных сигналов и их обработку;

– прием 32 каналов ARINC 429;

– прием аналоговых сигналов от трёхосевого блока датчиков линейного ускорения (X,Y,Z);

– обработка принятой информации и передача на регистрацию;

– мониторинга полётных данных с формированием отчётов о событиях неисправности систем самолёта и передача в регистраторы для технического обслуживания;

– регистрация информации в сменный накопитель полётной информации типа Compact Flash Type II (функции эксплуатационного накопителя информации). Объём памяти накопителя 32 Гбайта;

– мощность потребления составит не более 51,5 Вт.

– конструктивно блок выполнен по стандарту ARINC 600  
в формате 3 MCU;

– вес 5,5 кг;

Структурная схема блока БСПД приведена на рисунке 7.1,  
внешний вид – на рисунке 7.2.

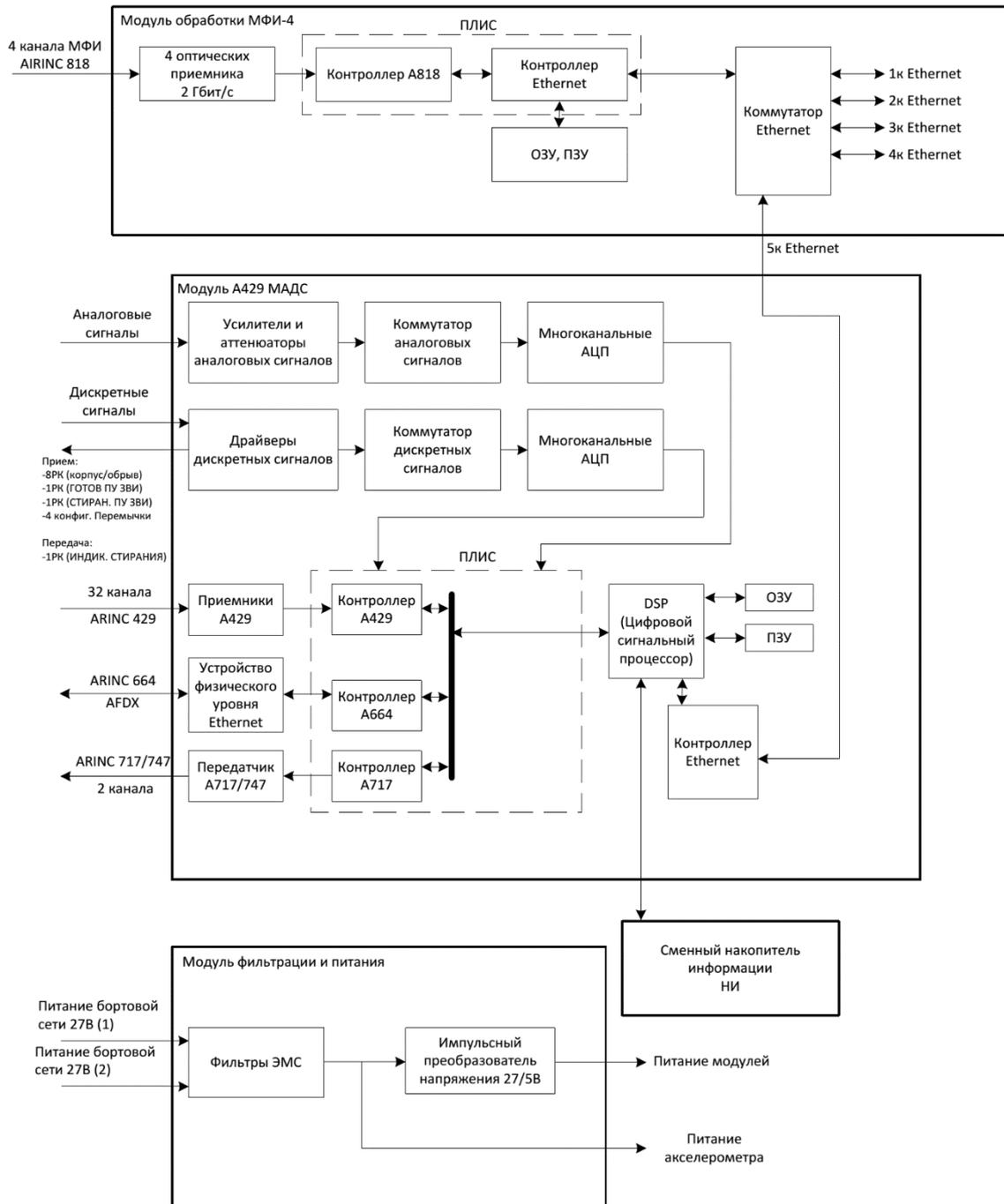


Рисунок 7.1. Структурная схема блока БСПД-21

В состав блока БСПД входят:

- модуль обработки МФИ-4;
- модуль аналоговых и дискретных сигналов МАДС-К-02;
- модуль вычислительный и ДПК;

- модуль фильтрации и питания;
- модуль коммутатора каналов Ethernet.

Модуль обработки МФИ-4 осуществляет прием видеоинформации от МФИ (многофункциональных индикаторов) по 4 оптическим каналам ARINC 818 на скорости 2,125 Гбит/с, сжатие видеоинформации по алгоритму MJPEG и передачу её по каналу Ethernet 100 Мбит/с в Модуль коммутатора каналов Ethernet. Четыре канала ARINC 818 подаются в Модуль обработки МФИ-4 на оптические приемники, осуществляющие преобразование оптического сигнала в электрический типа LVDS. Этот LVDS сигнал канала ARINC 818 подается в ПЛИС. В ПЛИС реализованы:

- контроллер канала ARINC 818, формирующий трехкомпонентный видеосигнал (RGB) по параллельному 32-разрядному интерфейсу,
- устройство сжатия трехкомпонентного видеосигнала по алгоритму MJPEG,
- контроллер канала Ethernet 100/1000 Мбит/с для передачи сжатого видеосигнала MJPEG по интерфейсу SGMII на выход ПЛИС.

С выхода ПЛИС сжатый видеосигнал MJPEG по интерфейсу SGMII подается на физический уровень канала Ethernet 100 Мбит/с и далее на выход Модуля обработки МФИ-4.

Модуль аналоговых и дискретных сигналов ARINC 429 МАДС осуществляет прием и обработку 8 аналоговых и 8 дискретных сигналов. Аналоговые сигналы подаются на Усилители и аттенюаторы аналоговых сигналов, которые обеспечивают нормирование по уровню. Дискретные сигналы подаются на драйверы, которые тоже обеспечивают нормирование по уровню. Далее нормированные по уровню аналоговые и цифровые сигналы подаются на многоканальные аналого-цифровые преобразователи (АЦП). С выходов АЦП цифровая информация через контроллер DMA прямого доступа к памяти подается в ПЛИС. Полученной в ПЛИС информацией управляет процессор DSP

Модуль аналоговых и дискретных сигналов ARINC 429 МАДС осуществляет прием информации по 32 каналам ARINC 429 (12,5 Кбит/с, 50 Кбит/с, 100 Кбит/с), взаимодействие по каналу ARINC 664, передачу аварийного кадра в блоки МЗНИ-21, прием разовой команды «Авария» от Модуля фильтрации и питания, передачу информации в Модуль коммутатора каналов Ethernet и взаимодействие через него с внешними устройствами, мониторинг полётных данных с формированием отчётов о

событиях неисправности систем самолёта и передача в регистраторы для технического обслуживания (функция ACMS).

32 входных канала ARINC 429 подаются на приемо-передатчики этих каналов. Приемо-передатчики осуществляют электрическое согласование линий каналов ARINC 429 с уровнем типа CMOS 3,3В для работы ПЛИС. В ПЛИС реализованы контроллеры каналов ARINC 429, которые взаимодействуют с цифровым сигнальным процессором (DSP).

2 выходных канала ARINC 717 формируют аварийный кадр из информации, полученной по каналам ARINC 429 и от Модуль аналоговых и дискретных сигналов МАДС-К-02 (дискретные и аналоговые сигналы). Информация в ПЛИС от контроллера ARINC 429 напрямую поступает в контроллер ARINC 717. Информация от модуля МАДС-К-02 по каналу McBSP поступает в DSP процессор, передающий информацию в ПЛИС в контроллер ARINC 717. Дальше в ПЛИС формируется уровень типа CMOS 3,3В, который в свою очередь передается в передатчики ARINC 717 и далее в аварийные накопители МЗНИ-21.

Канал ARINC 664 подается на устройство физического уровня канала Ethernet, который осуществляет сопряжение по стандартному интерфейсу типа МП с контроллером канала ARINC 664, реализованном в ПЛИС. Из контроллера канала ARINC 664 информация подается на DSP.

Информация от Модуль аналоговых и дискретных сигналов МАДС-К-02 по каналу McBSP поступает в DSP.

DSP осуществляет обработку данных на программном уровне каналов ARINC 429, ARINC 664, McBSP.

Контроллер Ethernet, входящий в состав ПЛИС обеспечивает взаимодействие DSP с Модулем коммутатора каналов Ethernet.

Модуль фильтрации и питания, осуществляет фильтрацию электромагнитных помех борт сети 27В, электрическое преобразование напряжения борт сети во вторичное напряжение 5В, питание модулей блока, прием РК «Авария» и передачу её уровнем 3,3В на выход модуля.

Питание борт сети подается на фильтры ЭМС, осуществляющие фильтрацию электромагнитных помех борт сети и собственных блока с целью обеспечения требований ТЗ по электромагнитной совместимости.

Импульсный преобразователь напряжения осуществляет электрическое преобразование энергии во вторичное напряжение 5В с целью питания модулей блока.

Накопитель полетной информации НПИ представляет собой съемный накопитель информации в формате Compact Flash Type II объемом 32 Гбайта.

Модуль коммутатора каналов Ethernet (Switch) осуществляет взаимодействие модулей блока и внешних устройств (блоков системы и БРЭО) через канал Ethernet (ARINC 646). Взаимодействие с блоками системы ИССКОР и БРЭО осуществляется по 6-ти каналам Ethernet 100 Мбит/с.



Рисунок 7.2. Внешний вид блока БСПД.

## Многофункциональный защищённый накопитель информации МЗНИ

Многофункциональный защищённый накопитель параметрической/звуковой/видео информации (блок МЗНИ-21) имеет следующие функции и технические характеристики:

- электропитание по одному из двух каналов борт сети напряжением 27В в соответствии с требованиями DO-160G к оборудованию категории В (разделы 16.0 и 17.0);

- прием, обработку и регистрацию параметрической и звуковой (от гарнитуры переговорного устройства) информации, поступающей по каналу ARINC 664 (AFDX). Существует возможность реконфигурации для обеспечения приёма параметрической информации напрямую от БСПД-21 по каналу Ethernet или по каналу ARINC 717;

- прием, обработку и регистрацию звуковой информации, поступающей по каналу Ethernet 100 Мбит/с от пульта ПУИ-21;

- прием, обработку и регистрацию видеoinформации от 4 МФИ и видеокамеры по каналу Ethernet 100 Мбит/с от пульта ПУИ-21;

- взаимодействие с БРЭО по каналу ARINC 664 (AFDX) (выдача информации ВСК или регистрируемой информации по специальному запросу БРЭО);

- взаимодействие с НКО по каналу Ethernet 100 Мбит/с (копирование зарегистрированной информации);

- электропитание от УБПН в случае аварийного режима борт сети (по DO-160G и ED112);

- мощность потребления не более 15 Вт.

- габаритные размеры 153x235x125 мм;

- вес 3,5 кг (вместе с АГС);

Защищённый модуль памяти способен хранить записанные данные до их перезаписи, не менее чем для следующих длительностей:

- параметрические данные – последние 25 часов;
- Цифровые сообщения (CPDLC) – последние 25 часов;
- звуковая/речевая информация – за последние 25 часов;
- изображение от видеокамеры в кабине – за последние 2 часа;
- изображение от четырёх МФИ - за последние 2 часа.

Структурная схема блока МЗНИ приведена на рисунке 8, внешний вид – на рисунке 9.

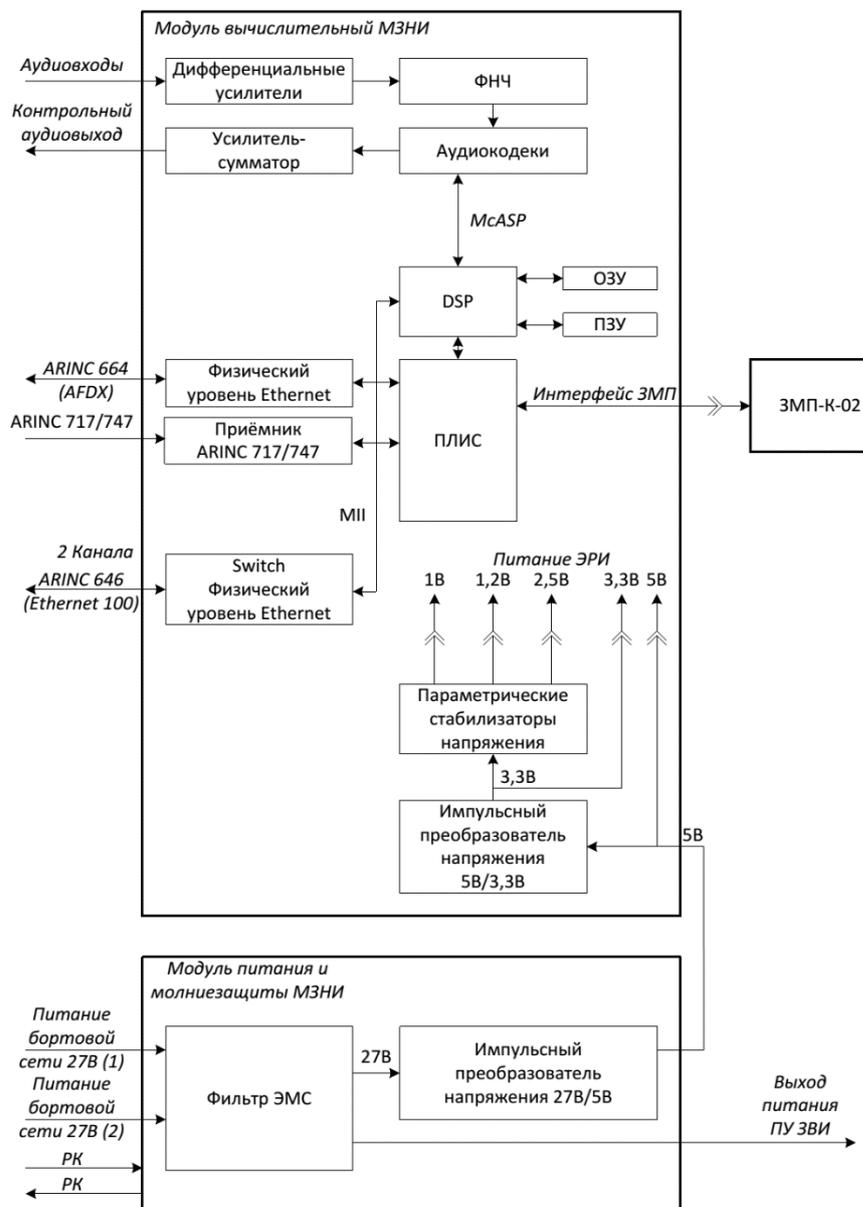


Рисунок 8. Структурная схема блока МЗНИ

В состав блока МЗНИ входят:

- Процессорный модуль;
- Модуль вторичного питания;
- Модуль фильтрации и питания;
- Защищенный модуль памяти ЗМП-К-02.

Процессорный модуль, осуществляет

- прием параметрической и речевой (переговорного устройства) информации по каналу AFDX;
- возможность приёма параметрической информации по каналу ARINC 717;
- прием аудио и видеоинформации по каналу Ethernet 100 Мбит/с от ПУИ-21;
- регистрацию информации в защищенный модуль памяти ЗМП-К-02;
- взаимодействие по МП-интерфейсу с физическим уровнем канала ARINC 646 Модуля вторичного питания (канал приема данных при условии реконфигурации канала передачи параметрической информации от БСПД-21).

Модуль вторичного питания осуществляет:

- прием параметрической информации по каналу Ethernet 100 Мбит/с от блока БСПД-21 (при условии реконфигурации канала передачи параметрической информации);
- взаимодействие с НКО по каналу Ethernet 100 Мбит/с (копирование зарегистрированной информации).

Модуль фильтрации и питания осуществляет фильтрацию напряжения питания борт сети 27В с целью обеспечения требований ЭМС, формирование напряжения питания 5В, прием разовой команды «Авария».

ЗМП-К-02 является защищенным модулем памяти регистрации полетной информации и взаимодействует с Процессорным модулем по параллельному интерфейсу.



Рисунок 9. Внешний блока МЗНИ.

Пульт управления и индикации звуковой/речевой информации ПУ ЗВИ

Пульт управления и индикации звуковой/речевой информации ПУ ЗВИ имеет следующие функции и технические характеристики:

- электропитание от блоков МЗНИ;
- прием информации от микрофонов, видеокамеры, видеоинформации от БСПД-21 и передача по каналам Ethernet в накопители МЗНИ;
- формирование питающего напряжения микрофона и видеокамеры. Питание видеокамеры осуществляется по каналу Ethernet (функция Power over Ethernet);
- шаг подстройки коэффициента усиления 0 дБ, 6 дБ, 12 дБ или 24 дБ с поддержкой их комбинации до максимального уровня 42 дБ;
- формирование контрольного аудиовыхода регистрируемой звуковой информации для прослушивания на авиагарнитуре;

- формирование РК в блок БСПД на стирание звуковой и видеоинформации.

- светопроводящая лицевая панель соответствует требованиям SAE AS7788 для Класса 2-BW и типа VII;

- регулировка яркости подсветки осуществляется с использованием ШИМ сигнала и от внешнего переключателя режима «День-Ночь»;

- мощность потребления не более 8 Вт.

- габаритные размеры пульта не превышают 146 мм (ширина) x 90 мм (глубина) x 57 мм (высота).

- вес 1 кг;

Структурная схема пульта ПУ ЗВИИ приведена на рисунке 10, внешний вид– на рисунке 11.

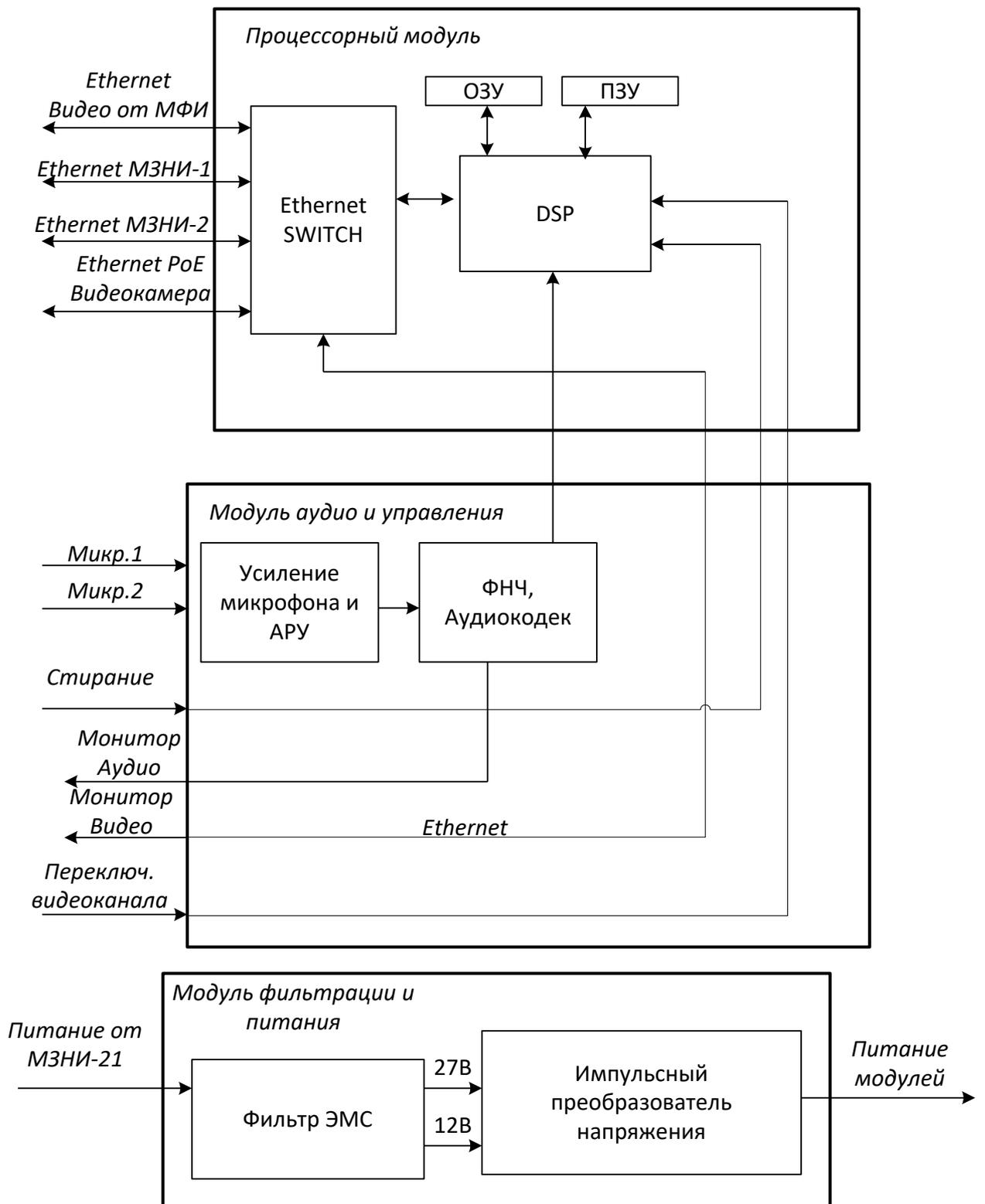


Рисунок 10. Структурная схема пульта ПУ ЗВИ

В состав пульта ПУ ЗВИ входят:

- Процессорный модуль пульта ПУ ЗВИ;
- Модуль аудио и управления;
- Модуль фильтрации и питания;
- индикаторы и кнопки команд;

Процессорный модуль пульта ПУ ЗВИ обеспечивает прием информации от БСПД, от видеокамеры, прием обработанной аудиоинформации от Модуля аудио и управления и передачу в блоки МЗНИ (2 шт.).

Модуль аудио и управления обеспечивает необходимый уровень напряжения и необходимое (в рамках допустимого) сжатие динамического диапазона сигнала, включение стирания звуковой/речевой и видеоинформации в памяти МЗНИ (2 шт.), подсветку передней панели, поддержку функции мониторинга аудио и видеоинформации, переключение канала монитора видеоинформации от одного из МЗНИ. Также при помощи внешних перемычек осуществлена возможность изменения уровня усиления принимаемого сигнала.

Модуль питания обеспечивает формирование стабилизированных напряжений, необходимых для питания всех модулей пульта. В модуле питания применяются малогабаритные импульсные преобразователи, отличающиеся высокой надежностью, имеющие защиту от переходных процессов в бортовой сети электропитания. Модуль питания осуществляет также функции активного фильтра, уменьшающего помехи и скачки напряжения бортовой сети до приемлемой величины.



Рис. 11. Внешний вид пульта ПУ ЗВИ

## Блок бесперебойного питания Регистратора ББП

Блок бесперебойного питания регистратора ББП имеет следующие функции и технические характеристики:

- ББП соответствует стандартам ARINC777 и КТ-160G;
- электропитание по одному из двух каналов борт сети напряжением 27В в соответствии с требованиями КТ-160 G, разделы 16.0 и 17.0;
  - мощность, потребляемая ББП по цепи постоянного тока напряжением 27 вольт составляет не более 5 ватт в режиме поддержания заряда и не более 120 ватт в режиме заряда (время заряда по ARINC 777 и ED-112).
- обеспечение электропитанием постоянного тока, мощностью не менее 27 Вт (мощность потребления блока МЗНИ, пульта ПУ ЗВИ, видеокамеры и микрофона) в течение времени не менее 10 минут ( $\pm 1$  минута) при аварийной режиме бортовой сети;
- время заряда ББП от момента подачи или восстановления питания бортовой сети (напряжение для сети переменного тока не менее 107 вольт, напряжение для сети постоянного тока не менее 22 вольт) составляет:
  - не более 15 минут для обеспечения работы регистратора не менее 10 минут;
  - не более 10 минут для обеспечения работы регистратора не менее 6 минут.
- габаритные размеры ББП имеют следующие значения (без учета разъема)  
высота – 184 мм, ширина – 139 мм, длина – 119 мм.
  - вес 2, 5 кг (в соответствии с ARINC 777);

Структурная схема блока ББП приведена на рисунке 12, внешний вид – на рисунке 13.

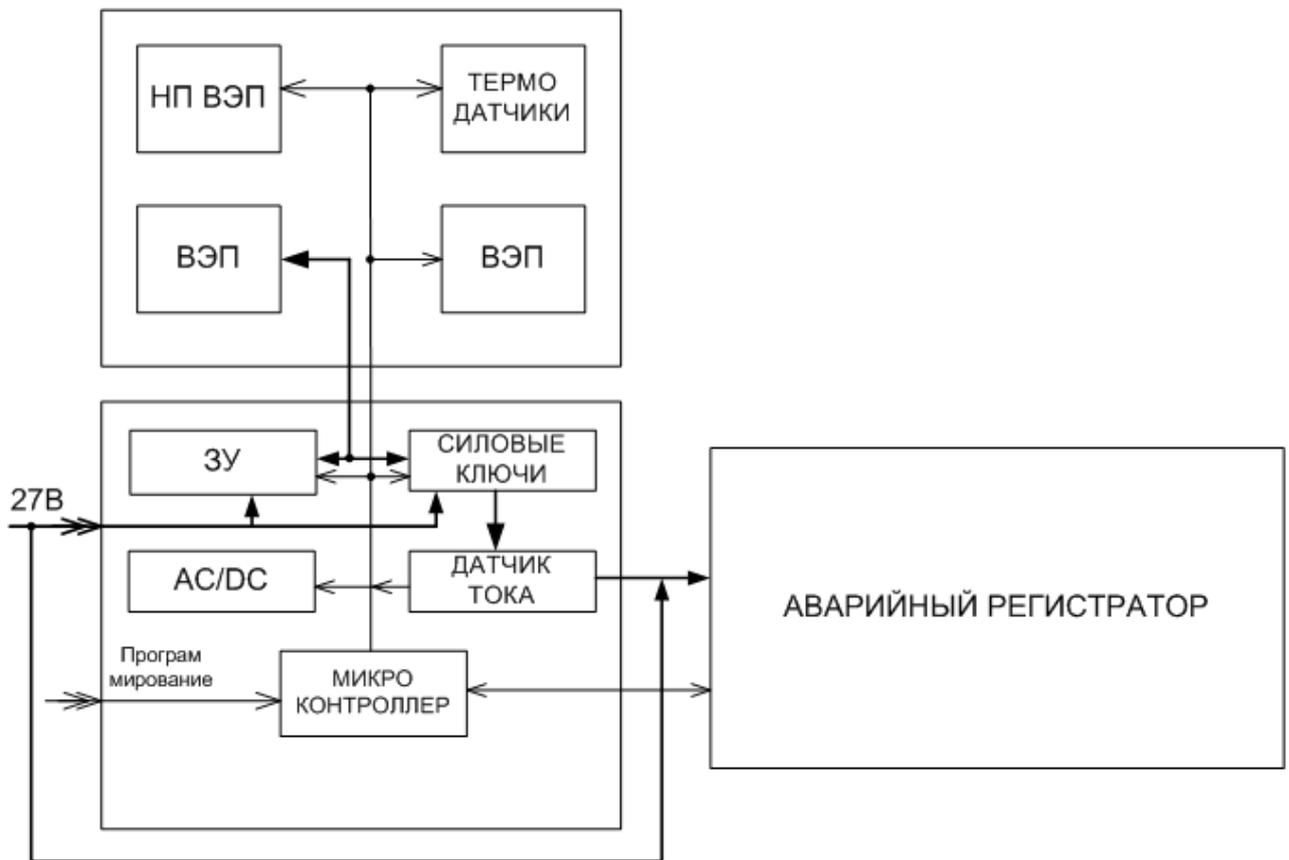


Рисунок 12. Структурная схема ББПР при подключении к сети 27В

ББПР состоит из 2 модулей:

- Модуль питания (МП) содержит в себе:
  - внутренний элемент питания (ВЭП), накапливающий энергию для обеспечения аварийного питания накопителя;
  - датчики разгерметизации внутреннего элемента питания (ДР ВЭП);
  - нагревательные платы, необходимые для прогрева внутреннего элемента питания (НП ВЭП);
  - термодатчики, необходимые для контроля процесса прогрева внутреннего элемента питания.

МП является сменным элементом и подлежит замене по мере износа внутреннего элемента питания.

- Модуль управления и коммутации (МУК) содержит в своем составе:
  - микроконтроллер управления функционированием ББПР - 1986BE93У производства ЗАО «ППК Миландр»;
  - АС/DC преобразователь для обеспечения питанием постоянного тока 27 вольт накопителя и внутренней схемы ББПР;
  - зарядное устройство (ЗУ), необходимое для первоначального заряда и последующего поддержания заряда внутреннего источника питания;
  - набор силовых ключей;
  - датчик тока, необходимый для обнаружения перегрузки питания накопителя;
  - разъем, обеспечивающий коммутацию ББПР к внешним блокам;
  - разъем, позволяющий обновлять СПО микроконтроллера управления.

#### Принцип функционирования ББПР.

ББПР может быть запитан от сети постоянного тока напряжением 27 вольт. В этом случае в нормальном режиме работы ББПР пропускает через себя постоянный ток бортовой сети на накопитель, не корректируя его.

При подключении питания ББПР начинает заряд ВЭП, используя ЗУ. По окончании заряда ВЭП, ЗУ переключается в режим поддержания заряда для компенсации саморазряда ВЭП. При наступлении события пропадания питания, микроконтроллер переключает силовые ключи для обеспечения коммутации ВЭП на выход ББПР, при этом исключается коммутация ВЭП на бортовую сеть. По прошествии 10 минут аварийного режима, ББПР отключит питание от накопителя. В случае восстановления питания бортовой сети до истечения 10 минут, ББПР восстановит запитывание от бортовой сети и повторно проведет заряд ВЭП.



Рисунок 13. Внешний вид блока ББП

### Акселерометр трехосевой АТО

Акселерометр трехосевой АТО выполнен в соответствии с техническими и массогабаритными характеристиками, указанными в стандарте ARINC 717 и ТЗ на систему ИССКОР. На рисунке 14 представлен внешний вид акселерометра.



Рис. 14. Внешний вид блока датчиков линейного ускорения

## Блок беспроводной передачи данных ББПД

Блок беспроводной передачи данных ББПД имеет следующие функции и технические характеристики:

- электропитание по одному из двух каналов борт сети напряжением 27В в соответствии с требованиями КТ-160 G, разделы 16.0 и 17.0;
- взаимодействие по каналу Ethernet 100 Мбит/с с блоком БСПД сер.1;
- передача данных с помощью мобильной связи 3G/4G (с возможностью использования до двух поставщиков услуги мобильной связи);
- мощность потребления составляет не более 25 Вт (в режиме передачи).
- масса не более 2 кг.

Структурная схема блока ББПД приведена на рисунке 15, внешний вид– на рисунке 16.

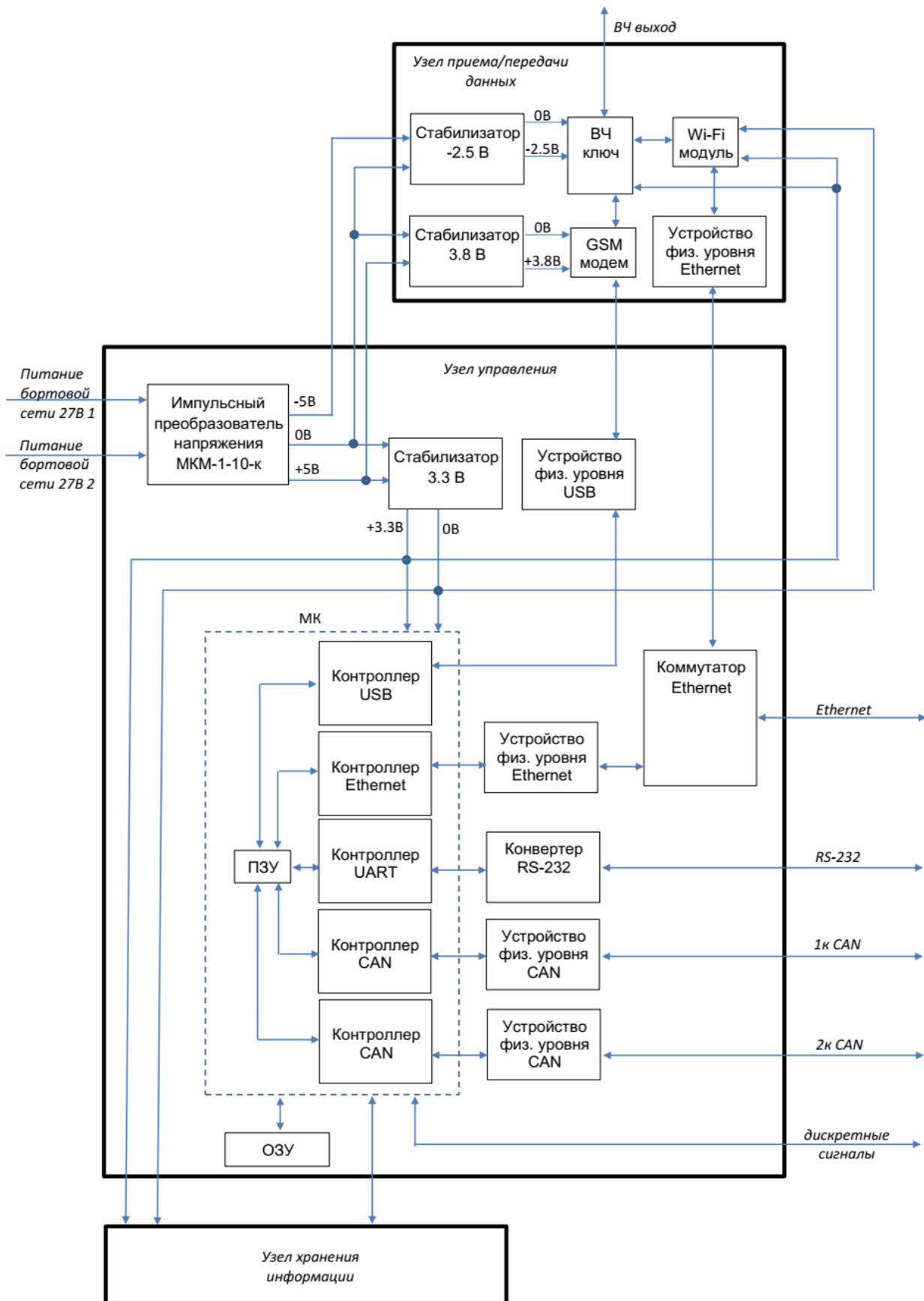


Рисунок 15. Структурная схема блока БПД-21

В состав блока ББПД входят:

- узел обработки входной информации;
- узел радиопередатчика;
- узел SIM и USB;
- узел формирования низковольтного электропитания;
- узел индикации.

В состав блока ББПД:

- узел управления;
- узел приёма/передачи информации;
- узел хранения информации;

Узел управления предназначен для организации взаимосвязи с бортовым оборудованием по стандартизированным интерфейсам Ethernet, RS-232, CAN (ARINC 825) и дискретным сигналам. Данный узел сопрягается с узлом приёма-передачи для организации сеансов радиосвязи с специализированным сервером.

Также узел управления обеспечивает приём электропитания от бортовой СЭС: малогабаритный DC/DC – преобразователь типа МкМ-1, имеющий один выходной канал номинальным напряжением 5 В и током нагрузки до 6 А (30 Вт). Напряжение питания, формируемое преобразователем, снабжает электроэнергией все прочие узлы ББПД. Является самым тепловыделяющим элементом блока (3 Вт при максимальной нагрузке). Принимая во внимание необходимость отведения тепла от МкМ-1, в конструкцию блока был введен радиатор и проведен тепловой расчет.

Узел приёма/передачи информации обеспечивает реализацию необходимого для ББПД функционала: прием и передачу данных через каналы сотовой связи по стандартам 2G/3G/4G.

В изделии обеспечена технологичность процесса сборки. Доступность элементов позволяет осуществлять быстрый монтаж с использованием минимального количества гибких проводников. Электрическое соединение между узлами осуществляется с помощью разъемного соединения. На конечном этапе сборки рама с установленными узлами и подсоединенными внешними разъемами

закрывается кожухом из пластика. Такой подход позволяет обеспечить ремонтпригодность изделия.

Данный блок имеет соединитель, предназначенный для подключения антенны. Антенна может быть, как внешняя, расположенная вдали от блока, так и закрепленная на корпусе блока. В настоящее время проработана антенна, предназначенная для расположения на фюзеляже самолёта, по аналогии с самолётом SSJ-NEW. На дальнейших этапах при необходимости будет проработан вариант антенны, крепящийся непосредственно к блоку.

На боковой панели блока расположен лючок, содержащий в себе и два разъема под SIM-карты GSM-диапазона и разъем для USB-интерфейса. Основная функция данного отделения – обеспечение сервисных функций (отладка, загрузка прошивки, получение информации с Flash-памяти, установка и замена SIM-карт). При замене SIM-карт замена программного обеспечения не требуется.

Программное обеспечение блока позволяет без труда изменить настройки Wi-Fi соединения, произвести обслуживание SIM-карт, а также проконтролировать ВСК модулей и блока в целом. Блок ББПД сер.1 обеспечивает передачу слова состояния в блок БСПД сер.1 для отправки в БСТО.

Передача зарегистрированной параметрической информации по беспроводному каналу осуществляется только при наличии условий (дискретных сигналов): стояночный тормоз поднят, стойка шасси обжата.



Рисунок 16. Внешний вид блока ББПД

### Антенна для блока ББПД

Антенна используется совместно с блоком ББПД для передачи сигнала 3G/4G и Wi-Fi. Антенная представлена как отдельная позиция, предназначенная для крепления на фюзеляже самолёта по аналогии с самолётом SSJ-NEW. При необходимости её можно расположить и в отсеке БРЭО. На следующих этапах ОКР при необходимости будет проработана штыревая антенна, крепящаяся непосредственно к блоку ББПД.

Внешний вид антенны для блока ББПД приведена на рисунке 17.



Рисунок 17. Внешний вид антенны для блока ББПД

## Цифровая телевизионная камера видеонаблюдения в кабине.

Выдача изображения с видеокамеры на регистрацию осуществляется по интерфейс Ethernet 100 Мбит/с с функцией питания по Ethernet (PoE). Данное техническое решение обеспечивает отсутствие необходимости формирования отдельного специализированного питания для видеокамеры, что несомненно является преимуществом по причине уменьшения количественно-весовых характеристик кабельной части объекта.

Масса видеокамеры составляет 230 г без объектива; тип объектива определяется по итогам лётных испытаний.

Внешний вид видеокамеры представлен на рисунке 17.

В качестве цифровой телевизионной камеры может быть выбрана видеокамера другого типа. Возможна разработка видеокамеры по кооперации со сторонней организацией под необходимые габариты в соответствии с требованиями заказчика.



Рисунок 18. Внешний вид видеокамеры

### Открытый электретный микрофон УМЭ

Микрофон УМЭ-1 УМЯИ.468629.094 является покупным изделием и разработан в кооперации с другим предприятием (АО «ОКБ» ОКТАВА»). Исполнение (внешний вид и габариты) микрофона по стандарту ARINC 757. Микрофон является электретным и отвечает всем современным требованиям. Внешний вид микрофона представлен на рисунках 18.



Рисунок 19. Внешний вид микрофона