

УТВЕРЖДАЮ

Директор АО «Конвект – 6 ЛИИ»

Бруцкий А.И.

2023



КОНКУРСНАЯ РАБОТА

на участие в конкурсе

«Авиастроитель года» по итогам 2023 года

в номинации: **Лучший инновационный продукт**

Акционерное Общество «Конвект-6 ЛИИ»

Акционерное Общество «ЛИИ им. М.М. Громова»

Разработка и внедрение программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ при лётных испытаниях гражданской и военной авиационной техники.

(наименование работы)

Жуковский
2023

№	ФИО авторов (без сокращения), ученые степени и звания, должности (со структурными подразделениями) и наименования организаций (по основному месту работы)
1.	Жильцов Игорь Александрович , Заместитель директора по НИОКР и производству Акционерного общества «Конвед - 6 ЛИИ» (руководитель работы)
2.	Бруцкий Анатолий Иосифович , Директор Акционерного общества «Конвед - 6 ЛИИ»
3.	Бондарцев Владимир Васильевич , кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Главный метролог – начальник Центра управления качеством, метрологии и испытаний измерительных систем Акционерного общества «Лётно – исследовательский институт имени М.М. Громова»
4.	Бордуков Андрей Алексеевич , начальник лаборатории метрологического обеспечения и управления качеством Центра управления качеством, метрологии и испытаний измерительных систем Акционерного общества «Лётно – исследовательский институт имени М.М. Громова»

Содержание

1. АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ И ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ДЛЯ ГОСУДАРСТВА.....	4
2. НАУЧНАЯ НОВИЗНА И ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ	5
3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗРАБОТКИ.....	11
4. АНАЛИЗ РЫНКА И КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА РАЗРАБОТКИ..	21
5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗРАБОТКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ.....	22
6. ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ И ПАТЕНТНО – ЛИЦЕНЗИОННАЯ ЦЕННОСТЬ.....	23
7. СОЦИАЛЬНО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ И МАСШТАБЫ РЕАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ	25

1 Актуальность разработки и востребованность для Государства

Лётные испытания авиационной техники представляют всесторонние натурные эксперименты, в процессе которых осуществляется измерения практически всех параметров, характеризующих работу или состояние летательного аппарата, его силовых установок и оборудования. По результатам проведённых измерений формируется заключение о тактико-технических возможностях авиационных комплексов, определяющих целесообразность их серийного производства или начала массовой эксплуатации.

Стремление специалистов получить из одного эксперимента как можно больший объем информации снижает стоимость испытаний, однако, существенным образом усложняет всю систему бортовых измерений (СБИ) включая послеполётную обработку. Эти трудности характеризуются наличием на борту средств измерений, действующих на различных физических принципах, возрастанием роли синхронизации измерительных данных и усложнением процесса управления работой систем бортовых измерений. Естественно, при организации бортовых измерений при лётных испытаниях авиационной техники не снимаются вопросы обеспечения высокой точности и надёжности измерений.

В измерениях при лётных испытаниях авиационной техники используются разнообразные физические принципы преобразования параметров и явлений в электрический сигнал, и разные способы записи этих преобразованных сигналов на какой – либо носитель. Это затрудняло выработку единого подхода к разработке программно – аппаратных систем бортовых измерений и требовало детального анализа структуры измерений каждого сигнала или параметра.

Постоянно растущие требования к созданию авиационной техники привели к научно- технической разработке программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ, не имеющих аналогов в Российской Федерации.

Научно – техническая разработка программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ велась в рамках приоритетного направления для Российской

Федерации (Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899) - информационно-телекоммуникационные системы.

Научно – техническая разработка входит в перечень критических технологий Российской Федерации, а именно:

1. Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники;
2. Технологии информационных, управляющих, навигационных систем;
3. Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем.

Программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ востребованы при проведении лётных испытаний авиационной техники таких самолётов как Ту-160, Ту-95МСМ, Ту -22М Т-50(Су-57), Су-30СМ, Су-35,С, С-70Б, МИГ-35, ЯК-130М, SSJ-100NEW, Ил – 76МД-90А, Ил-114-300, ДМС-901 Ка-27, Ка-29, Ка-62, Ми-38, Ка-52М, Ка-32, Ка-226Т.

Формирование требований к разработке программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ осуществлялось в рамках потребностей потенциальных заказчиков (Конструкторских бюро) к регистрации (измерениям) при проведении лётных испытаний авиационной техники, в том числе государственных испытаний.

2. Научная новизна и описание разработки

Основная научно – техническая идея, на достижение которой направлена разработка программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ заключалась в способности одновременно получать(измерять), преобразовывать и передавать аналоговые, цифровые, дискретные, оптические сигналы, сигналы спутниковых навигационных систем, в возможности конфигурирования в процессе эксплуатации в зависимости от перечня регистрируемых параметров при испытаниях авиационной техники, возможности размещения систем бортовых измерений в зонах локализации источников информации (первичные

преобразователи, бортовое радиоэлектронное оборудование, коммутаторы и т.д.), возможности предполётной проверки модулей сбора данных, а также послеполётной автоматизированной обработки полётных данных. Внешний вид программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ представлены на рисунке 1.

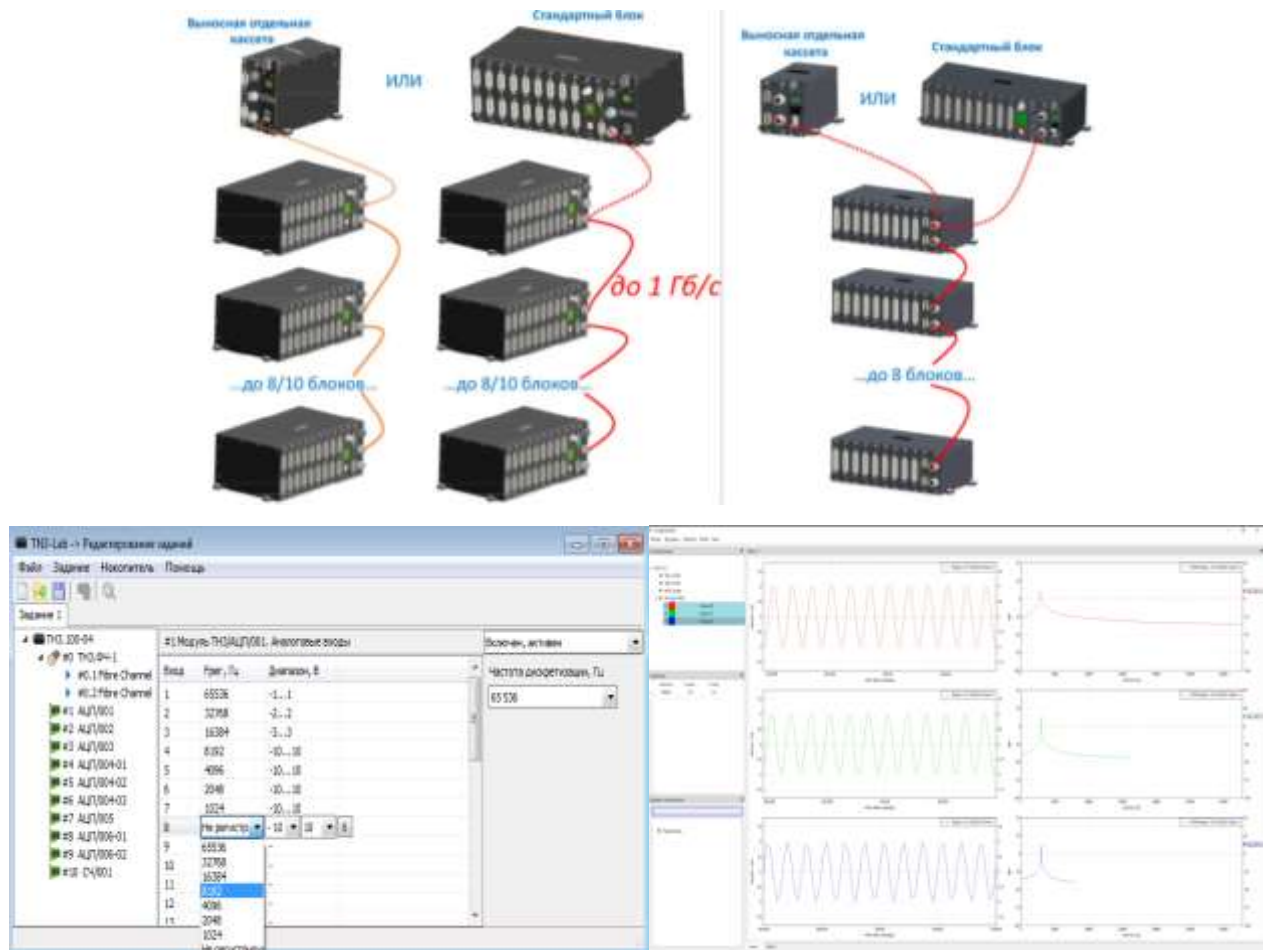


Рисунок 1 – Внешний вид программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ

Программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ включают следующие отдельно поставляемые инновационные изделия:

- бортовые блоки (кожухи бортовые);
- платы сбора;
- кассеты памяти;
- модулей приёма аналоговых сигналов;

- модулей приёма цифровых сигналов;
- модулей информации со спутниковых навигационных систем;
- специальное программное обеспечение настройки и управления системами бортовых измерений;
- специальное программное обеспечение, автоматизации и мониторинга фиксируемой в процессе летных и наземных испытаний информации в режиме реального времени;
- специальное программное обеспечение формирования отчетов, протоколов и др. справочной информации;
- специальное программно – математическое обеспечение «Полёт» обработки полётной информации. Структурная схема программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ представлена на рисунке 2.

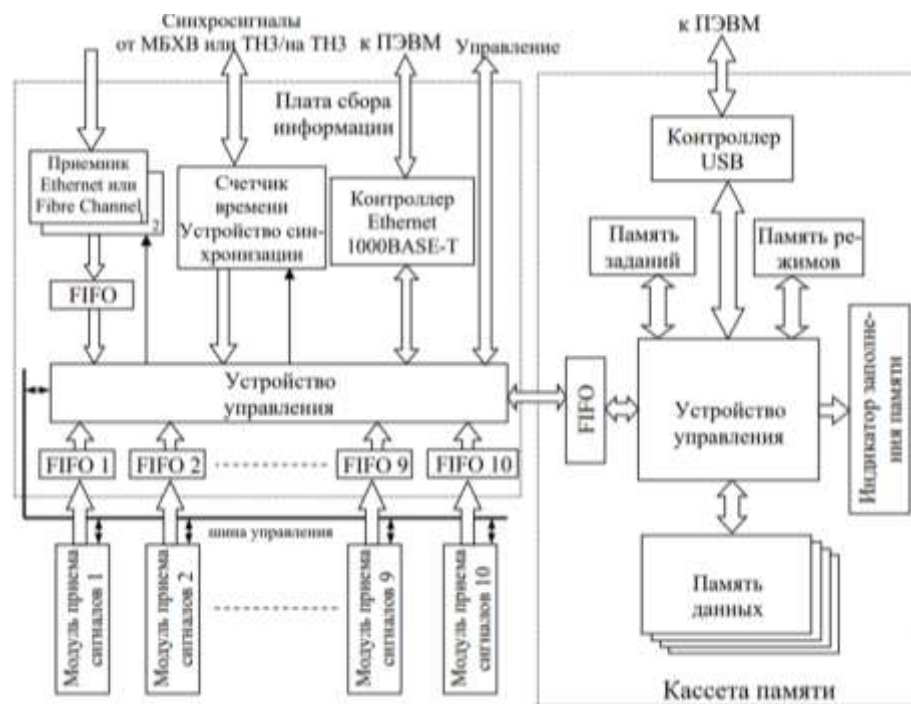


Рисунок 2 – Структурная схема программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ

Каждый модуль, в соответствии с назначением, принимает определенную для него информацию, преобразует ее в цифровой вид и передает ее в буферную память платы сбора. Для каждого модуля в плате сбора отведена своя буферная память. Каждые 1/1024 секунды контроллер платы сбора передает всю собранную за это

время информацию в кассету памяти, где она сохраняется в энергонезависимой памяти. Сохраненная в процессе регистрации в кассете памяти информация впоследствии передается в ПЭВМ через канал USB.

Программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ принимает синхросигналы частотой 131 072 Гц и 1 Гц для синхронизации процесса регистрации и внутреннего таймера. С целью привязки к шкале единого времени по каналу RS-422 принимает от малогабаритного бортового хранителя времени кодовую последовательность, содержащую информацию о времени. Синхросигналы и Московское время, при наличии модуля приема сигналов спутниковых навигационных систем NAVSTAR/ГЛОНАСС, могут также поступать от этого модуля. Программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ передают в реальном времени собираемую информацию по шине Ethernet 1000BASE T в ПЭВМ.

Разработанное специальное программное обеспечение настройки и управления системами бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ можно разделить на следующие структурные группы:

1) Аппаратная – включает связь кассеты памяти ТНЗ с специальным программным обеспечением посредством драйверов;

2) Прикладная, которую можно разделить на функциональные группы:

- создание и редактирование конфигураций и запись, чтение их в память бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ, а также в ПЭВМ;

- считывание и стирание накопленных данных из кассеты памяти ТНЗ;

- работа с информацией, сохранённой в ПЭВМ.

Работа при регистрации данных

Питание программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ

осуществляется от бортовой сети 27В летательного аппарата через разъем платы сбора. Встроенные источники питания преобразуют входное напряжение в напряжения, необходимые для питания электронной части накопителя.

Подготовка к регистрации

После подачи питания на программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ, кассета определяет наличие свободной памяти для регистрации данных и выводит ее объем в процентах от имеющегося объема памяти на индикаторе «ОСТАТОК %».

Перед началом регистрации из памяти заданий кассеты в плату сбора передаётся содержание программы сбора согласно выбранному заданию. Программа сбора содержит информацию о том, данные каких модулей и линий необходимо регистрировать, информацию о настройках модулей, информацию о частоте регистрации и т.д. После получения задания, плата сбора производит настройку модулей и линий приёма в соответствии с заданием.

Регистрация данных

Регистрация данных производится согласно выбранному заданию по команде включения записи. Сигнал включения записи обрабатывается формирователем команды запись. Формирователь анализирует время прихода внешнего сигнала записи и вырабатывает сигнал начала процедуры записи, совпадающий с началом секунды внутреннего таймера программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ. Таким образом, регистрация данных начинается с целой секунды.

Во время регистрации собираемые данные из модулей и кожухов расширения накапливаются в соответствующей буферной памяти платы сбора. С приходом очередной метки времени от внутреннего счетчика времени устройство управления платы сбора производит передачу собранных данных в кассету памяти. Контроллер кассеты памяти принимает данные и сохраняет их в энергонезависимой памяти.

Процесс регистрации прекращается при снятии сигнала включения записи или при полном заполнении памяти данных кассеты. В памяти режимов сохраняется

номер текущего режима записи, адрес расположения режима в памяти данных, номер задания, дата и время начала и окончания регистрации. На индикаторе остатка памяти отображается количество оставшейся памяти в процентах.

Работа при передаче собираемых данных в режиме реального времени

Передача собираемых данных в режиме реального времени осуществляется по шине Ethernet 1000BASE-T. Если передача данных разрешена в задании, данные, при регистрации на кассету, одновременно в том же объеме передаются по шине Ethernet 1000BASE-T. Также передачу данных по шине Ethernet 1000BASE-T можно активизировать от ПЭВМ, при этом регистрацию данных на кассету можно разрешать или не разрешать.

Работа при передаче данных, зарегистрированных кассетой памяти, в ПЭВМ.

Для передачи информации кассета может оставаться в составе бортового кожуха или изыматься из него после отключения питания. При помощи кабеля кассета соединяется с портом USB ПЭВМ спецификации 1.1, 2.0 или 3.0. Кассета памяти воспринимает от ПЭВМ команды, подаваемые пользователем с помощью специального программного обеспечения, и выполняет действия по считыванию зарегистрированной информации в ПЭВМ, стиранию накопленных в энергонезависимой памяти данных, а также сохранению заданий на работу в энергонезависимой памяти заданий. При этом специальное программное обеспечение, устанавливается и выполняется на ПЭВМ.

Структурная схема распределенной системы:

- для кожуха ТНЗ.100 и платы сбора ТНЗ.ПК-2 изображена на рисунке 3а;
- для кожуха ТНЗ.300 и платой сбора ТНЗ.ПК-3 изображена на рисунке 3б.

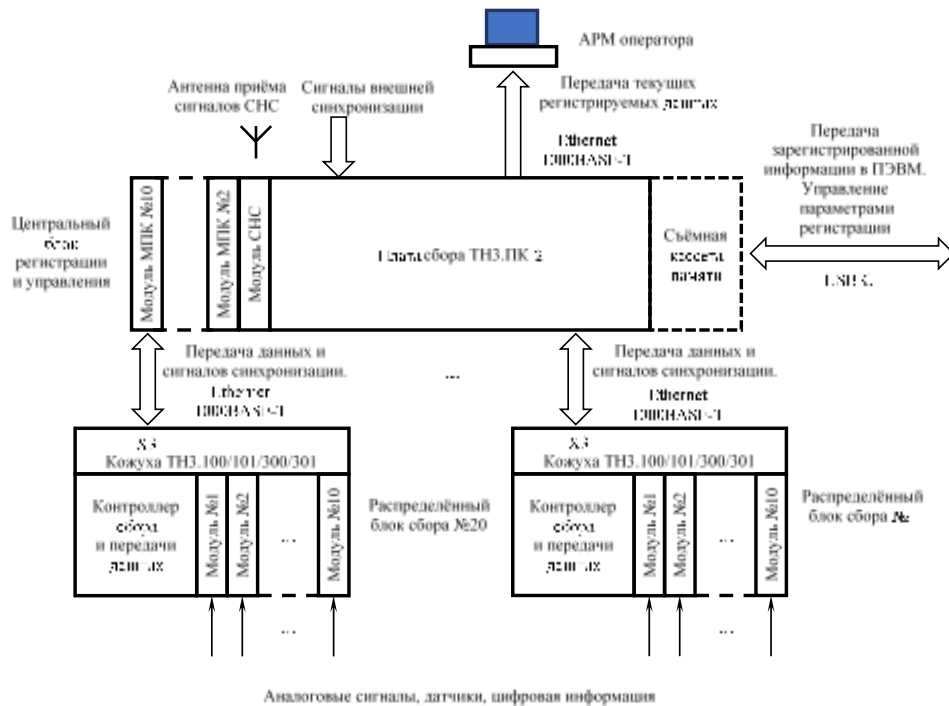


Рисунок 3а - Структурная схема распределённой системы для кожуха TH3.100 с платой сбора TH3.ПК-2

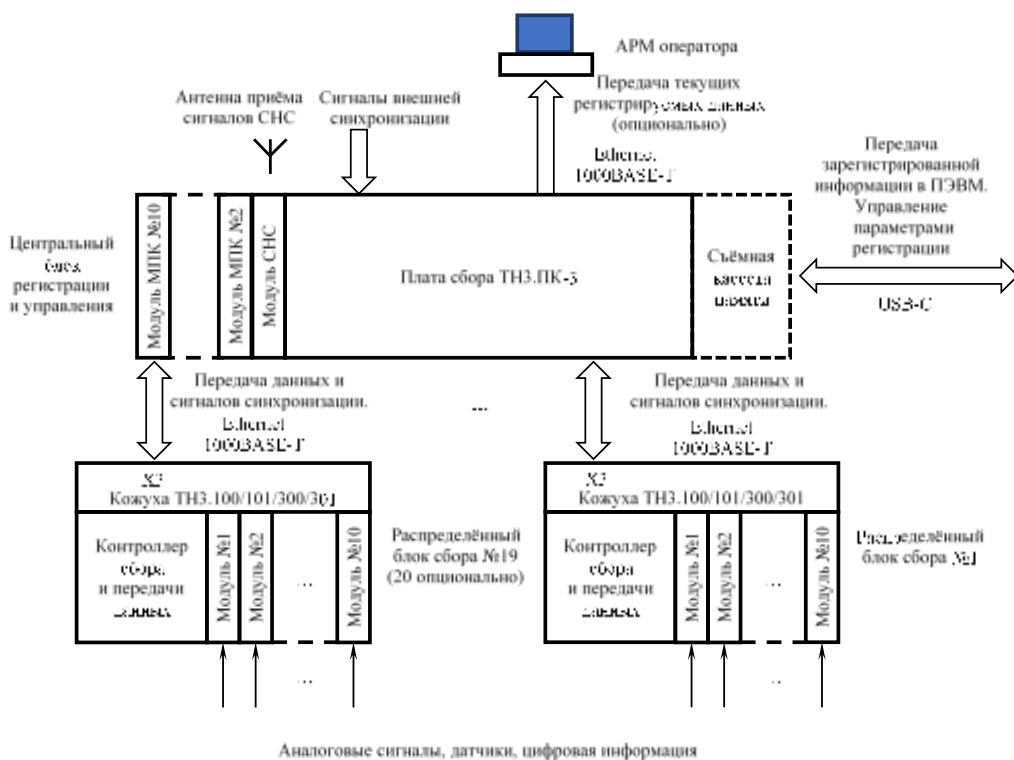


Рисунок 3б - Структурная схема распределённой системы для кожуха TH3.300 с платой сбора TH3.ПК-3

3. Основные технические характеристики разработки

Основные технические характеристики программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации TH3 представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование характеристики	Значение	Единица измерения
1	Количество слотов для установки модулей приема сигналов: - кожух бортовой ТНЗ.100-00 - кожух бортовой ТНЗ.100-01 - кожух бортовой ТНЗ.100-02 - кожух бортовой ТНЗ.100-03 - кожух бортовой ТНЗ.100-04	0 4 6 8 10	
1.1	Количество слотов для установки малогабаритных модулей приема сигналов: - кожух бортовой ТНЗ.300-00 - кожух бортовой ТНЗ.300-01 - кожух бортовой ТНЗ.300-02 - кожух бортовой ТНЗ.300-03 - кожух бортовой ТНЗ.300-04	0 4 6 8 10	
1.2	Количество слотов для установки модулей приема сигналов: - кожух расширения ТНЗ.101-01 - кожух расширения ТНЗ.101-02 - кожух расширения ТНЗ.101-03 - кожух расширения ТНЗ.101-04	4 6 8 10	
1.3	Количество слотов для установки малогабаритных модулей приема сигналов: - кожух расширения ТНЗ.301-01 - кожух расширения ТНЗ.301-02 - кожух расширения ТНЗ.301-03 - кожух расширения ТНЗ.301-04	4 6 8 10	
2	Количество входных линий по стандарту 100BASE-TX Ethernet (AFDX)	2	
2.1	Максимальная информативность каждой линии по стандарту 100BASE-TX Ethernet (AFDX)	10	МБ/с
2.2	Режимы сбора данных по стандарту 100BASE-TX Ethernet (AFDX)	монитор	
2.3	Количество входных линий по стандарту 1000BASE-T Ethernet	2	
2.4	Максимальная информативность каждой линии по стандарту 1000BASE-T Ethernet	100	МБ/с
3	Количество входных линий по стандарту INCITS 424-2007 (FC-FS-2) (Fibre Channel)	2	
3.1	Максимальная информативность каждой линии INCITS 424-2007 (FC-FS-2) (Fibre Channel)	20	МБ/с
3.2	Режимы сбора данных по стандарту INCITS 424-2007 (FC-FS-2) (Fibre Channel)	монитор	
4	Количество подключаемых распределенных кожухов: - плата сбора ТНЗ.ПК2 - плата сбора ТНЗ.ПК3	8 8	шт.
4.1	Максимальная информативность каждой линии данных с распределенных кожухов	80	МБ/с
4.2	Расстояние между блоками расширения, не более	80	м

5	Входы и выход сигналов внешней синхронизации: - вход синхронизации 1 Гц - вход синхронизации 131072 Гц - вход информации московского времени - вход синхронизации 131072 Гц, 1 Гц, московского времени - выход синхронизации 131072 Гц, 1 Гц, московского времени	1 1 1 1 1	
6	Взаимодействие накопителя с ПЭВМ в режиме реального времени	Шина 1000BASE-T Ethernet	
6.1	Режимы взаимодействия накопителя с ПЭВМ	передача регистрируемой информации	
6.2	Максимальная длина линии связи Накопитель – ПЭВМ	50	м
7	Взаимодействие кассеты ТНЗ.201 и ТНЗ.300 с ПЭВМ	шина USB	
7.1	Взаимодействие кассеты ТНЗ.200 с ПЭВМ	шина USB	
7.2	Режимы взаимодействия кассеты с ПЭВМ	- передача заданий на работу из ПЭВМ; - передача накопленных данных в ПЭВМ;	
7.3	Скорость передачи зарегистрированной информации в ПЭВМ, не менее - для спецификации USB 3.0 - для спецификации USB 2.0 - для спецификации USB 1.1	250 25 12	МБ/с
7.4	Максимальная длина линии связи кассета – ПЭВМ	5	м
8	Время сохранности записанной информации при отключении источника питания, не менее	10	лет
9	Объем накопления информации	64...1024	ГБ
9.1	Максимальная скорость записи информации на кассету	400	МБ/с
10	Количество программ сбора информации	до 2	
11	Время стирания зарегистрированной информации, не более	5	с
12	Время готовности от момента подачи электропитания, не более	3	с
13	Количество циклов записи / стирания, не менее	100000	
14	Количество циклов воспроизведения	не ограничено	
15	Число съёмов кассеты памяти, не менее	1000	
16	Время непрерывной работы	24	ч
17	Сопроводительная и служебная информация: номера режимов записи программы сбора информации дата полёта текущее время	до 256 до 2 программ день, месяц, год час, минута, секунда	
18	Время загрузки данных инициализации, не более	5	с

19	<p>Устойчивость к механическим воздействиям:</p> <p>Случайная широкополосная вибрация:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон частот - спектральная плотность <p>Случайная широкополосная вибрация:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон частот - спектральная плотность <p>Механический удар многократного действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пиковое ударное ускорение - длительность действия ударного импульса <p>Механический удар одиночного действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пиковое ударное ускорение - длительность действия ударного импульса <p>Линейное ускорение</p>	<p>10...500 1,92 (0,02)</p> <p>500...2000 1,92...0,48 (0,02...0,0005)</p> <p>59 (6) 11</p> <p>147,2 (15) 11</p> <p>98,1 (10)</p>	<p>Гц м²/с⁴/Гц (г²/Гц)</p> <p>Гц м²/с⁴/Гц (г²/Гц)</p> <p>м/с² (г) мс</p> <p>м/с² (г) мс</p> <p>м/с² (г)</p>
20	<p>Стойкость к воздействию климатических условий</p> <p>Повышенное давление воздуха или газа</p> <p>Атмосферное пониженное давление</p> <p>Повышенная температура окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рабочая температура - предельная температура <p>Пониженная температура окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рабочая температура - предельная температура. <p>Повышенная влажность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - относительная влажность при температуре +35°C <p>Динамическая пыль (песок):</p> <ul style="list-style-type: none"> - концентрация - скорость циркуляции <p>Акустический шум</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон частот - уровень звукового давления <p>Атмосферные конденсированные осадки (роса и внутреннее оледенение):</p> <ul style="list-style-type: none"> - пониженная температура - атмосферное пониженное давление - относительная влажность при температуре +35°C 	<p>800 15</p> <p>+60 +85</p> <p>-50 -60</p> <p>98</p> <p>5 15</p> <p>50 – 10000 130</p> <p>-65 170 95</p>	<p>мм рт.ст. мм рт.ст.</p> <p>°С °С</p> <p>°С °С</p> <p>%</p> <p>г/м³ м/с</p> <p>Гц дБ</p> <p>°С мм рт.ст. %</p>
21	Напряжение электропитания по ГОСТ Р 54073-2010	от 24 до 29,4	В
22	Потребляемый ток, не более	3,0	А
23	<p>Сопротивление изоляции при нормальных климатических условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Общий” – “-27В”, не менее - “Общий” – “Корпус”, не менее - “Корпус” – “-27В”, не менее 	<p>20 20 20</p>	<p>МОм МОм МОм</p>
24	<p>Габаритные размеры (д×ш×в):</p> <ul style="list-style-type: none"> - кожух бортовой ТНЗ.100-00 - кожух бортовой ТНЗ.100-01 - кожух бортовой ТНЗ.100-02 - кожух бортовой ТНЗ.100-03 - кожух бортовой ТНЗ.100-04 	<p>171×144×118 171×188×118 171×232×118 171×276×118 171×320×118</p>	мм

24.1	Габаритные размеры (д×ш×в): - кожух расширения ТНЗ.101-01 - кожух расширения ТНЗ.101-02 - кожух расширения ТНЗ.101-03 - кожух расширения ТНЗ.101-04	171×158×118 171×202×118 171×246×118 171×290×118	мм
24.2	Габаритные размеры (д×ш×в): - кожух бортовой ТНЗ.300-00 - кожух бортовой ТНЗ.300-01 - кожух бортовой ТНЗ.300-02 - кожух бортовой ТНЗ.300-03 - кожух бортовой ТНЗ.300-04	117×134×80 117×174×80 117×214×80 117×254×80 117×294×80	мм
24.3	Габаритные размеры (д×ш×в): - кожух расширения ТНЗ.301-01 - кожух расширения ТНЗ.301-02 - кожух расширения ТНЗ.301-03 - кожух расширения ТНЗ.301-04	117×154×80 117×194×80 117×234×80 117×274×80	мм
25	Масса с кассетой и модулями, не более - кожух бортовой ТНЗ.100-00 - кожух бортовой ТНЗ.100-01 - кожух бортовой ТНЗ.100-02 - кожух бортовой ТНЗ.100-03 - кожух бортовой ТНЗ.100-04	2,5 3,0 3,5 4,0 4,5	кг
25.1	Масса с модулями, не более - кожух расширения ТНЗ.101-01 - кожух расширения ТНЗ.101-02 - кожух расширения ТНЗ.101-03 - кожух расширения ТНЗ.101-04	2,8 3,3 3,8 4,2	кг
25.2	Масса с кассетой и модулями, не более - кожух бортовой ТНЗ.300-00 - кожух бортовой ТНЗ.300-01 - кожух бортовой ТНЗ.300-02 - кожух бортовой ТНЗ.300-03 - кожух бортовой ТНЗ.300-04	1,5 2,0 2,5 3,0 3,5	кг
25.3	Масса с модулями, не более - кожух расширения ТНЗ.301-01 - кожух расширения ТНЗ.301-02 - кожух расширения ТНЗ.301-03 - кожух расширения ТНЗ.301-04	1,8 2,3 2,8 3,3	кг

В результате научно – технических работ по созданию систем бортовых измерений на базе (ТНЗ) было разработано более **70 инновационных изделий и программного обеспечения**, произведенных по разработанной технологии.

Перечень инновационных изделий, произведенных по разработанной технологии представлен в таблице 2.

Таблица 2

№	Инновационные изделия	Обозначение
1	Кожух бортовой ТНЗ.100-00 без слотов или ТНЗ.100-01 с четырьмя слотами или ТНЗ.100-02 с шестью слотами или ТНЗ.100-03 с восемью слотами или ТНЗ.100-04 с десятью слотами или ТНЗ.300-00 без слотов или ТНЗ.300-01 с четырьмя слотами или ТНЗ.300-02 с шестью слотами или ТНЗ.300-03 с восемью слотами или ТНЗ.300-04 с десятью слотами	КМНТ.305143.007 КМНТ.305143.007-01 КМНТ.305143.007-02 КМНТ.305143.007-03 КМНТ.305143.007-04 КМНТ.305143.008 КМНТ.305143.008-01 КМНТ.305143.008-02 КМНТ.305143.008-03 КМНТ.305143.008-04
2	Кожух расширения ТНЗ.101-01 с четырьмя слотами или ТНЗ.101-02 с шестью слотами или ТНЗ.101-03 с восемью слотами или ТНЗ.101-04 с десятью слотами или ТНЗ.301-01 с четырьмя слотами или ТНЗ.301-02 с шестью слотами или ТНЗ.301-03 с восемью слотами или ТНЗ.301-04 с десятью слотами	КМНТ.305143.009 КМНТ.305143.009-01 КМНТ.305143.009-02 КМНТ.305143.009-03 КМНТ.305143.010 КМНТ.305143.010-01 КМНТ.305143.010-02 КМНТ.305143.010-03
3	Кассета памяти ТНЗ.200 – 64Гб или ТНЗ.200 – 128Гб или ТНЗ.201 – 512Гб или ТНЗ.201 – 1024Гб или ТНЗ.400 – 128Гб или ТНЗ.400 – 256Гб или ТНЗ.400 – 512Гб	КМНТ.301354.007-01 КМНТ.301354.007 КМНТ.301354.009-01 КМНТ.301354.009 КМНТ.301354.008-02 КМНТ.301354.008-01 КМНТ.301354.008
4	Плата сбора ТНЗ.ПК-1 информации по двум линиям приёма последовательного кода по стандарту 100BASE-TX Ethernet (AFDX) и одной линией передачи информации по стандарту 1000BASE-T	КМНТ.469535.001
5	Плата сбора ТНЗ.ФЧ-1 информации по двум линиям приёма последовательного кода по стандарту INCITS 424-2007 (FC-FS-2) (Fibre Channel) и одной линией передачи информации по стандарту 1000BASE-T	КМНТ.469575.001
6	Плата сбора ТНЗ.ПК-2 информации по двум линиям приёма последовательного кода от распределенных кожухов расширения и одной линией передачи информации по стандарту 1000BASE-T	КМНТ.469535.004
7	Плата сбора ТНЗ.ПК-3 информации по одной линии приёма последовательного кода от распределенных кожухов расширения и одной линией передачи информации по стандарту 1000BASE-T	КМНТ.469535.002
8	Модуль ТНЗ/А429/001 приема последовательного кода по ГОСТ 18977-79 и по РТМ 1495-84 с изменением 3 (ARINC 429)	КМНТ.468153.001
9	Модуль ТНЗ/МКИО/001 приема последовательного кода по ГОСТ Р 52070-2003 (МКИО)	КМНТ.468153.002
10	Модуль ТНЗ/К106/001 приема последовательного кода по стандарту IRIG 106-96 Гл.4 от КАМ-500 и последовательного кода RS-232/422/485	КМНТ.468153.003

11	Модуль ТНЗ/КС2/001 приёма последовательного кода по ГОСТ Р ИСО 11898-1-2015 (CAN 2.0) и последовательного кода RS-232/422/485	КМНТ.468153.004
12	Модуль ТНЗ/СНС/001 приёма сигналов СНС «ГЛОНАСС» и «NAVSTAR» со спутниковой антенной 743АТ1-А2	КМНТ.464349.001
13	Антенный разветвитель РГГ-2	КМНТ.468527.002
14	Кожух наземный ТНЗ/КН/001 для установки модуля ТНЗ/СНС/001 при формировании наземной опорной дифференциальной станции (ОДС) приёма сигналов СНС	КМНТ.735331.001
15	Модуль ТНЗ/МПК/001 приема последовательного кода по стандарту 10BASE-Тe/100BASE-TX/1000BASE-T	КМНТ.468153.013
16	Модуль ТНЗ/ОС/001 приема последовательного кода по стандарту INCITS 424-2007 (FC-FS-2) (Fibre Channel)	КМНТ.469565.001
17	Модуль ТНЗ/ПК/001 приёма сигналов разовых команд	КМНТ. 468165.001
18	Модуль ТНЗ/ПК/002 приёма сигналов разовых команд	КМНТ. 468165.002
19	Модуль ТНЗ/СЧ/001 приёма дискретных и периодических сигналов с дифференциальными входами с преобразованием частота/код, период/код, длительность импульса/код, количество/код	КМНТ.467166.001
20	Модуль ТНЗ/АЦП/001 приема аналоговых сигналов	КМНТ.468155.002
21	Модуль ТНЗ/АЦП/002 приема сигналов переменного тока или сигналов от вибродатчиков ICP	КМНТ.411135.001
22	Модуль ТНЗ/АЦП/003 приёма аналоговых сигналов или сигналов от термопар с дифференциальными входами	КМНТ.468155.003
23	Модуль ТНЗ/АЦП/004-01 приёма аналоговых сигналов от резистивных датчиков температуры сопротивлением от 0 до 50 Ом	КМНТ.468155.004-01
24	Модуль ТНЗ/АЦП/004-02 приёма аналоговых сигналов от резистивных датчиков температуры сопротивлением от 0 до 300 Ом	КМНТ.468155.004-02
25	Модуль ТНЗ/АЦП/004-03 приёма аналоговых сигналов от резистивных датчиков температуры сопротивлением от 0 до 1500 Ом	КМНТ.468155.004-03
26	Модуль ТНЗ/АЦП/005 приёма аналоговых сигналов или сигналов от датчиков тока (шунтов) с изолированными входами	КМНТ.468155.005
27	Модуль ТНЗ/АЦП/006-01 приёма аналоговых сигналов с дифференциальными входами (от 12,5 мВ до 1600 мВ) и источниками тока для питания тензорезистивных и иных датчиков	КМНТ.468155.006-01
28	Модуль ТНЗ/АЦП/006-02 приёма аналоговых сигналов с дифференциальными входами (от 1 мВ до 128 мВ) и источниками тока для питания тензорезистивных и иных датчиков	КМНТ.468155.006-02
29	Модуль ТНЗ/АЦП/007 приёма аналоговых сигналов переменного тока с дифференциальными входами от одиночных тензорезисторов	КМНТ.468155.007
30	Модуль ТНЗ/АЦП/008 приема аналоговых сигналов высокого уровня от систем энергоснабжения с изолированными входами	КМНТ.468155.016
31	Модуль ТНЗ/АЦП/009 приема аналоговых сигналов от индуктивных, резистивных, емкостных датчиков, включенных по мостовой или полумостовой схеме, с возбуждением напряжением переменного или постоянного тока	КМНТ.468155.017
32	Модуль ТНЗ/АЦП/010 приема аналоговых сигналов переменного тока от систем энергоснабжения	КМНТ.468155.018

33	Модуль приёма навигационных сигналов в дифференциальном режиме ТНЗ/СНС/001-01	КМНТ.794121.007
34	Модуль ТНЗ/А429/301 приема последовательного кода по ГОСТ 18977-79 и по РТМ 1495-84 с изменением 3 (ARINC 429)	КМНТ.468153.002
35	Модуль ТНЗ/МКИО/301 приема последовательного кода по ГОСТ Р 52070-2003 (МКИО)	КМНТ.468153.009
36	Модуль ТНЗ/К106/301 приема последовательного кода по стандарту IRIG 106-96 Гл.4 от КАМ-500 и последовательного кода RS-232/422/485	КМНТ.468153.011
37	Модуль ТНЗ/КС2/301 приёма последовательного кода по ГОСТ Р ИСО 11898-1-2015 (CAN 2.0) и последовательного кода RS-232/422/485	КМНТ.468153.010
38	Модуль ТНЗ/СНС/301 приёма сигналов СНС «ГЛОНАСС» и «NAVSTAR» со спутниковой антенной 743АТ1-А2	КМНТ.464349.002
39	Модуль ТНЗ/МПК/301 приема последовательного кода по стандарту 10BASE-Te/100BASE-TX/1000BASE-T	КМНТ.468153.012
40	Модуль ТНЗ/ОС/301 приема последовательного кода по стандарту INCITS 424-2007 (FC-FS-2) (Fibre Channel)	КМНТ.469565.003
41	Модуль ТНЗ/ПК/301 приёма сигналов разовых команд	КМНТ. 468165.006
42	Модуль ТНЗ/СЧ/301 приёма дискретных и периодических сигналов с дифференциальными входами с преобразованием частота/код, период/код, длительность импульса/код, количество/код	КМНТ.467166.003
43	Модуль ТНЗ/АЦП/301 приема аналоговых сигналов	КМНТ.468155.001
44	Модуль ТНЗ/АЦП/302 приема сигналов переменного тока или сигналов от вибродатчиков ICP	КМНТ.411135.003
45	Модуль ТНЗ/АЦП/303 приёма аналоговых сигналов или сигналов от термопар с дифференциальными входами	КМНТ.468155.009
46	Модуль ТНЗ/АЦП/304 приёма аналоговых сигналов от резистивных датчиков температуры сопротивлением от 0 до 1600 Ом	КМНТ.468155.010
47	Модуль ТНЗ/АЦП/305 приёма аналоговых сигналов или сигналов от датчиков тока (шунтов) с изолированными входами	КМНТ.468155.011
48	Модуль ТНЗ/АЦП/306 приёма аналоговых сигналов с дифференциальными входами (от 1 мВ до 128 мВ) и источниками тока для питания тензорезистивных и иных датчиков	КМНТ.468155.008
49	Модуль ТНЗ/АЦП/307 приёма аналоговых сигналов переменного тока с дифференциальными входами от одиночных тензорезисторов	КМНТ.468155.012
50	Модуль ТНЗ/АЦП/308 приема аналоговых сигналов высокого уровня от систем энергоснабжения с изолированными входами	КМНТ.468155.013
51	Модуль ТНЗ/АЦП/309 приема аналоговых сигналов от индуктивных, резистивных, емкостных датчиков, включенных по мостовой или полумостовой схеме, с возбуждением напряжением переменного или постоянного тока	КМНТ.468155.014
52	Модуль ТНЗ/АЦП/310 приема аналоговых сигналов переменного тока от систем энергоснабжения	КМНТ.468155.015
53	ТНЗ/АЦП/311 – модуль приема аналоговых сигналов переменного напряжения от синусно-косинусных трансформаторов или сельсинов.	КМНТ468155.019
54	Усилитель сигнала индукционного датчика дифференциальный УСИД-1Д	КМНТ.468741.001

55	Усилитель сигнала индукционного датчика дифференциальный УСИД-2Д	КМНТ.468741.005
56	Блок питания потенциометров БПП-5005	КМНТ.436431.001
57	Блок питания потенциометров БПП-5020	КМНТ.436431.004
58	ЭП1-1 Электронный преобразователь с гальванической изоляцией	КМНТ.468157.001
	ЭП1-2 Электронный преобразователь с гальванической изоляцией	КМНТ.468157.001-01
	ЭП1-3 Электронный преобразователь с гальванической изоляцией	КМНТ.468157.001-02
	ЭП1-4 Электронный преобразователь с гальванической изоляцией	КМНТ.468157.001-03
59	Модуль ТНЗ/ИОС/001 имитации последовательного кода по стандарту INCITS 424-2007 (FC-FS-2) (Fibre Channel)	КМНТ.468172.005
60	Модуль ТНЗ/ИПК/001 имитации последовательного кода по стандарту 100BASE-TX Ethernet (AFDX)	КМНТ.468172.004
61	Модуль ТНЗ/ИАР/001 имитации последовательного кода по ГОСТ 18977-79 и по РТМ 1495-84 с изменением 3 (ARINC 429)	КМНТ.468172.001
62	Модуль ТНЗ/ИМК/001, имитации последовательного кода по ГОСТ Р 52070-2003 (МКИО)	КМНТ.468172.002
63	Модуль ТНЗ/ИИР/001 имитации последовательного кода по стандарту IRIG 106-96 Гл.4 от КАМ 500 и последовательного кода RS 232/422/485	КМНТ.468172.003
64	Модуль ТНЗ/ИРК/001 имитации сигналов разовых команд по ГОСТ 18977-79	КМНТ.468173.001
65	Модуль ТНЗ/ИКС/001 имитации последовательного кода по ГОСТ Р ИСО 11898-1-2015 (CAN 2.0) и последовательного кода RS 232/422/485	КМНТ.468172.006
66	Кожух наземный ТНЗ/КН/301 для установки модуля ТНЗ/СНС/301 при формировании наземной опорной дифференциальной станции (ОДС) приёма сигналов СНС	КМНТ.735331.002
67	Антенный разветвитель РГГ-3	КМНТ.468527.001
68	Комплекс ТНЗ - КБТИ	КМНТ.794121.007-01
69	СПО настройки, стирания и считывания данных (СПО TNLab)	КМНТ.001.01-01
70	СПО автоматизации и мониторинга фиксируемой в процессе летных и наземных испытаний информации в режиме реального времени(СПО ReakTime)	КМНТ.001.01-02
71	СПО формирования отчетов, протоколов и др. справочной информации (СПО TNPrint)	КМНТ.001.01-03
72	СПМО «Полет»	КМНТ.00002-04

В результате создания программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ разработаны следующие инновационные изделия:

- бортовые блоки (кожухи бортовые ТНЗ);
- платы сбора;
- кассеты памяти;
- модулей приёма аналоговых сигналов;

- модулей приёма цифровых сигналов;
- модулей информации со спутниковых навигационных систем;
- специальное программное обеспечение настройки и управления системами бортовых измерений;
- специальное программное обеспечение, автоматизации и мониторинга фиксируемой в процессе летных и наземных испытаний информации в режиме реального времени;
- специальное программное обеспечение формирования отчетов, протоколов и др. справочной информации;
- специальное программно – математическое обеспечение «Полёт» обработки полётной информации.

Кожух бортовой ТНЗ стандартного размера - шифр для заказа ТНЗ.000 представлен на рисунке 4а, кожух ТНЗ с кожухом малогабаритного формата шифр для заказа ТНЗ.300 представлен на рисунке 4б. В любой из кожухов накопителя могут устанавливаться до 10 модулей приема сигналов.



Рисунок 4а - Внешний вид кожуха ТНЗ стандартного размера с модулями (без модулей)приема сигналов (шифр ТНЗ.000)



Рисунок 4б - Внешний вид малогабаритного кожуха ТНЗ с модулями приема сигналов (шифр ТНЗ.300)

4. Анализ рынка и конкурентные преимущества разработки

В Российской Федерации за последние 5 лет в качестве систем бортовых измерений применяются следующие современные системы:

Программно – аппаратные системы бортовых измерений КАМ-500, производства американской многоотраслевой компании производитель Curtiss-Wright Aerospace Instrumentation Group.

В условиях неопределённости поставки импортной аппаратуры, связанной с введением санкций против Российских компаний, система бортовых измерений КАМ-500 более года не поставляется в Российскую Федерацию. В связи с чем, программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ являются востребованными и уникальными изделиями на российском рынке авиационной промышленности.

- программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ.

Программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ представляют реконфигурируемую систему и программное обеспечение, включающее инновационные изделия (модулями сбора цифровой, аналоговой и дискретной информации) отечественного производства, прошедшие, при этом, государственные испытания в государственном лётном испытательном центре им. Чкалова, а также внесены в государственный реестр средств измерений и допущены к применению при испытаниях гражданской и военной авиации.

Основными конкурентными преимуществами программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ являются:

- минимальные массо- габаритные характеристики, позволяющие применять инновационные изделия и программное обеспечение на различных типах летательных аппаратов, в том числе беспилотных летательных аппаратов;

- блочно-модульная структур, обладающая информационной и конструктивной гибкостью, обеспечивающая возможность применения на разных типах летательных аппаратов с сохраняемой общей архитектурой построения;
- обеспечение измерений и регистрации всей номенклатуры параметров испытуемого объекта (летательного аппарата) с заданной точностью, в требуемом диапазоне изменения параметра, в течение необходимого времени испытательного полета и при необходимости передачи определенного объема информации по телеметрическому каналу;
- конструктивное исполнение средств измерения, входящих в состав систем бортовых измерений, обеспечивающих их защиту от внешних помех и исключать возникновение помех, влияющих на другие средства;
- устойчивую работу во всем диапазоне внешних воздействий;
- обеспечение синхронизации всей бортовой измерительной информации в Едином Московском времени.

5. Использование цифровых технологий в разработке и производстве

При разработке программно - аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ, а также в производственных и технологических процессах использовались следующие цифровое программное обеспечение и цифровые средства для производственных и технологических процессов:

- Altium Designer – система автоматизированного проектирования радиоэлектроники;
- Компас -3D v18 (С приложением Материалы и сортаменты, Механика, Крепежи, Пружины, Электронная аппаратура и тд)- истема автоматизированного проектирования, позволяющая выпускать чертежи изделий, схемы, спецификации, таблицы, инструкции.
- классификатор ЕСКД v2.08- Классификатор ЕСКД представляет собой экспертную систему для быстрого и однозначного присвоения кода проектируемой детали;
- свободная система для математических вычислений, использующая совместимый с MATLAB язык высокого уровня – GNU Octave;

- среда для разработки программно-математического обеспечения на языках Verilog, SystemVerilog – Verilator;

- кроссплатформенная свободная IDE для разработки на C, C++ и QML – Qt Creator.

Цифровое технологическое оборудования и средства измерения:

- генератор сигналов произвольной формы DG1032Z

- осциллограф цифровой TDS 220,

- контроллер сбора данных многоканальный ZET 024

- анализатор спектра ZET 017-U2

И другое электронное цифровое технологическое оборудование и средства измерений.

6. Особенности внедрения и патентно – лицензионная ценность

Основным необходимым условием уникальности и коммерциализации программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ при внедрении при лётных испытаниях гражданской и военной авиационной техники являлось проведение государственных, присвоение статуса серийных изделий (литера О1), проведение типовых испытаний после доработки, а также испытаний в целях утверждения типа и внесение единый информационный фонд средств измерений российской федерации.

По результатам проведения работ на соответствия требованиям нормативных документов получен АКТ государственных испытаний (АКТ ГИ № 1/515103-003 от 05.12. 2017г.), Решение о Присвоение конструкторской документации Литеры «О1» (Решение 21/09-18-К от 14.12.2018 года)

Программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ соответствуют требованиям Положения о порядке проведения работ по созданию, изготовлению и эксплуатации авиационной техники государственной авиации, одобренного коллегией Военно – промышленной комиссии Российской Федерации от 05.10.2021г, а также требований ГОСТ РВ ГОСТ РВ 15.307-2002 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Испытания

и приемка серийных изделий. Основные положения, ГОСТ РВ 0008-006-2019 ГСОЕИ. Метрологическое обеспечение испытаний вооружения и военной техники.

С учётом постоянно растущих требований разработчиков Авиационной техники (Письмо ПАО «Компания «Сухой» №1/4/3969 от 27.11.2019 года) программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ технически развиваются, появляются новые инновационные изделия, комплексы и программное обеспечение. Условиями внедрения при лётных испытаниях являются проведение типовых испытаний и согласованных с департаментом по государственному оборонному заказу. В частности, получены Решение №10-08-21 «Об утверждении акта типовых испытаний» от 10.08.2021 года, Решение №27-08-21 «Об утверждении акта типовых испытаний» от 27.08.2021 года, Решение №18-10-21 «Об утверждении акта типовых испытаний» от 18.10.2021 года. По результатам проведения испытаний в целях утверждения типа выпущены приказы Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии «Росстандарт» об утверждении типа средств измерений №2256 от 25.10.2017г., №2162 от 31.08.2022 года.

По результатам разработки программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ были получены свидетельства о Государственной регистрации программ для ЭВМ № 2022669304 от 19.10.2022г, №2022669433 от 19.10.2022г., №2022680614 от 03.11.2022г., RU2022680102 от 27.10.2022г. в Федеральной службе по интеллектуальной собственности.

Учитывая изложенное, программно – аппаратные систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ являются востребованным и уникальным продуктом на российском рынке авиационной промышленности.

7. Социально – экономический эффект и масштабы реализации результатов

Перспективы дальнейшего использования

Перспективой дальнейшего развития разработки является применение при испытаниях космических объектов. В рамках данного направления ведётся работа, результатами которой в 2022 году реализовалась поставка программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ в АО «ЦНИИМАШ» для проведения испытаний космического объекта.

Следующим перспективным направлением развития разработки является применения в качестве системы объективного контроля на каждом серийном самолёте в качестве системы объективного контроля.

Учитывая положительный опыт применения программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ, а также с учётом статуса серийной продукции (литера О₁) целесообразно применение при регистрации, отображения, анализа, обработки и документирования цифровой информации бортового радиоэлектронного оборудования, в том числе навигационных систем и аналоговых сигналов, диагностики планера и двигательной установки в качестве систем объективного контроля при эксплуатации летательного аппарата. Бортовые системы объективного контроля — технические средства, предназначенные для регистрации и сохранения полетной информации, характеризующей условия полёта, действия экипажа и функционирование бортового оборудования. Системы объективного контроля используются для: анализа причин и предупреждения лётных происшествий; технической диагностики планера, двигательной установки, бортового оборудования и прогнозирования их технического состояния; контроль ресурсов узлов и агрегатов; оценки действий летного состава при выполнении полетного задания.

При этом, учитывая статус серийной продукции, адаптация программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ может быть реализована под

требования Заказчика, а условием применения в качестве системы объективного контроля может быть проведения типовых испытаний в соответствии с ГОСТ РВ 15.307-2002 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Испытания и приемка серийных изделий. Основные положения. Жизненный цикл программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ представлен на рисунке 5.

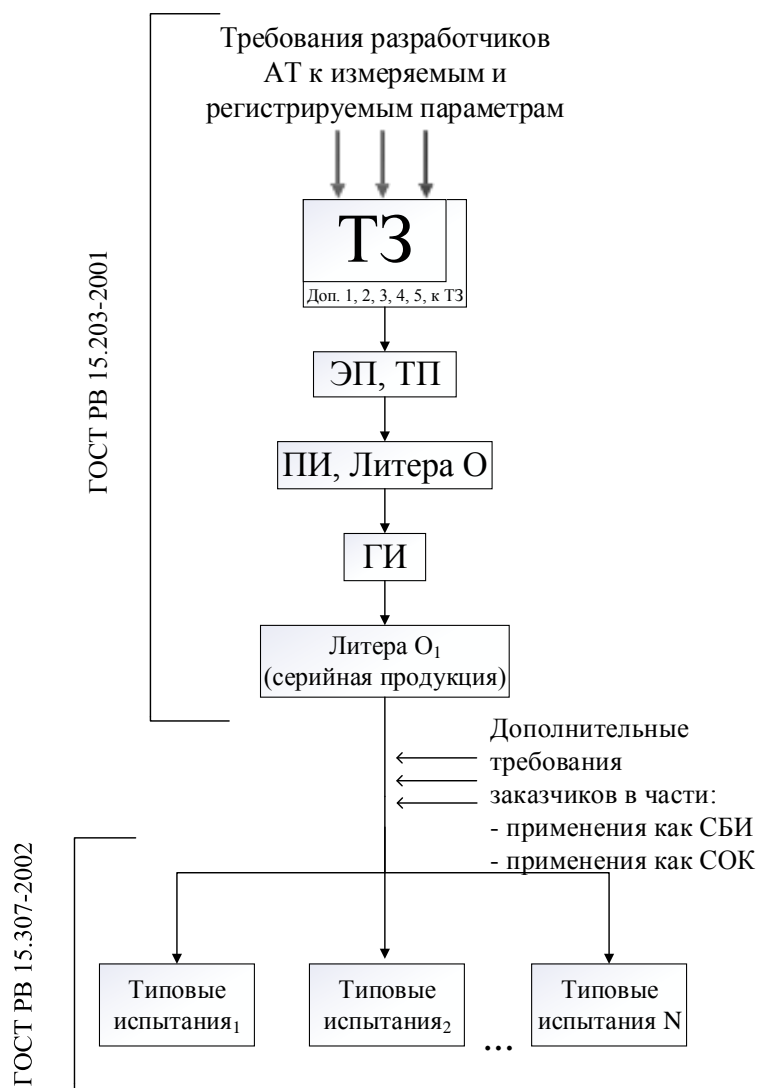


Рисунок 5 – Жизненный цикл программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ

Социально - экономический эффект

Объем инновационных изделий и программного обеспечения, произведенных по технологии, разработанной в рамках научно-технических работ по разработке программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе

бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ внедрены в массовое производство, представлены на рынке авиационной промышленности.

За период 2020 – 2023г. коммерциализация инновационной продукции (модулей, блоков, кассет памяти, программного обеспечения) программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ составила **более 600 000 000 рублей**, что является **высокой оценкой** полноты внедрения результатов разработки.

Научно – техническая разработка способствовала повышению научно – технического потенциала, повышению производительности труда и поддержки занятости населения в Российской Федерации.

Масштабы реализации результатов и результаты внедрения

Уровень полученных научно – технических результатов за последние 5 лет достаточно высокий, учитывая, что разработка соответствует мировому уровню развития систем бортовых измерений. Разработка программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ необходима для количественного представления о природе, структуре и закономерностях явлений, происходящих при всесторонних наземных и лётных испытаниях гражданской и военной авиационной техники. В результате научно – исследовательских и опытно – конструкторских работ по разработке программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ было создано **более 70** инновационных изделий и программного обеспечения.

Результатами внедрения программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ являются применение при лётных испытаниях **более 30 типов объектов авиационной техники**. Программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ применялись при лётных испытаниях таких самолётов как Ту-

160, Ту-95МСМ, Ту -22М Т-50(Су-57), Су-30СМ, Су-35,С, С-70Б, МИГ-35, ЯК-130М, SJS-100NEW, Ил – 76МД-90А, Ил-114-300, ЛМС-901 Ка-27, Ка-29, Ка-62, Ми-38, Ка-52М, Ка-32, Ка-226Т.

Количество организаций, внедривших программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ насчитывается **более 10 предприятий авиационной отрасли**, в том числе ПАО «Компания «Сухой», АО «ЛИИ им. М.М. Громова», АО «НЦВ Миль и Камов», АО РСК «МИГ», ПАО «Туполев», АО «УЗГА», ПАО «Россвертол», ПАО «ИЛ», ПАО «Иркут» и другие. Подтверждающие документы указаны в приложении к справке о социально – экономическом эффекте.

Применение программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ в организациях авиационной промышленности свидетельствует о высокой оценки возможности практического использования результатов в реальном секторе экономики.

Практическая ценность разработки

Практическая ценность разработки Программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ заключается в возможности измерения и регистрации практически всех параметров, характеризующих работу или состояние летательного аппарата, его силовых установок и оборудования при лётных испытаниях гражданской и военной техники. По результатам проведённых измерений формируется заключение о тактико-технических возможностях авиационных комплексов, определяющих целесообразность их серийного производства или начала массовой эксплуатации. При этом, программно – аппаратные системы бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ являются единственными прикладными системами подобного назначения, которое прошли государственные испытания с положительным результатом, измерительные модули прошли испытания в целях утверждения типа, внесены в единый информационный фонд средств измерений (реестр средств измерений) и используется всеми

конструкторскими бюро авиационной промышленности и испытательными центрами Министерства Обороны при летных испытаниях изделий авиационной техники.

Научно – исследовательская и опытно – конструкторская работа завершилась созданием и широким применением в создании авиационной техники гражданского и военного назначения **принципиально новых, не имеющих аналогов в Российской Федерации**, а по некоторым параметрам, превосходящим мировые аналоги программно – аппаратных систем бортовых измерений, о чём свидетельствует высокий уровень конкурентоспособности продукции.

Как говорил Д.И. Менделеев «Наука начинается с тех пор, как начинают измерять», а также «Точная наука немыслима без меры». В свою очередь, разработка и внедрение программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ при лётных испытаниях гражданской и военной авиационной техники повысило точность и информативность проведения лётных испытаний, что, в свою очередь, положительно отразилось на качестве создаваемой авиационной техники в Российской Федерации. В связи с этим, разработка и внедрение программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ имеет высокую значимость для Российской Федерации.

Полученный результат носит новаторский и комплексный характер, важен для развития авиационной науки и техники, свидетельствует о высоком уровне научно – технической значимости разработки и внедрении программно – аппаратных систем бортовых измерений на базе бортового твердотельного накопителя цифровой и аналоговой информации ТНЗ при лётных испытаниях гражданской и военной авиационной техники.