ПРИЛОЖЕНИЕ
к заявке на участие в конкурсе
на соискание премии «Авиастроитель года»

Краткое описание выполнения работы
«ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОПЕРАТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»

Наименование технологии

Технология автоматизации процессов оперативного технического обслуживания воздушных судов гражданской авиации на основе комплексного использования современных информационных технологий: автоматической идентификации, беспроводных коммуникаций, электронного документооборота, мобильных компьютерных устройств и средств измерений.

Разработчики технологии

Разработчиками технологии автоматизации процессов оперативного технического обслуживания воздушных судов гражданской авиации является коллектив специалистов ФГУП «ГосНИИАС» и ПАО «Корпорация «Иркут».

Назначение технологии

Технология автоматизации процессов оперативного технического обслуживания (ОТО) воздушных судов (ВС) гражданской авиации (ГА) включает в свой состав:

- комплекс программ, предназначенных для создания моделей деятельности;
- комплекс программ, обеспечивающих создание моделей материальных объектов деятельности;
- программы, обеспечивающие выполнение моделей деятельности с использованием различных вычислительных средств и периферийного оборудования;
- комплекс вычислительных средств и дополнительного периферийного оборудования с использованием возможностей автоматической идентификации объектов деятельности, автоматических или автоматизированных измерений параметров объектов деятельности и реализована в рамках комплекса информационно-функционального моделирования (КИФМ).

Данная технология автоматизации процессов оперативного технического обслуживания ВС ГА обеспечивает выполнение следующих задач:

- совершенствования человеко-машинных интерфейсов в части улучшения способов представления информации и управления процессами ОТО ВС ГА в реальном времени;
- рациональное распределение функций между членами летного экипажа и бортпроводниками ВС и инженерно-технического персонала (ИТП), выполняющего обслуживание ВС в реальном времени;

- повышение эффективности ИТП в процессе эксплуатации ВС за счет сокращения времени и трудозатрат на регистрацию, передачу, поиск и анализ данных о состоянии ВС;
- упрощение выявления закономерностей в появлении неисправностей и повреждений определенного типа, за счет создания единого хранилища данных по всему парку ВС;
- повышение качества принимаемых управленческих решений, за счет оперативности представления, полноты и достоверности информации о работах по обслуживанию ВС, статистических и исторических закономерностях и тенденциях в техническом состоянии ВС;
- обеспечение возможности доступа к эксплуатационным данным ВС парка авиакомпании для производителя ВС.

Особенно важно, что с использованием данной технологии вышеперечисленные задачи возможно решать уже на ранних стадиях проектирования ВС, для обоснования конкурентоспособных требований по эксплуатационно-техническим характеристикам ВС.

Ядро комплекса составляют автоматизированные рабочие места бортовой и наземной подсистем, техническая основа которых представляет собой общедоступные и взаимозаменяемые персональные компьютеры, жидкокристаллические мониторы, мобильные планшетные компьютеры, средства создания беспроводных коммуникаций и автоматической идентификации, позволяющие смоделировать функционирование приложений и информационные потоки в аппаратной обстановке функционально соответствующей реальной.

Актуальность решаемых технологией задач

Появление новых технологических возможностей по удовлетворению индивидуальных требований потребителей по задаваемым функциям уникальных изделий авиационной техники, в том числе при их многоцелевом использовании приводит к существенному уменьшению объемов выпуска вплоть до организации единичного производства.

Высокая сложность техники, сжатые сроки разработки, ограничения по стоимости не позволяют в разумные сроки провести оценку ее технических показателей только по факту выпуска продукции, что вызывает необходимость постоянного контроля ее состояния (в том числе, метрик процессов) на всех стадиях жизненного цикла, т.е. реализации принципов процессного подхода.

В этих условиях достижение конкурентных значений эксплуатационно-технических характеристик (ЭТХ) приводит к необходимости создания автоматизированных информационных систем (ИС) нового поколения, основанных на сочетании стационарных и подвижных (мобильных) частей и обеспечивающих управление в реальном времени совокупностью изменяющихся в процессе производства и эксплуатации свойств (качеств) ВС (или обобщенно ТС – техническим состоянием), характеризующих его функциональную пригодность в заданных условиях применения.

Эффективное проектирование автоматизированной системы технической эксплуатации ВС ГА, как системы реального времени, должно основываться на базе совокупности взаимосвязанных, непротиворечивых и дополняющих друг друга принципов объектно-ориентированного описания предметной области, процессного подхода для управления техническим состоянием ВС, концепции

«совмещенных» потоков при организации документооборота, которая обуславливает синхронизацию и информационную связность существующего потока документов с информационными потоками, образованными данными из меток, размещенных на компонентах ВС, результатами измерений свойств изделий и внешней среды, а также характеристик ассоциированных с ними процессов.

Предлагаемая технология автоматизации процессов оперативного технического обслуживания ВС ГА является эффективным средством проведения исследований и проектирования конкурентных автоматизированных систем технической эксплуатации ВС ГА в условиях экономии материальных средств и времени. Технология предоставляет неоспоримые преимущества в исследованиях для автоматизации процессов ОТО ВС ГА в условиях предоставления высоких требований по конкурентоспособности ВС на мировых рынках и невозможности проведения исследований на реальном объекте.

Технология позволяет проводить полунатурное или натурное моделирование на уровне, достаточно точно описывающем реальные системы и процессы взаимодействия между членами летного экипажа и бортпроводниками ВС и инженерно-техническим персоналом, проводить исследования в целях создания, анализа и оценки функционирования систем ОТО ВС ГА.

Краткое описание достигнутых результатов

В ходе выполнения работ, направленных на создание технологии автоматизации процессов оперативного технического обслуживания ВС ГА получены следующие основные результаты:

1. разработана архитектура КИФМ в составе следующих подсистем:
   - - бортовая;
   - - наземная.

Подсистема Наземная (ИС «Н») предназначена для автоматизации деятельности ИТП, выполняющего обслуживание ВС, связанной с ведением и использованием, например, бортового журнала, журнала учета повреждений планера, журнала пассажирской кабины, ведомости дефектов, выявленных при ТО ВС и пр., созданием аналитических отчетов и подготовкой запросов к производителю по ремонту конструкции ВС.

ИС «Н» состоит из следующих составных частей:

1) центра обработки информации (ЦОИ Н);

2) автоматизированного рабочего места администратора (АРМ А);

3) автоматизированного рабочего места отчетности и аналитики (АРМ О);

4) терминала ИТП (Т ИТП);

5) локальной вычислительной сети подсистемы ИС «Н» (ЛВС Н).

ЦОИ Н предназначен для хранения данных и электронной документации по всему парку обслуживаемых ВС, и управления сетевым доступом к этим данным и документам.

АРМ А предназначен для поддержки автоматизированной деятельности администратора ИС КИФМ при выполнении им функций администрирования ИС.

АРМ О предназначен для поддержки автоматизированной деятельности персонала по формированию и отображению накопленной и статистически обработанной информации о неисправностях и повреждениях парка обслуживаемых ВС для обеспечения возможности выявления закономерностей в

их появлении, и своевременном принятии решений по их устранению и предотвращению возникновения.

Т ИТП предназначен для поддержки автоматизированной деятельности инженерно-технического персонала, осуществляющего обслуживание ВС.

ЛВС Н предназначена для объединения всех указанных выше компонентов ИС «Н» в единую связанную подсистему.

Взаимодействие составных частей ИС “Н” осуществляется посредством ЛВС Н, при этом, Т ИТП, в зависимости от существующей коммуникационной инфраструктуры авиакомпании, может осуществлять информационный обмен с ЦОИ с использованием беспроводной локальной или глобальной сети.

ИС «Н» имеет связь с глобальной вычислительной сетью. Безопасность информационного обмена в значительной мере обеспечивается полным отказом от использования общедоступных Internet – сервисов и использованием сетевых сервисов со специальными протоколами обмена, входящих в состав программного обеспечения КИФМ.

Подсистема Бортовая (ИС «Б») предназначена для автоматизации деятельности летного экипажа и бортпроводников ВС, связанной с ведением и использованием, например, бортового журнала ВС, журнала учета наработки материальной части, журнала пассажирской кабины и журнала учета повреждений планера.

ИС «Б» состоит из следующих составных частей:

1) двух электронных полетных планшетов EFB (EFB 1, EFB 2), каждый из которых включает:
   - вычислительный модуль электронного полетного планшета (ВЫЧ1, ВЫЧ2);
   - дисплейный модуль электронного полетного планшета (Д1, Д2);
2) терминала бортпроводника (Т БПР).

Электронные полетные планшеты EFB (EFB 1, EFB 2) предназначены для хранения данных о ВС и эксплуатационной документации на ВС, а также ведения летным экипажем ВС журналов борта. Пользователями дисплейных модулей электронных полетных планшетов EFB являются: командир воздушного судна и второй пилот. Используются электронные полетные планшеты EFB 2-го класса по классификации циркуляра FAA AC 120-76C. Каждый из двух EFB включает вычислительный модуль и дисплейный модуль.

Терминал бортпроводника (Т БПР) предназначен для ведения кабинным экипажем ВС журнала пассажирской кабины.

Все составные части ИС «Б» объединяются посредством бортовой информационной сети.

Бортовая информационная сеть включает роутер беспроводной вычислительной сети в режиме точки доступа и порт для подключения мобильного устройства ИТП (Т ИТП).

Программное обеспечение ИС «Б» может быть сконфигурировано и под другой состав бортового оборудования.

- Общее и специальное ПО КИФМ, в том числе:
  1) системное (общее) программное обеспечение (ОПО КИФМ);
  2) специальное программное обеспечение (СПО КИФМ);
  3) прикладное программное обеспечение (ППО КИФМ).

ОПО КИФМ включает:

1) операционные системы компьютеров автоматизированных рабочих мест (терминалов) персонала ИС КИФМ, в том числе: Windows 7, Windows 8, Windows 10;
2) серверную операционную систему - Windows Server 2008;
3) систему управления базами данных (СУБД) - СУБД SQL Server 2005 и выше.

СПО ИС КИФМ включает:

1) антивирусное ПО;
2) офисное ПО;
3) визуализатор ЭД;
4) визуализатор 3D-моделей.

Прикладное программное обеспечение (ППО) включает:

1) Средства описания структуры документов и сложных составных объектов, в том числе: журнал воздушного судна, формуляр, рекламационный акт и пр., являющихся информационной моделью, включающей в себя связанные разделы и поля, предназначенные для заполнения при ведении документов экипажем ВС и ИТП. Управление процессами технического обслуживания в реальном времени обеспечивается реализацией механизма «электронных заданий», который обусловливает синхронизацию и информационную связность различных потоков данных: документов, определяющих порядок и состав работ с компонентами ВС, результатов идентификации компонентов ВС и измерений их, а, также, внешней среды характеристик.

2) Модели основных подсистем ВС – источников информации. Настоящие модели обеспечивают формирование данных в соответствии с установленным составом и регламентом их передачи.

3) Модель формуляра ВС по ГОСТ 27692-2012, включающая в себя, в том числе, разделы комплектации ВС и данных о полете. Наличие в составе информационной системы электронного формуляра ВС позволяет автоматизировать его ведение по параметрам выполненного полета и результатам проведенных работ в ходе ТО.

Прикладное программное обеспечение (ППО), в целом, строится покомпонентно. Под компонентом подразумевается функционально законченная, имеющая пользовательский интерфейс или без него, автономная библиотечная сборка. Из компонентов можно легко создавать приложения, с необходимым набором функций.

Набор компонентов и их функции для Бортовой и Наземной подсистем ИС различаются, что определяется, в том числе, различными условиями эксплуатации и требующимся набором функций.

2. Разработан протокол информационного взаимодействия между бортовым радиоэлектронным оборудованием (БРЭО) ВС и ИС «Б». В качестве универсального формата представления структурированных данных в протоколах информационного обмена используется XML – формат, широко применяемый в настоящее время. Протокол предусматривает запросы к информационному сервису БРЭО для получения информации, необходимой для автоматического заполнения некоторых полей журналов.

3. Определены средства организации информационного обмена. Информационный обмен осуществляется по технологии «клиент – сервер» с

использованием в качестве среды и средств информационного обмена локальной или глобальной проводной или беспроводной вычислительной сети. При организации информационного обмена используется транспортный сетевой протокол TCP стека протоколов TCP/IP, обеспечивающий обмен в режиме соединения двух абонентов. Технология «клиент – сервер» подразумевает разделение функций участников диалога на клиента, формирующего и передающего запрос на получение информации, и сервер, формирующий информационный блок, в соответствии с полученным запросом, и передающего данные клиенту. Запрос относится к разряду служебных сообщений, несущих в себе информацию:

- тип запрашиваемых данных;
- идентификационные данные клиента.

Идентификационные данные клиента необходимы для его аутентификации со стороны сервера. Если аутентификация не проходит, то сервер отвергает запрос. Такая организация обмена позволяет защищать ИС от несанкционированного сетевого доступа с целью получения информации.

4. Определен состав данных при информационном обмене подсистем. Состав данных при обмене подсистем ИС частично гармонизирован с международным стандартом ATA Spec 2000 глава 17 «Industry Standard XML Schema for the Exchange of Electronic Logbook Data Exchange», описывающим состав и формат представления данных электронного бортового журнала ВС при выполнении информационного обмена. Поскольку при автоматизации процессов ОТО используется расширенный состав данных, положения ATA Spec 2000 можно рассматривать как основу для разработки протокола информационного обмена в ИС в части состава и формата представления данных.

Помимо информационного обмена между подсистемами должен выполняться информационный обмен от ИС «Н» к ИС «Б» различной системной информацией, к которой относится:

- справочники ИС;
- учетные данные пользователей;
- 3D – модель ВС;
- эксплуатационная документация в составе маршрутно-технологических карт, определяющих регламент проведения технического обслуживания ВС.

В качестве универсального формата представления структурированных данных в протоколах информационного обмена используется XML – формат, широко применяемый в настоящее время.

Общий вид КИФМ представлен на рис. 1

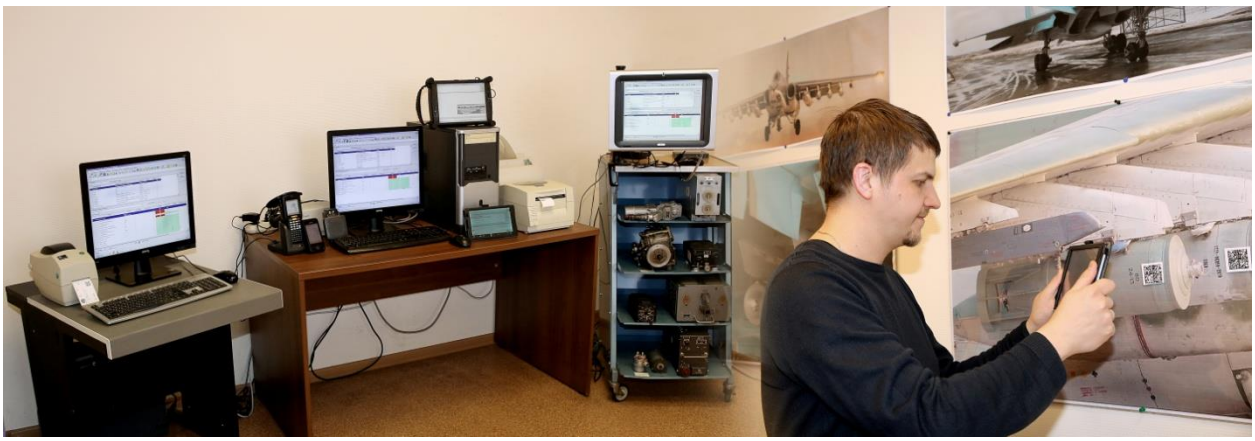

Рисунок 1 Стенд КИФМ

ОПИСАНИЕ КОМПОНЕНТОВ

Компоненты программного обеспечения, поддерживающие описание информационных объектов и управление элементами ИС «Б»/«Н» входят в состав АРМ А.

Компонент описания информационных объектов предназначен для создания информационных моделей (шаблонов) различных объектов (типов объектов), в том числе разделов объектов. Описание представляет собой именованный набор типизированных атрибутов (атомарных свойств), характеризующих каждый конкретный объект описания. Атрибуты характеризуются типом данных, признаком необходимости ввода их значений при работе с экземплярами объектов, способом ввода значений.

Компонент описания агрегатов информационных объектов позволяет объединять отдельные информационные модели объектов в сложные иерархические структуры, например, описания отдельных элементов журнала ВС в подразделы и разделы. В описании агрегата для каждого элемента иерархии указывается количество возможных вхождений. Информационный агрегат может включать в себя другие агрегаты. Такая организация описания модели данных позволяет описывать сложные составные объекты, как иерархически связанную совокупность описаний объектов и агрегатов, что соответствует структуре материальных объектов. Описание агрегата является шаблоном для формального управления и контроля создания экземпляра конкретного объекта (агрегата).

Компонент описания деятельности предназначен для создания моделей, описывающих действия ИТП при проведении работ по ТО ВС, связанных с необходимостью внесения изменений в эксплуатационную документацию ВС (формуляр, паспорта комплектующих изделий). Использование моделей деятельности позволяют автоматизировать процедуры ведения (внесения записей) электронной эксплуатационной документации ВС и контролировать ход выполнения работ по ТО.

Компонент управления исполнением модели деятельности обеспечивает распределение модели деятельности по вычислительным устройствам исполнителей работ (среда исполнения модели) и сбор информации о выполнении модели (обратная связь) в реальном масштабе времени.

Компонент конструирования отчетов позволяет создавать шаблоны отчетов, которые, впоследствии, могут использоваться для печати (получения

твердой копии) отчетов по данным, соответствующим конкретным экземплярам объектов информационной модели. Например, распечатать данные из разделов журнала ВС в установленной форме.

Компонент регистрации пользователей системы позволяет создавать, редактировать, удалять учетные данные о пользователях, имеющих доступ к АРМ, Т ИТП, IFB (экипажи ВС). Одной из характеристик каждой учетной записи является роль, определяющая доступ к информации, содержащейся в информационной модели объекта (например, журнал ВС). Под доступом подразумевается видимость определенных характеристик, возможность их ввода и редактирования.

Компонент регистрации терминалов системы позволяет вводить учетные данные терминалов, управлять состоянием терминалов (активировать, деактивировать, регистрировать в системе) и определять списки пользователей, допущенных к работе с ними. К категории терминалов системы относятся Т ИТП и EFB воздушных судов. Компонент позволяет оперативно принимать меры в случае выхода из строя или утрате терминала.

Компонент создания справочников и классификаторов позволяет создавать описание и заполнять данными справочники или классификаторы, которые используются для автоматизированного ввода значений характеристик экземпляров объектов.

Компонент ведения справочника – словаря многоязыковой поддержки интерфейсов обеспечивает перевод пользовательских интерфейсов компонентов системы КИФМ на любые языки.

Компоненты АРМ пользователей системы включают в себя:

- компонент просмотра, ввода и редактирования агрегированных данных экземпляров объектов;
- компонент просмотра данных (характеристик) экземпляров объектов с возможностью группировки, фильтрации и печати оперативных отчетов;
- компонент создания описаний экземпляров объектов;
- компонент печати предопределенных отчетов.

Общий вид интерфейса пользователя АРМ администратора представлен на рисунке 2.

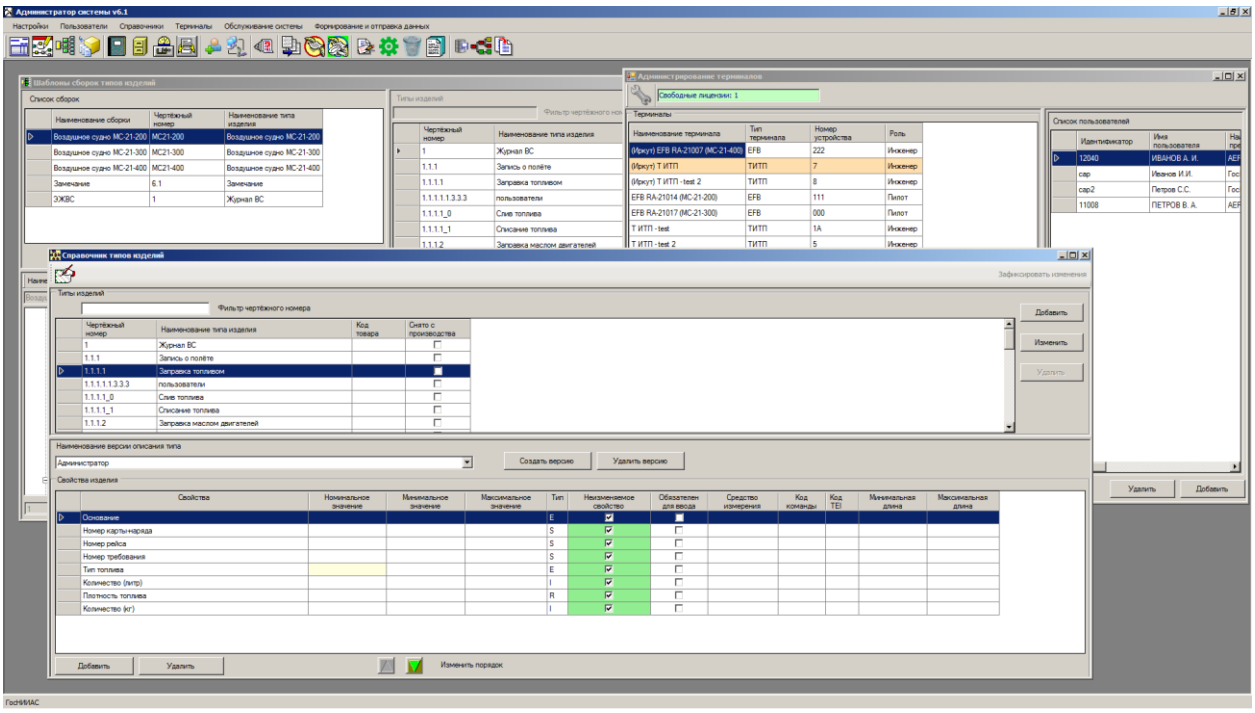

Рисунок 2 Интерфейс АРМ А КИФМ

Возможные области применения

Разработанное специальное программное обеспечение является базовым и используется для отработки процессов оперативного технического обслуживания, в частности, электронный бортовой журнал ВС типа МС-21 самолетов гражданской авиации, поддерживающий проведение процессов транзитного обслуживания.

Примеры некоторых типовых форм экрана Т ИТП приведены на рис. 3 – 5.

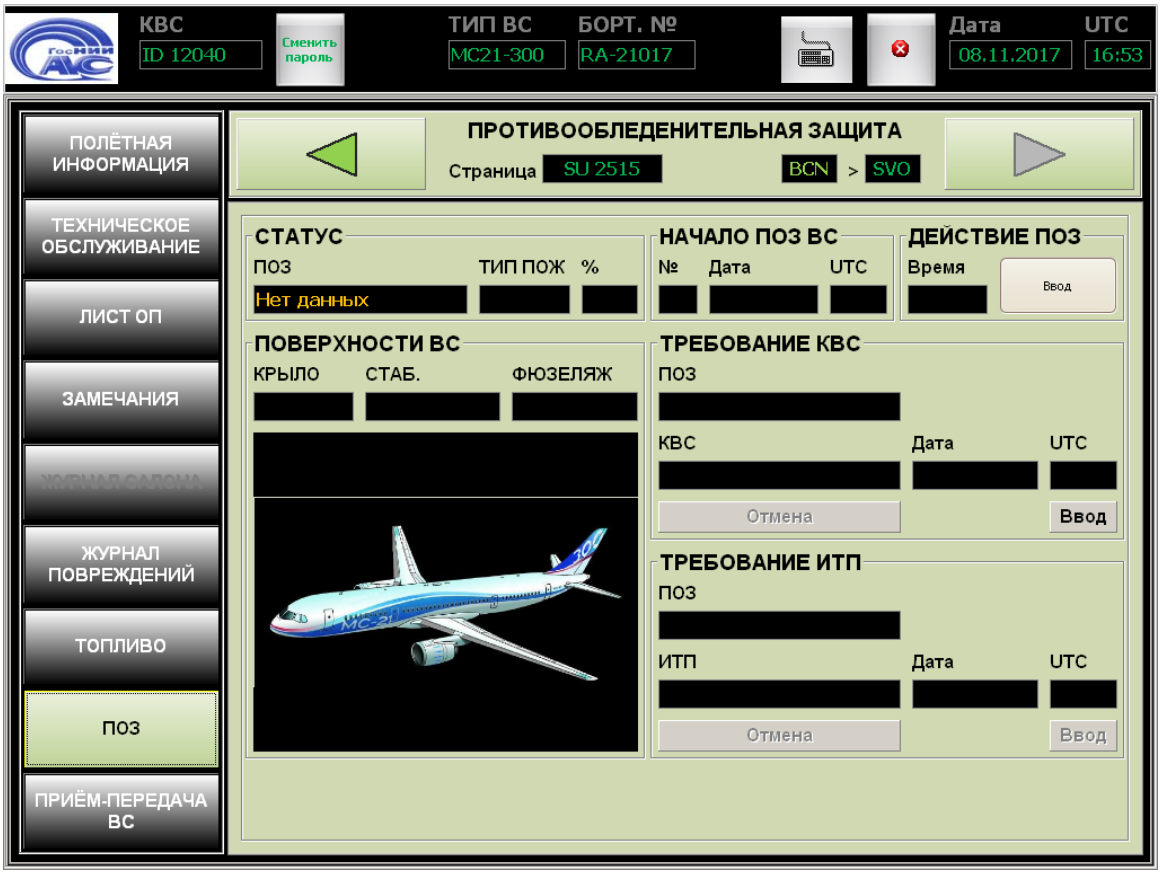

Рисунок 3 Форма для заполнения данными по противообледенительной обработке ВС

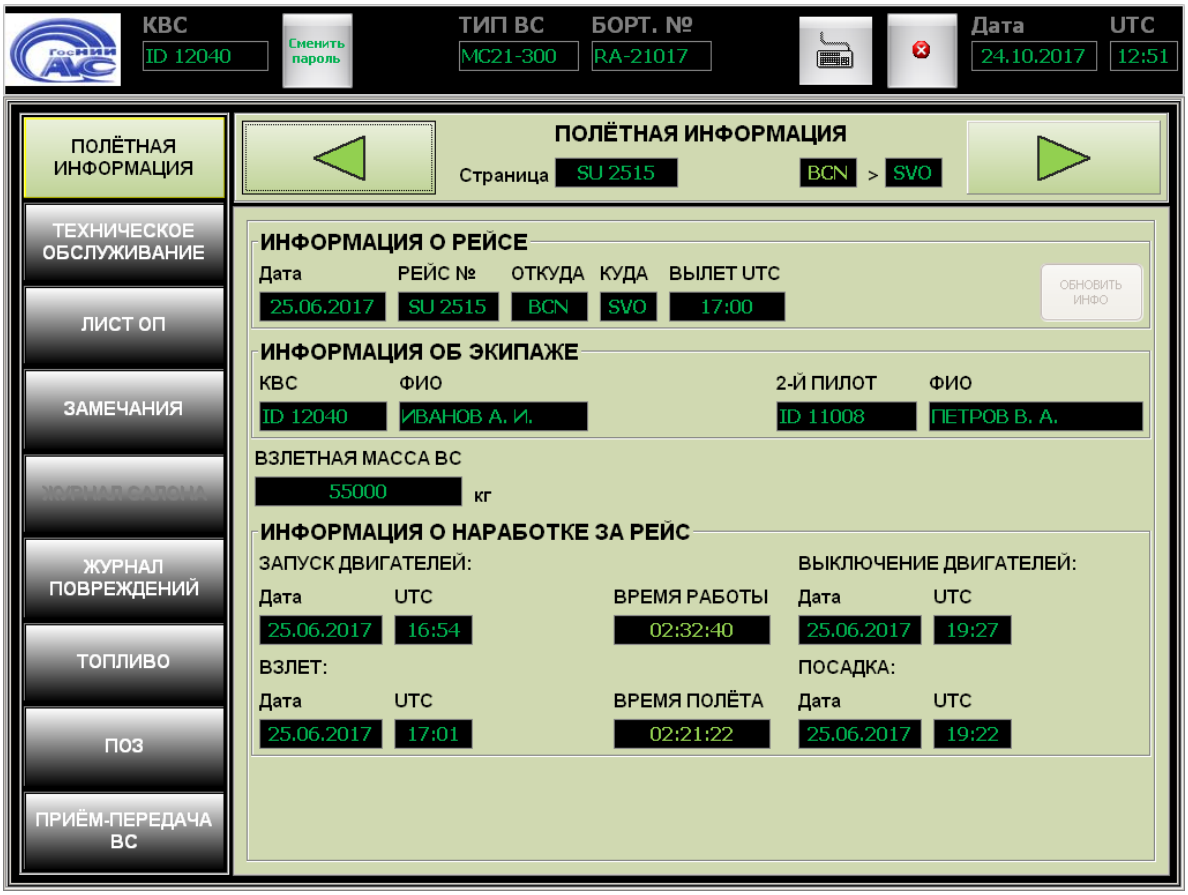

Рисунок 4 Форма ввода данных о полете

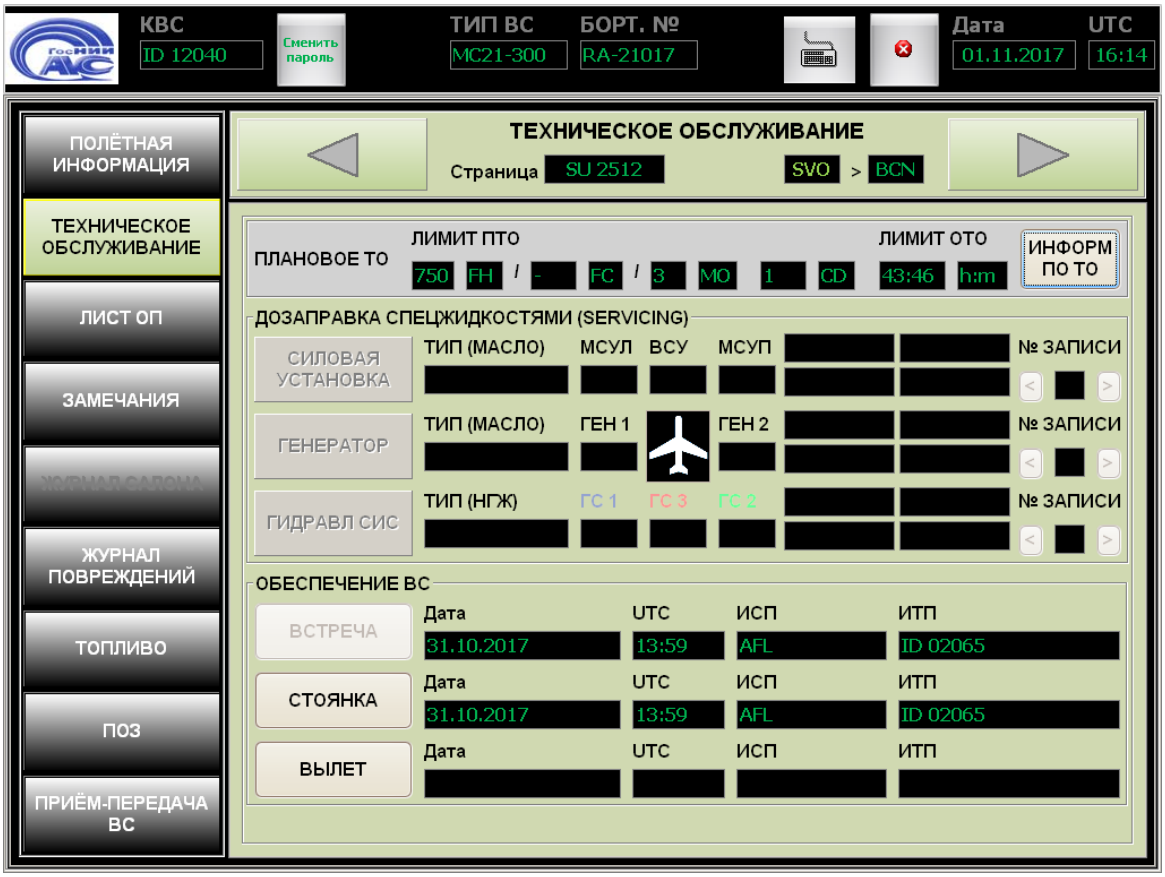

Рисунок 5 Форма ввода данных о ТО

Развитие технологии

Дальнейшее развитие технологии автоматизации процессов оперативного технического обслуживания воздушных судов гражданской авиации целесообразно вести в следующих направлениях:

- совершенствование функций комплекса информационно-функционального моделирования процессов ОТО ВС ГА;
- проведение эргономических исследований «человеко-машинного» интерфейса мобильных элементов комплекса;
- внедрение средств и технологий автоматической идентификации комплектующих изделий ВС посредством их маркировки с помощью RFID – меток и/или штрихового кода при проведении работ по ТО и ремонту (ТОиР);
- внедрение управляемого выполнения работ по ТОиР с помощью технологии заданий, выдаваемых на терминалы исполнителей работ, что позволит отслеживать в реальном времени ход выполнения и метрики процессов;
- формирование и внедрение электронного формуляра, как элемента информационной системы ВС, позволяющей автоматизировать его ведение.