

МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СРЕДСТВА И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В ВИДЕ СЕРВИСОВ

П.В. Степанов

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский Центр РАН
Россия, 199178, Санкт-Петербург, 14 линия, 39
E-mail: p.v.stepanov@hotmail.com

Ключевые слова: автолифт, интеллектуальное транспортно-технологическое средство, математические и цифровые модели интеллектуального транспортно-технологического средства, мобильное оборудование, система контроля оборота мобильного оборудования.

Аннотация: В докладе рассматривается многоуровневое полимодельное описание процесса функционирования интеллектуального транспортно-технологического средства (ИТТС), предназначенного для сервисного обслуживания воздушных судов в отечественных аэропортах. Данное описание включает в себя модели технологий обслуживания воздушных судов (ВС), модели геопозиционирования и навигации ИТТС, модели визуализации состояния ИТТС и окружающей обстановки, модели технологической безопасности, модели группового взаимодействия, физические и логические модели, описывающие состояния и процессы функционирования как отдельных ИТТС, так и их групповое взаимодействие. представлена как совокупность взаимосвязанных процессов. Кроме представленных моделей в докладе рассматриваются особенности их программной реализации, а также варианты их практического использования при управлении ИТТС.

1. Введение

Повышение безопасности пассажиров, надёжности и эффективности сервисного обслуживания судов гражданской авиации в аэропорту является крайне актуальной задачей. Для решения этой задачи был разработан и принят в промышленное использование комплекс интеллектуальных наземных транспортно-технологических средств (ИТТС) сервисного обслуживания воздушных судов (ВС) гражданской авиации [1-3].

Чтобы решать задачу эффективного использования ИТТС необходимо знать где и в каком состоянии они находятся, какую выполняю технологическую операцию, что перевозят в данный момент, какие операции запланированы для дальнейшего выполнения. Получение такой информации возможно при объединение технологических служб аэропорта в единое цифровое пространство. Для комплексного решения вышеуказанных проблем был разработан комплекс отечественных интеллектуальных наземных транспортно-технологических средств обслуживания судов гражданской авиации в едином цифровом пространстве аэропорта.

Основная научно-техническая идея заключается в разработке и практической реализации системно-кибернетических концепций и методов проектирования,

организации производства и проактивного (упреждающего) управления эксплуатацией комплексов интеллектуальных транспортно-технологических средств в едином цифровом пространстве аэропорта на основе информационно-аналитической платформы, универсальных интерфейсов и кибер-физических устройств (КФС).

Главная отличительная особенность ИТТС состоит в том, что они имеют интеллектуальную систему управления, которая может функционировать как в едином цифровом пространстве аэропорта, так и автономно. Контроль состояния ИТТС осуществляется универсальным бортовым компьютером, обрабатывающим информацию от сенсоров, датчиков и подсистем. ИТТС обмениваются между собой информацией через универсальный цифровой интерфейс, образуя цифровое пространство, в котором реализовано управление комплексом ИТТС и их групповое взаимодействие. На рис. 1 представлена общая структура ИТТС, а также аппаратно-программная система мониторинга и управления его состоянием.

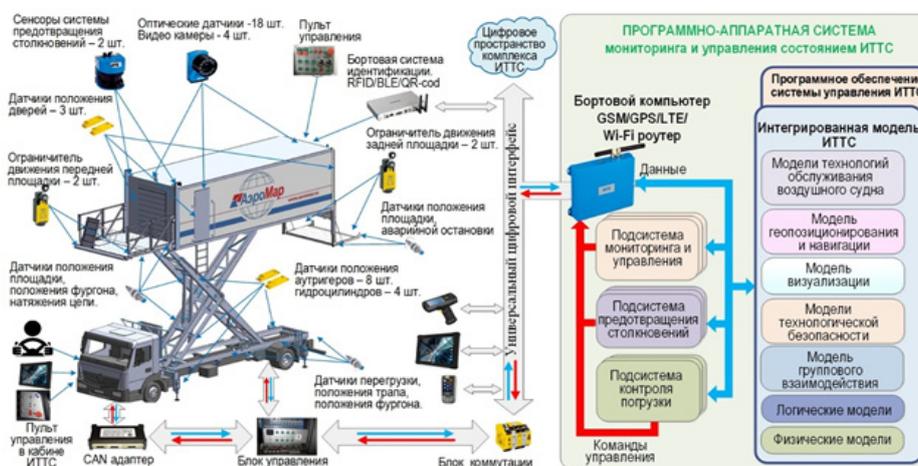


Рис. 1. Общая структура ИТТС.

Автоматика ИТТС построена на релейной логике. Концевые датчики через промежуточные реле управляют приводами. Все данные от концевых автоматов и реле могут быть переданы через коммуникационную шину в бортовой компьютер.

Возможно получение данных от прочих систем, установленных на ИТТС. Это могут быть различные сенсоры и датчики: удара (столкновение ИТТС с препятствием, жёсткий контакт трапа с бортом, внешний удар по ИТТС); температуры (наружной, в кабине, в кузове); влажности (наружной, в кузове); освещённости; давления; наклона; препятствия (движение задним ходом, парковка, препятствие впереди); акселерометр (ускорения); уровня радиации; уровня магнитного излучения; уровня шума (условия работы по технике безопасности); уровня вибрации (неисправность трансмиссии, прокол колеса); датчик на наличие взрывчатых веществ; информация от датчиков шасси автомобиля через OBD2; и т.д.

Бортовой компьютер получает информацию о срабатывании датчиков и хранит в своей базе данных всю историю действий ИТТС за определённый период времени. В базе данных ИТТС хранится информация о том, когда, в какое время, в какой последовательности выполнялись те или иные действия на ИТТС. Например, когда начала открываться дверь и когда она полностью открылась. Время начала выдвижения трапа к борту и время стыковки его к борту. Интеллектуальное ядро рассматриваемых ИТТС является их специальное модельно-алгоритмическое обеспечение (СМАО). Рассмотрим его более подробно.

2. Полиmodelное описание функционирования ИТТС и его практическая реализация на основе сервис-ориентированного подхода

ИТТС, как объект управления, может быть представлен совокупностью взаимосвязанных моделей различного уровня. Из анализа ИТТС (см. рис. 1) следует, что это автономная интеллектуальная транспортно-технологическая система с собственным бортовым компьютером, имеющая много разнотипных датчиков и сенсоров, взаимодействующая с внешним миром через цифровые каналы связи. В этом смысле ИТТС является мультимodelной КФС. Для ее формального описания и последующего практического использования было разработано соответствующее специальное модельно-алгоритмическое обеспечение (СМАО), включающее в себя семь базовых моделей. Кратко рассмотрим основное предназначение данных моделей. Физическая модель и алгоритм описывает состояние ИТТС и его изменение на уровне физических параметров его датчиков, систем, контроллеров и пр. Логическая модель и алгоритм описывает процессы ИТТС, возможные переходы ИТТС и его основных элементов и подсистем из состояния в состояние, историю изменения состояний. Модель и алгоритм геопозиционирования ИТТС позволяет определить место, положение, динамику перемещения его в пространстве. Модель и алгоритм визуализации событий ИТТС обеспечивает запись, хранение, поиск и воспроизведение видео информации необходимой для обработки человеком. Модель и алгоритм реализации технологии обслуживания воздушного судна описывает и позволяет управлять технологическим процессом. Модель и алгоритм управления технологической безопасностью ИТТС описывает ограничения на функционирование ИТТС в соответствии с требованиями службы безопасности аэропорта, а также обеспечивает выработку рекомендаций по реализации данных требований. Модель и алгоритмы группового взаимодействия описывает возможности и ограничения на взаимодействие ИТТС с другими ИТТС, функционируя как единый комплекс, а также взаимодействие комплекса ИТТС с технологическими процессами обслуживания судов гражданской авиации. Все семь моделей тесно взаимосвязаны и дополняют друг друга, создавая полиmodelный комплекс (см. рис. 1 и рис. 2). Каждая модель является достаточной и полной на своём уровне, исходя из требуемой детализации. Дополняя друг друга, они создают новое качество интеллектуального управления. Выработка управляющих решений в рамках каждой конкретной модели происходит с учётом результатов моделирования и прогнозирования на всех остальных моделях.

Так, например, назначение того или иного ИТТС на выполнение операции по обслуживанию борта воздушного судна осуществляется в рамках модели технологии обслуживания воздушного судна. Для оптимального выбора необходима информация о фактическом техническом состоянии ИТТС. Исправности его узлов и агрегатов, наличие необходимого запаса топлива. Это данные физической и логической модели. Но также необходимо понимать какие технологические операции может выполнять в данный момент ИТТС. Только пустой ИТТС может быть назначен на погрузку бортового кухонного оборудования (БКО) на рейс. На разгрузку БКО с борта может быть назначен как пустой, так и частично заполненный уже снятым с другого рейса БКО. Необходимо понимать какую технологическую операцию выполняет в данный момент ИТТС и какие он выполняет до этого в рамках рабочего периода. Это данные

доступны на уровне модели технологии обслуживания ИТТС. Для минимизации пробега, необходимо знать где находится ИТТС в данный момент, сколько времени ему потребуется чтобы доехать до места выполнения технологической операции. Эти данные доступны на уровне модели геопозиционирования, дополненной системой диспетчеризации.

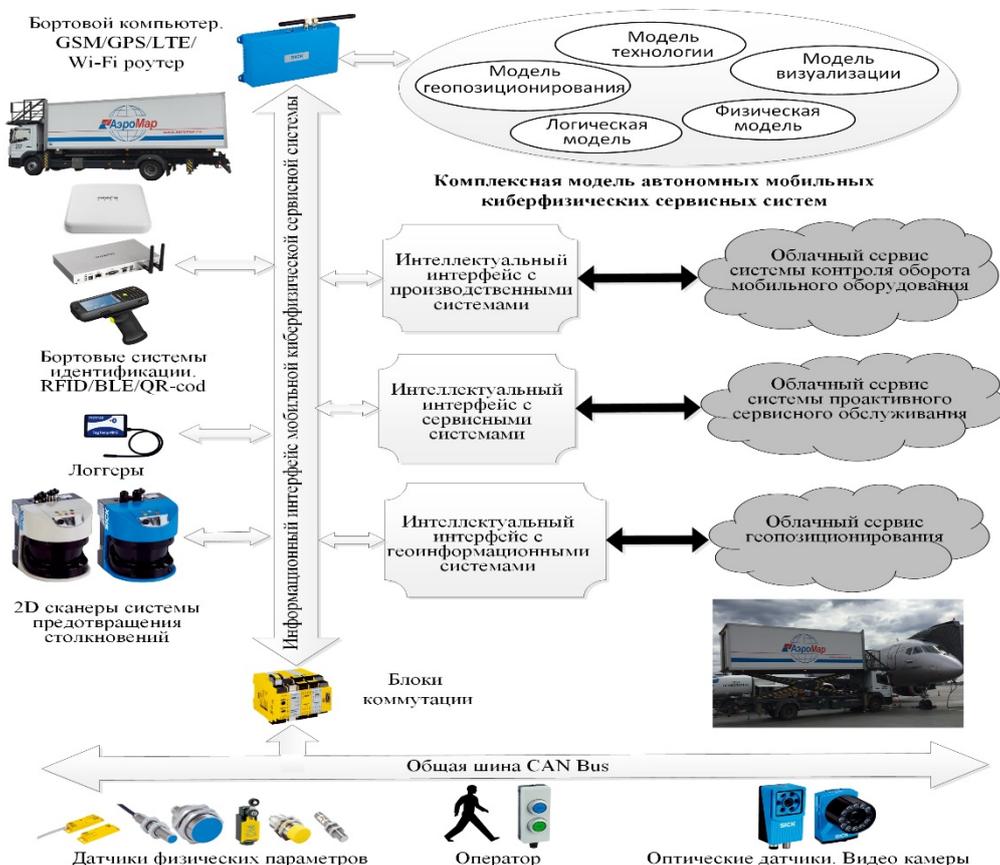


Рис. 2. Архитектура разработанных мобильных кибер-физических сервисных систем, базирующихся на разработанном полимодельном описании.

Разработанное полимодельное описание было реализовано на практике на программно-информационном уровне в виде соответствующих КФС, сервисов и интеллектуальных интерфейсов, представленных на рис. 2. Из содержания данного рисунка следует, что все данные передаются в цифровом формате. Обработка информации происходит на бортовом компьютере. Обмен данными с внешними системами осуществляется по сетям Wi-Fi и GPRS/LTE. При этом бортовой компьютер ИТТС может не только собирать информацию от датчиков и систем, но в автоматическом, либо автоматизированном режимах выдавать команды на системы ИТТС в соответствии с построенной моделью управления, которая базируется не только на технологии реактивного, но и проактивного управления. Анализ показывает, что этом случае управление ИТТС на базе построенных моделей становится более гибким, легко модифицируемым, построенным на интуитивно понятных принципах. Появляется возможность построить систему проактивного управления ИТТС с многовариантным прогнозированием [3-5]. Бортовой компьютер и универсальные цифровые интерфейсы позволяют создать единое цифровое пространство (ЕЦП) в рамках не только одного транспортно-технологического средства, обеспечив интеграцию и эффективное взаимодействие систем, установленных на ИТТС, но и при организации взаимодействия с другими ИТТС, а также информационными системами

других аэродромных служб аэропорта. В состав ЕЦП отдельного ИТТС должны войти следующие системы: система предотвращения столкновения с бортом воздушного судна и другими ИТТС; система контроля погрузки и разгрузки; система определения положения (GPS трекинг); система видео фиксации событий; система диагностики и контроля состояния систем и механизмов ИТТС в соответствии с заложенной цифровой моделью.

3. Заключение

Одним из главных требований к процессу функционирования рассматриваемых ИТТС является необходимость их автономной работы при взаимодействии с ВС без доступа к интернету. Как показывает практика использования ИТТС в аэропортах на лётном поле, доступ к общим сетям и интернету может быть прерван в любое время по ряду причин. Наличие бортового компьютера позволяет выполнять интеллектуальное управление, сбор и хранение данных при автономной работе ИТТС. Это является важной отличительной особенностью предлагаемого решения от решений на базе облачных технологий, при котором бортовой компьютер выполняет только функцию сбора информации от датчиков и систем и передаёт всю собранную информацию приложению, находящемуся в облаке. Для обеспечения требования по организации автономного функционирования ИТТС был разработан соответствующее СМАО, описание которого приведено в данном докладе. Дальнейшее его развитие должно осуществляться в направлении его адаптации к особенностям существующих, либо создаваемых ЕЦП конкретных аэропортов [3-5].

Список литературы

1. Потрясаев С.А., Ронжин А.Л., Соколов Б.В., Джао В.Ю.-Д., Степанов П.В., Стыскин М.М. Полимодельный комплекс мобильной сервисной системы, предназначенной для обслуживания воздушных судов // Информатизация и связь. 2020. № 6. С. 113-118.
2. Ронжин А.Л., Соколов Б.В., Джао В.Ю.-Д., Миронова Е.Г., Стыскин М.М. Применение технологии радиочастотной идентификации для построения системы контроля оборота бортового кухонного оборудования // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Техника телевидения. 2020. Вып. 1. С. 3-10.
3. Охтилев М. Ю., Соколов Б. В., Юсупов Р. М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.
4. Микони С.В., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов. М.: РАН, 2018. 314 с.
5. <http://litsam.ru> (дата обращения 19.01.2024).