



РАБОЧИЙ ДОКУМЕНТ

АССАМБЛЕЯ — 38-Я СЕССИЯ

ТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

Пункт 36 повестки дня. Аэронавигация. Возникающие вопросы

**ИНТЕГРАЦИЯ ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ
В ГРАЖДАНСКОЕ КОНТРОЛИРУЕМОЕ ВОЗДУШНОЕ ПРОСТРАНСТВО
И САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ ВОЗДУШНЫЕ СЕТИ**

(Представлено Российской Федерацией)

КРАТКАЯ СПРАВКА

12-я Аэронавигационная конференция ИКАО в своей Рекомендации 1/10 *"Автоматическое зависимое наблюдение – самоорганизующиеся беспроводные сети передачи данных"* предлагает ИКАО "...рассмотреть вопрос использования самоорганизующихся беспроводных сетей передачи данных...".

В настоящем документе приводится информация о целесообразности разработки и использовании самоорганизующихся воздушных сетей, в первую очередь при интеграции дистанционно пилотируемых авиационных систем (ДПАС) в гражданское контролируемое воздушное пространство. Приведены требования к линиям передачи данных, реализующим функционирование таких воздушных сетей, а также их эксплуатационные преимущества.

Действия: Ассамблее предлагается:

- а) принять во внимание преимущества концепции самоорганизующихся воздушных сетей, в первую очередь для обеспечения безопасности полётов при интеграции дистанционно пилотируемых воздушных судов в гражданское контролируемое воздушное пространство;
- б) принять во внимание потенциал технологии самоорганизующихся воздушных сетей с точки зрения распространения их использования на пилотируемую авиацию, как для целей наблюдения, так и для организации цифровых каналов речевой связи;
- с) просить Совет ИКАО рассмотреть данное предложение в рамках работы по обновлению Глобального аэронавигационного плана на 2013–2028 гг. с целью включения концепции самоорганизующихся воздушных сетей в блок В1-RPAS.

<i>Стратегические цели</i>	Данный рабочий документ связан со стратегическими целями <i>"Безопасность полётов"</i> и <i>"Охрана окружающей среды и устойчивое развитие воздушного транспорта"</i>
<i>Финансовые последствия</i>	Финансирование в рамках бюджета Регулярной программы ИКАО

¹ Текст на русском и английском языках представлен Российской Федерацией.

<i>Справочный материал</i>	Дос 9750-AN/963, <i>Глобальный аэронавигационный план</i> Дос 9896, <i>Руководство по сети авиационной электросвязи (ATN), использующей стандарты и протоколы пакета протоколов Интернет (IPS)</i> Проект, Версия 1.1. <i>Руководство по дистанционно пилотируемым авиационным системам</i>
----------------------------	---

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 12-я Аэронавигационная конференция ИКАО в своей рекомендации 1/10 "Автоматическое зависимое наблюдение – самоорганизующиеся беспроводные сети передачи данных" предлагает ИКАО "...рассмотреть вопрос использования самоорганизующихся беспроводных сетей передачи данных...".

1.2 Организация связи при интеграции дистанционно пилотируемых авиационных систем (ДПАС) в гражданское контролируемое воздушное пространство в ICAO RPAS Manual традиционно рассматривает следующие линии передачи данных (ЛПД):

- командную ЛПД для передачи команд управления от станции дистанционного пилота (СДП) на дистанционно пилотируемое воздушное судно (ДПВС);
- информационную (статусную) ЛПД для передачи информации от ДПВС к СДП о статусе ДПВС (положение в пространстве и другие навигационные параметры, а также информацию о состоянии систем, управляющих режимом поведения ДПВС); обе указанные выше ЛПД взаимодействия СДП и ДПВС объединяются в понятие ЛПД С2 (Command/Control);
- двустороннюю голосовую радиосвязь между диспетчером УВД и дистанционным пилотом (ДП) через ДПВС в УКВ диапазоне, а также двустороннюю передачу данных (также через ДПВС) между УВД и СДП.

1.3 Требования к связи между СДП и ДПВС и между СДП и УВД должны соответствовать требованиям характеристик связи (RCP), соответствующим обслуживанию пилотируемых воздушных судов (ВС) в данном классе воздушного пространства.

1.4 СДП может взаимодействовать со своим ДПВС и с УВД как при наличии прямой радиовидимости (RLOS - Radio Line of Sight), так и при ее отсутствии (BRLOS - Beyond Radio Line of Sight); в последнем случае используются спутниковые или воздушные каналы связи. В случае спутниковой связи нет информации ни о сети между СДП и спутником, ни о количестве скачков сигнала "земля-спутник", ни о последующей задержке сигнала. Связь через спутник создает основную проблему эксплуатации в виде увеличенной и потенциально непредсказуемой задержки при передаче сигнала, а также нормативную проблему сертификации или регулирующего надзора поставщика услуг спутниковой связи. В случае воздушной связи при определённых требованиях к ЛПД С2 (см. ниже) имеется полная информация об имеющейся воздушной сети между СДП и ДПВС (карта сети); количество скачков "борт-борт" и запаздывание сигнала минимизированы и известны.

1.5 Среди фундаментальных проблем рассматриваемой интеграции следует выделить:

- обеспечение бесперебойной связи между СДП и ДПВС, а также между СДП и УВД, особенно в условиях BRLOS; следует констатировать, что к настоящему времени данная проблема не имеет решения, поскольку использование спутниковой связи характеризуется указанными выше недостатками;
- нерешённость вопроса, связанного с выбором принципов работы систем Detect & Avoid (D&A); использование систем ACAS неприемлемо по целому ряду причин регулятивного, конструкторского и экономического характера; задача разработки применительно к ДПАС компактной и эффективной системы D&A ожидает своего решения;
- по определению, канал взаимодействия СДП и ДПВС (ЛПД С2) является цифровым; взаимодействие пилотируемой авиации с УВД базируется на использовании голосовой связи и принятых ИКАО линий передачи данных; вопрос, каким образом осуществлять сопряжение ЛПД С2 со связными каналами УВД (голос + данные), остаётся открытым.

2. КОНЦЕПЦИЯ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ ВОЗДУШНОЙ СЕТИ

2.1 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СДП, ДПВС и УВД

2.1.1 До сих пор рассматривался случай, когда информацию на ДПВС посылают соответствующая СДП и УВД. В свою очередь, информация от ДПВС посылается на соответствующую СДП и УВД. Возможны другие способы взаимодействия ДПВС и СДП друг с другом и с пользователями воздушного пространства. Например, ДПВС1 управляется СДП1, а ДПВС2 управляется СДП2. Данные о положении ДПВС1 может получить СДП2, а данные о положении ДПВС2 может получить СДП1. В результате и СДП1, и СДП2 могут получить информацию о положении от обоих ДПВС. Это условие может распространяться на множество ДПВС и других ВС, оснащённых таким же образом, что повысит общую ситуационную осведомлённость. Для данного примера передача информации о статусе ДПВС должна быть организована следующим образом:

- данные о положении ДПВС передаются в радиовещательном режиме,
- данные от ДПВС к своей СДП о статусе механизмов, определяющих поведение ДПВС, информация по встроенному контролю систем и др. могут передаваться в режиме радиовещания или в сквозном "точка - точка" (на соответствующую СДП) режиме.

2.1.2 Одним из важных моментов обеспечения интеграции ДПАС в гражданское воздушное пространство является требование к надёжности связи между СДП и ДПВС. Когда какое-либо ДПВС способно быть соединёнными со своей СДП не только напрямую, но также и через некоторые другие пути с заданными характеристиками по надёжности, робастность функционирования ДПАС в гражданском воздушном пространстве существенно повышается. Когда какое-либо ДПВС способно получать данные не только от своей СДП и передавать данные не только о собственном ДПВС, фактически предоставляется функция ретранслятора в режиме переприёма через ДПВС. В этом случае СДП может посылать командный сигнал для модификации поведения своего ДПВС не только напрямую, но и с помощью одного или более ДПВС, действующих как находящаяся в воздухе ретрансляционная станция/станции. Вместо ДПВС могут применяться и другие ВС, если они оснащены надлежащими транспондерами ЛПД С2. При получении информации от окружающих ВС, использовании этой информации для собственной ситуационной осведомлённости и самоэшелонирования (фактически являющегося

фундаментом для построения последующих систем Detect and Avoid), передаче данных о собственном положении и передаче (при необходимости) полученных данных на все оборудованные ВС, СДП и УВД, ДПВС будет действовать как узел воздушной сети. Одно из важных свойств такой сети – робастность (повышенная устойчивость к помехам и к различного рода сбоям). ДПВС может получать управляющие сигналы/посылать статусную информацию не только напрямую от/к своей СДП, но и через находящиеся поблизости ДПВС или другие оборудованные ВС (действующих как ретрансляционные станции), при необходимости, несколькими дополнительными путями. Воздушная сеть должна удовлетворять ряду требований, это же соответственно относится и ЛПД С2. Указанные требования (Приложение А) предложены в проект разрабатываемого группой ICAO UASSG Руководства RPAS Manual.

2.2 РЕЗУЛЬТАТЫ, ДОСТИГАЕМЫЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ ВОЗДУШНОЙ СЕТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ДПАС

2.2.1 Использование самоорганизующихся воздушных сетей позволяет осуществить робастное функционирование ДПАС в гражданском контролируемом воздушном пространстве в условиях BRLOS. СДП имеет возможность взаимодействия со своим ДПВС (посылать управляющие сигналы и получать информацию о статусе) практически без задержек не только напрямую, но при необходимости также и через находящиеся в прямой радиовидимости оборудованные "сетевым транспондером" воздушные суда, беспилотные и пилотируемые. То же относится к взаимодействию СДП-ДПВС-УВД; информация о положении ДПВС в принятом для УВД виде может поступать в систему УВД не только напрямую, но при необходимости также через другие ВС; взаимодействие диспетчера с пилотом ДПАС осуществляется в принятом для данного класса воздушного пространства методе действий посредством переговоров и передачи данных. Отсутствие прямой радиовидимости перестаёт быть лимитирующим фактором; множественность возможных каналов автоматической передачи информации обеспечивает робастное функционирование системы. При отсутствии сети отсутствует также и угроза столкновения с другими оборудованными ВС. Что касается необорудованных ВС, то поскольку рассматривается только контролируемое воздушное пространство, ответственность за которое несёт диспетчер, а диспетчер взаимодействует как с оборудованными, так и с необорудованными ЛПД С2 ВС, он принимает меры по разведению всех ВС, включая беспилотные, так как вся необходимая информация о положении всех ДПВС ему известна либо напрямую, либо через воздушную сеть.

2.2.2 Применение комбинации необслуживаемого наземного ДПАС-шлюза и доступа к ДПВС через самоорганизующуюся воздушную сеть позволяет организовать полёты ДПВС в любой части контролируемого воздушного пространства, не оказывая влияния на взаимодействие УВД и пилотируемых ВС.

2.2.3 Полёты всех ВС происходят под контролем диспетчера УВД; пилотируемые ВС управляются с помощью методов и средств, используемых в данном воздушном пространстве, для ДПАС используется описанный модуль ДПАС.

2.3 РАСШИРЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ ВОЗДУШНОЙ СЕТИ

Расширение использования самоорганизующейся воздушной сети может производиться по следующим направлениям:

2.3.1 Объединение беспилотной и пилотируемой авиации.

При условии оборудования пилотируемых воздушных судов транспондерами ЛПД C2 с указанными выше требованиями все такие пилотируемые и беспилотные воздушные суда при условии обеспечения прямого радиодоступа образуют единое облако с указанными выше правилами внутрисетевого обмена. Если хотя бы одно ВС из облака имеет доступ к системе УВД, информация о каждом ВС из облака с минимальными задержками становится доступной системе УВД. В свою очередь каждое ВС из облака может своевременно получить необходимые инструкции или другую информацию от системы УВД. На базе обмениваемой по двум направлениям (от ВС к УВД и от УВД к ВС) через воздушную сеть информации могут быть реализованы не только применения, базирующиеся на наблюдении типа ADS-B Out/ADS-B In/TIS-B/A-SMGCS/поиск и спасание на базе последнего АЗН-В сообщения, но и целый спектр услуг на базе двустороннего FIS-B (оперативная погода, D-AIM, SWIM, вихревая безопасность, CPDLC, АОС и др.), навигации DGNSS и др.

2.3.2 Использование низкоорбитальных спутников типа Iridium или Гонец.

Даже будучи оборудованным транспондером ЛПД C2, воздушное судно не будет иметь доступа ни к облаку, ни к системе УВД, если оно не будет иметь радиодоступа ни к одному ВС или непосредственно к системе УВД. Для такого "одинокое" ВС, когда в радиусе около 400 км нет находящихся в воздушной сети других ВС, рассматривается следующее. Сигналы типа ADS-B Out от такого ВС, будь то сигналы расширенного сквиттера на частоте 1090 МГц или VDL-4 в авиационном УКВ диапазоне, поступают на низкоорбитальные спутники типа Iridium или Гонец (Россия), после чего эти сигналы ретранслируются на наземные станции приёма и далее по наземным каналам связи передаются заинтересованным пользователям, в первую очередь в систему УВД. Задержки сигнала при использовании низкоорбитальных спутников минимизированы. Цепочка "одинокое ВС – спутник – наземная станция – система УВД" становится как бы узлом самоорганизующейся воздушно-космической сети с односторонним направлением информации. При этом не требуется никакого дополнительного оборудования ВС, кроме указанного выше транспондера C2 ЛПД. По мере достижения радиодоступа к ВС из некоторого облака бывшее ранее "одиноким" ВС входит в воздушную сеть и сервис через спутник прекращается, тем самым минимизируется нагрузка спутникового канала. При отсутствии прямого радиодоступа вследствие отсутствия в окрестности рассматриваемого ВС оборудованных ВС автоматически снимаются угрозы их столкновения. Случаи необорудованных ВС рассмотрены выше.

В Российской Федерации развёрнуты работы по созданию системы спутникового наблюдения морских судов с использованием автоматических идентификационных систем (AIS) с УКВ радиоканалом и воздушных судов с использованием систем АЗН-В как на базе 1090 ES, так и VDL-4. Системы AIS и транспондеры на базе VDL-4 строятся на базе единой технологии самоорганизующегося множественного доступа с временным разделением (STDMA). В 2013 г. в Российской Федерации будет запущен первый спутник с приёмником AIS на борту; в ближайшие годы будут осуществлены пуски с целью реализации АЗН-В на базе VDL-4.

3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ВЫГОДЫ

3.1 Использование самоорганизующихся воздушных сетей позволит:

- а) применительно к ДПАС обеспечить робастное наблюдение и управление ДПАС в гражданском контролируемом воздушном пространстве;

- b) службам организации воздушного движения расширить предоставление услуг;
- c) улучшить наблюдение в системе ОВД при повышении уровня безопасности полётов в результате улучшения общей системы наблюдения, использовать сокращённые интервалы эшелонирования воздушных судов, повысить пропускную способность и эффективность использования воздушного пространства при снижении требований к наземному покрытию систем наблюдения;
- d) авиакомпаниям повысить уровень безопасности и эффективность полётов в результате повышенной ситуационной осведомлённости и предоставления оперативного информационного обеспечения.

3.2 Предполагаемые выгоды поддерживают стратегические цели А "Безопасность полётов" и С "Охрана окружающей среды и устойчивое развитие воздушного транспорта" ИКАО.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

4.1 Авиационной отрасли предстоит решить проблему интеграции ДПАС в гражданское контролируемое воздушное пространство в условиях отсутствия прямой радиовидимости. Самоорганизующиеся воздушные сети, осуществляющие посылку управляющих сигналов с СДП на ДПВС и получение информации о статусе ДПВС, а также взаимодействие с УВД не только напрямую, но также и через сеть надлежащим образом оборудованных ВС при минимальных задержках сигналов, позволяют решить эту задачу.

4.2 Авиационная отрасль постоянно изыскивает пути повышения уровня безопасности полётов, получения эксплуатационных и финансовых выгод, особенно на маршрутах, на которых не осуществляется наблюдение, и в этой связи возможность использования самоорганизующихся воздушных сетей с включением в их состав ВС пилотируемой авиации значительно увеличивает взаимную информированность пилотов и диспетчеров, что будет способствовать более эффективной организации использования воздушного пространства и воздушных судов.

4.3 Исходя из вышеизложенного, Ассамблее предлагается принять во внимание преимущества концепции воздушных самоорганизующихся сетей, в первую очередь для обеспечения безопасности полётов при интеграции дистанционно пилотируемых воздушных судов в гражданское контролируемое воздушное пространство, а также просить Совет ИКАО рассмотреть данное предложение в рамках работы по обновлению Глобального аэронавигационного плана на 2013–2028 гг. с целью включения концепции самоорганизующихся воздушных сетей в блок В1-RPAS.

ДОБАВЛЕНИЕ

ТРЕБОВАНИЯ К САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ ВОЗДУШНОЙ СЕТИ И ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С2

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ ВОЗДУШНЫХ СЕТЕЙ

1.1 Основная функция воздушной сети – обеспечить обмен информацией между объектами в пределах зоны обычного радиодоступа. К этим объектам могут относиться любые пилотируемые и беспилотные ВС, движущиеся и стационарные наземные и надводные устройства, содержащие передатчики/приёмники, снабжённые аппаратно-программным обеспечением для выполнения функций коммутируемых сетевых узлов.

1.2 Все объекты воздушной сети имеют привязку к географическим координатам и ко времени, например, с помощью GNSS. Зона обычного радиодоступа – это область, где каждый объект имеет радиодоступ по крайней мере к одному соседнему объекту.

1.3 Обмен информацией ведётся в пакетном режиме. Вся циркулирующая в сети информация доступна для всех пользователей (узлов). При необходимости, каждый пользователь способен посылать данные другому пользователю в сквозном ("точка - точка") режиме. При отсутствии прямого радиодоступа между объектами информация передаётся (транслируется) через другие объекты.

1.4 Для оценки достоверности сигналов, выявления естественных помех и искусственных ложных имитируемых сигналов и их отбраковки, последующего использования в системе "обнаружить и уклониться" время отправки каждого пакета соотносится со шкалой времени; это время включается в пакетное сообщение. Время прихода сигнала к пользователю определяется при получении сигнала. Разница между временем отправки и получения сигнала позволяет вычислить расстояние между отправителем и получателем.

1.5 Функции маршрутизации и коммутации пакетов возлагаются на аппаратно-программное обеспечение сети, которое обеспечивает протоколы координации взаимодействия, поиск назначенных объектов, создание, обеспечение и контроль целостности пакетов.

1.6 Для случая, когда все узлы сети используют одну и ту же радиочастоту для получения и отправки сообщений, после получения данных узел должен хранить их до передачи. Работу сети следует организовать таким образом, чтобы минимизировать время хранения данных во всех узлах, участвующих в цепи трансляции по доставке данных в нужный узел.

1.7 Воздушная сеть строится по принципу самоорганизации; она хранит и регулярно обновляет карту сети, включающую:

- текущую архитектуру сети – пространственный граф, узлы которого определяются географическими координатами объектов, доступных для соединения и взаимодействия;
- таблицу расстояний между объектами, вычисленных по их географическим координатам;

- таблицу расстояний между объектами, вычисленных по измеренной величине времени распространения сигнала между объектами;
- таблицу явных несоответствий между расстояниями, определёнными по координатам и времени распространения;
- таблицу пропускной способности каналов связи между объектами;
- базу данных о местности и препятствиях для прогноза границ зоны прямого радиодоступа.

1.8 Сетевые адреса (номера) объектов с географической, временной и сетевой привязкой известны всем объектам сети.

1.9 Воздушная сеть обеспечивает следующие дополнительные функции электросвязи:

- a) Поиск объекта в сети. Когда надо передать информацию на конкретный объект, можно применять "штурмовой" принцип, то есть послать запрос в режиме вещания, защищённом от повторного вещания в том же канале между узлами.
- b) Приоритеты сообщений определяются/назначаются, исходя из содержания. Маршрутизация сообщений может производиться как "вручную", так и автоматически в зависимости от ранга сообщения. (Срочные или критичные ко времени доставки) сообщения направляются согласно минимальному количеству трансляционных станций. Сообщения, требующие повышенной достоверности, направляются по кратчайшим возможным путям, обладающим наивысшей устойчивостью к помехам. Маршрутизация сообщений, не требующих специального внимания, осуществляется из условия сокращения потерь пропускной способности каналов между узлами).
- c) Организация голосового обмена дополнительно к обмену данными; голосовые сети и сети данных используют разные частоты в соответствии с планом частот; если необходимо, воздушная сеть управляет переключением узлов для голосовой связи.
- d) Возможность посылать голосовые сообщения в режиме вещания (реализация функции спаренной линии ("Party line"), используя свойства воздушной сети для организации голосовой связи).
- e) Способность хранить информацию, полученную ранее от других объектов, когда ДПВС находится вне воздушной сети, и доставлять её в сеть в пределах зоны доступа (почтовая служба).
- f) Защита передаваемой информации от несанкционированного доступа, замены, перехвата, ввода ложной информации, с целью проверки подлинности сообщения.

1.10 Обобщённая схема взаимодействия СДП и ДПВС, а также УВД и СДП через ДПВС приведена на рис. 1. Замыкание через ДПВС двух воздушных сетей, осуществляющих взаимодействие СДП и ДПВС с одной стороны и ДПВС и УВД с другой стороны, приводит к образованию единой воздушной сети, узлами которой являются взаимодействующие СДП и УВД. Каждая сеть между СДП и ДПВС, а также между СДП и УВД может вырождаться в линейную цепочку.

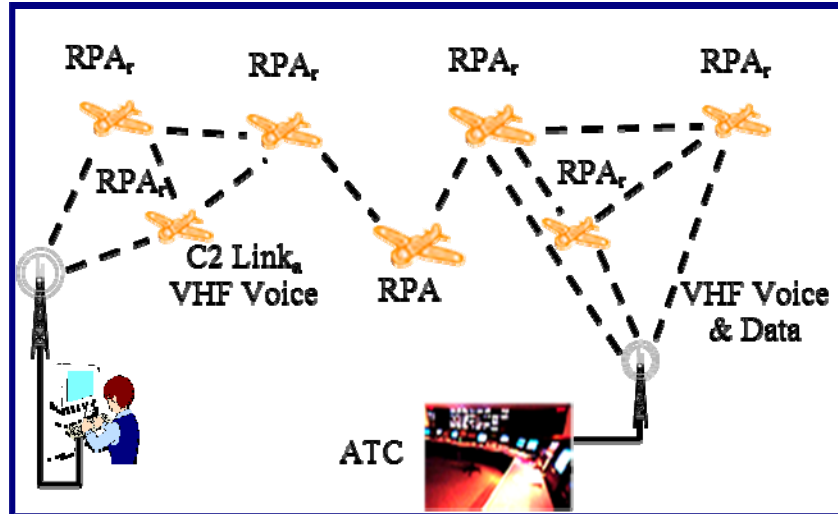


Рис. 1. Обобщённая схема взаимодействия ДПВС (RPA) с СДП и УВД (ATC)

2. ШЛЮЗ СОПРЯЖЕНИЯ ЛПД С2 И ГОЛОСОВОЙ СВЯЗИ/ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ УВД

2.1 Проектом ICAO RPAS Manual предусмотрена следующая организация сопряжения каналов связи УВД и ЛПД С2. Предполагается, что на борту ДПВС имеется хотя бы одно УКВ радио и ЛПД С2 обладает необходимой полосой УКВ частот, достаточной для обеспечения голосовой связи и, если потребуется, ресурсом для передачи данных. При этом голосовые УКВ сообщения от УВД к ДП поступают на ДПВС, преобразуются в цифровую форму и затем транслируются на СДП по ЛПД С2. Голосовые сообщения от ДП к УВД преобразуются в цифровую форму на СДП, посылаются на ДПВС по каналу С2, там преобразуются в аналоговые голосовые сообщения и передаются по УКВ радио.

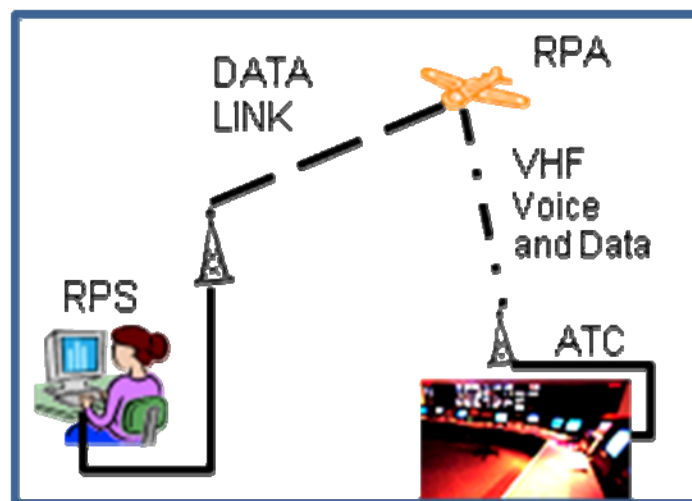


Рис. 2. Взаимодействие ДПАС и УВД в пределах прямой радиовидимости RLOS.

2.2 Асимметричный подход (персонал УВД посылает и получает голосовые сообщения в аналоговой форме, ДП делает то же самое в цифровой форме) поддерживается желанием не изменять оборудование и процедуры УВД в глобальном масштабе. Но это значительно усложняет оборудование всех ДПВС, больших и малых, и должно выполняться с учётом ограничений по массе, размеру, размещению на ДПВС, энергообеспечению, управлению, обслуживанию и пр. Другим возможным методом может быть такой, когда голос по пути от УВД к СДП преобразуется в цифровую форму не на борту ДПВС, а рядом с наземной службой УВД. Конечно, это потребует установки некоторого нового наземного сертифицированного оборудования, где будут применяться две частоты для голоса – одна УКВ для аналоговой голосовой связи для обслуживания пилотируемых ВС с организацией линий прослушивания "Party line", а другая – для цифровой голосовой связи по каналу С2 для ДП с помощью ретрансляции через ДПВС. Применять цифровую голосовую связь проще и эффективнее; это общепринятый способ в звуковой индустрии и в беспроводной телефонной связи. Новое оборудование, располагаемое на земле, не должно оказывать никакого влияния на эксплуатацию пилотируемых ВС и будет касаться только действий ДПАС. Помимо УКВ голосовой связи будет также организована трансляция данных от УВД на СДП с помощью канала С2. Таким образом, необходимо иметь шлюз между связью УВД (голосовой и передачи данных) и ЛПД С2, и здесь можно рассмотреть два подхода. Первый – ничего не менять в наземном оборудовании и возложить всю тяжесть выполнения задачи на ДПВС при существенных указанных выше ограничениях. Второй – упростить бортовую часть ДПВС и передать часть заданий на землю, не в службу УВД, а в некоторые наземные модули ДПАС, организовать наземный шлюз для ДПАС. Здесь будет уместно привести следующую аналогию. При организации наблюдения ВС можно вкладывать значительные средства в совершенствование первичных радаров, не затрагивая ВС. Однако значительно более эффективным будет организация кооперативного наблюдения с использованием вторичных радаров, разделив нагрузку по совершенствованию наблюдения на наземные и бортовые средства. Организация необслуживаемого наземного ДПАС-шлюза не повлияет на организацию полётов пилотируемых ВС, но доставит информацию в обоих направлениях – от ДПАС к УВД для построения полной картины УВД и от УВД к СДП для выполнения полётов под полным контролем УВД. Вместо множества шлюзов на борту ДПВС применяется один общий наземный шлюз.

2.3 Модуль ДПАС включает:

- системы ДПАС, управление ДПВС которых с СДП осуществляется с помощью ЛПД С2;
- необслуживаемый наземный ДПАС-шлюз, который обеспечивает взаимодействие ДПАС и УВД.

2.4 Внутри модуля ДПАС каждая СДП управляет работой своего ДПВС с помощью канала С2. Для определения своего положения ДПВС может воспользоваться разработанными производителем средствами наблюдения, которые должны быть сертифицированы. Или данные о положении могут поступать от каждого ДПВС на соответствующую СДП с помощью стандартизованных ИКАО средств наблюдения – SSR, или АЗН-В, или мультilaterационного транспондера. Данные наблюдения ДПВС поступают в УВД с помощью каналов наблюдения УВД (на схеме не показаны). Разработчикам ДПАС, чтобы избежать сертификации средств наблюдения за ДПАС по линии УВД, можно воспользоваться средствами наблюдения УВД, упомянутыми выше.

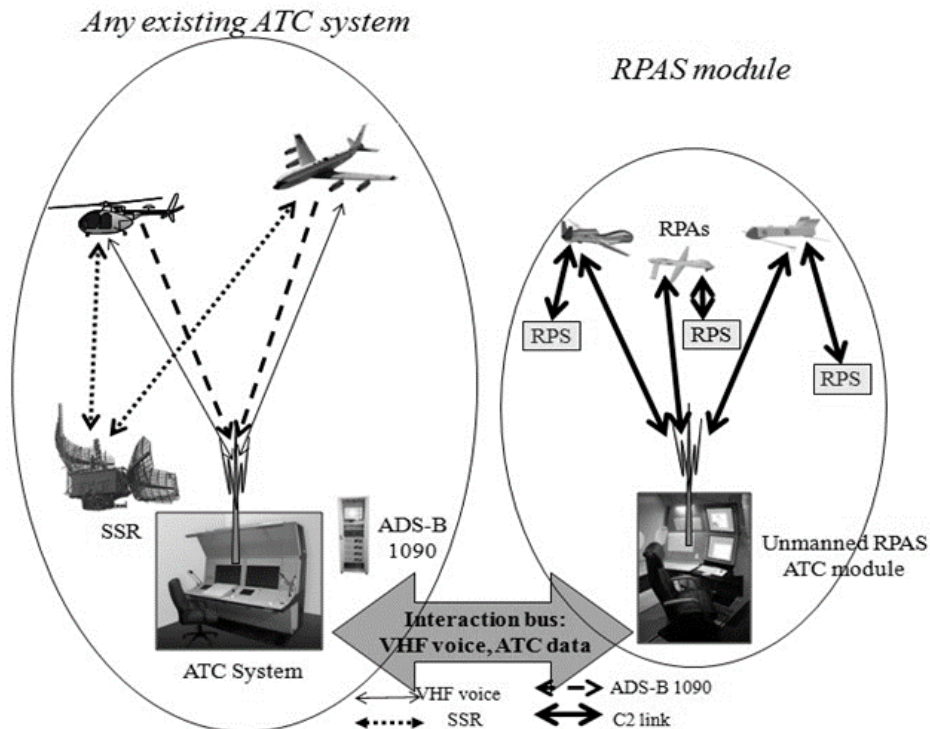


Рис. 3. Наземный ДПАС-шлюз для сопряжения голоса и данных УВД с ЛПД С2 в условиях прямой радиовидимости.

2.5 Помимо сопряжения по связи, наземный ДПАС-шлюз решает также задачу сопряжения по наблюдению. Пусть в каком-либо воздушном пространстве пилотируемые ВС наблюдаются с помощью вторичного радара. ДПВС в этом пространстве также могут наблюдаться с помощью вторичного радара, при этом размещение ответчика на борту ДПВС может по целому ряду причин оказаться неприемлемым, к тому же СДП будет должна иметь в своем составе наземный радар. Выходом из положения будет использование для наблюдения ДПВС методов и средств АЗН-В, что, собственно, и делается в ДПАС модуле. Наземный ДПАС-шлюз осуществляет прием информации ADS-B Out от ДПВС и направляет ее в систему УВД; в свою очередь, система УВД реализует функцию TIS-В, посылая информацию о положении всех самолетов, пилотируемых и беспилотных, на все СДП, реализуя функцию ADS-B In. Тем самым производится сопряжение модуля ДПАС не только по связи, но и по наблюдению.

3. СОПРЯЖЕНИЕ СВЯЗИ ГОЛОС/ДААННЫЕ ОТ УВД И ЛПД С2 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ ВОЗДУШНЫХ СЕТЕЙ

3.1 При отсутствии прямой видимости между УВД и ДПВС, помимо использования спутниковой связи, характеризующейся не лимитированными задержками, могут использоваться воздушные сети в следующей постановке (рис. 4).

3.2 Применение комбинации необслуживаемого наземного ДПАС-шлюза и доступа к ДПВС через воздушную сеть позволяет организовать полёты ДПВС в любой части контролируемого воздушного пространства, не оказывая влияния на взаимодействие УВД и пилотируемых ВС.

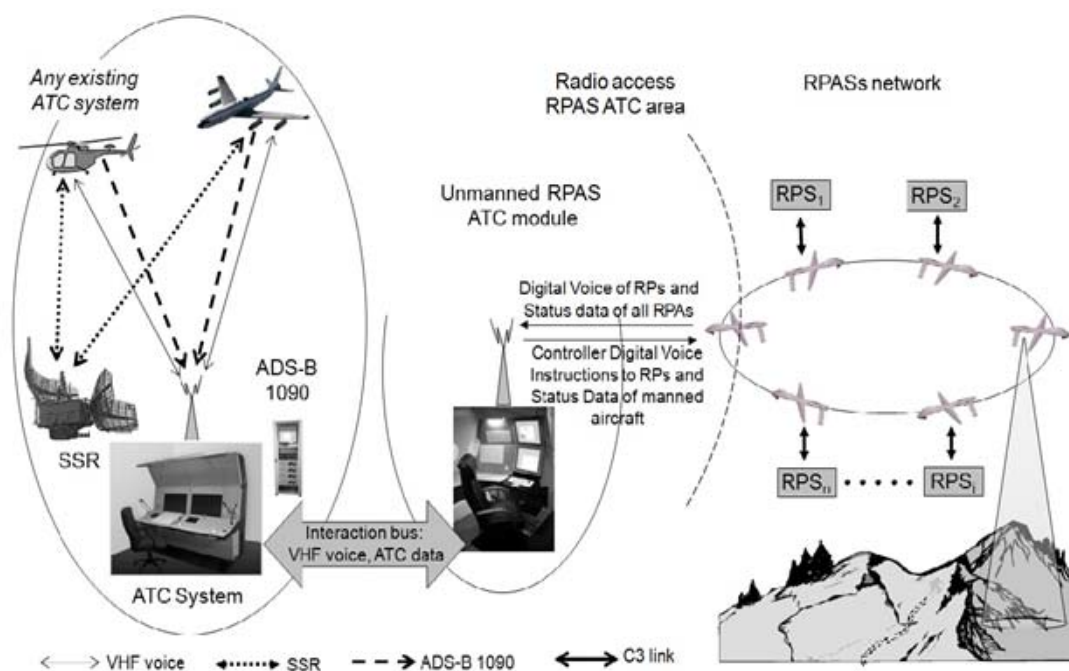


Рис. 4. Комбинация наземного ДПАС-шлюза с доступом к ДПВС через воздушную сеть.

3.3 Полёты всех ВС происходят под контролем диспетчера УВД; пилотируемые ВС управляются с помощью методов и средств, используемых в данном воздушном пространстве, для ДПАС используется описанный выше модуль ДПАС. Особенностью рассматриваемого случая является следующее: группа ДПВС летает вдоль некоторого пути в форме вытянутого эллипса. Например, на одной стороне вытянутого пути каждое ДПВС выполняет некоторую функциональную задачу; на другом конце пути каждое ДПВС контактирует с необслуживаемым ДПАС шлюзом.

3.4 Размещение СДП на земле может быть произвольным. Существует лишь одно ограничение, чтобы каждая СДП_і должна взаимодействовать с любым ДПВС_к, когда это ДПВС_к находится в зоне доступа СДП_і. При этом каждая СДП_і будет осуществлять непрерывный контроль своего ДПВС_і без каких-либо реальных задержек сигналов, если выполняются определённые требования к воздушной сети. Диспетчер УВД владеет всей циркулирующей в сети информацией о положении всех ДПВС; все ДП знают о положении всех пилотируемых и беспилотных ВС.

3.5 При необходимости воздушная сеть организует голосовую связь в голосовой сети (на другой частоте), переключая необходимые узлы голосовой сети. Размеры воздушной сети и количество необходимых ДПВС в сети фактически зависит только от продолжительности полёта и скорости ДПВС.

3.6 Отметим, что в части голосовой связи для всех ДП схемы на рис. 3 и 4 обеспечивают:

- получение голосовых указаний диспетчера;
- прослушивание всех переговоров между диспетчером и пилотами пилотируемых ВС в качестве "Party line", которые могут быть доставлены всем ДП через наземный ДПАС-шлюз;

- прослушивание всех переговоров между диспетчером и всеми ДП, которые доставляются в УВД и могут быть транслированы всем пилотам пилотируемых ВС через УВД УКВ антенну.

3.7 Если указанное выше участие в "Party line" "через землю" недостаточно и необходимо прямое взаимодействие пилотов пилотируемых и беспилотных ВС, хотя это не предусмотрено Приложением 10, том 3, для пилотируемой авиации, будет необходимо установить на ДПВС голосовой двусторонний ретранслятор; в этом случае голосовой УВД компонент ЛПД С3 (Command/Control/Communications) будет представлять обычную УКВ радиотелефонную связь. По различным причинам решение с таким ретранслятором на борту ДПВС не будет выглядеть элегантным. Однако если это случится, голосовой ретранслятор в наземном ДПАС шлюзе может служить в качестве резервного решения, например, на больших расстояниях между ВС, неустойчивой связи "воздух – воздух", различных нарушениях связи и т. п.

3.8 Отметим, что вопрос о шлюзе в части сопряжения между УВД и ЛПД С2 только для передачи данных (размещение шлюзов/шлюза и их количество) должен рассматриваться независимо от голосовой связи.

— КОНЕЦ —