

УДК 621.396

## ДИСПЕТЧЕРСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМОМ АЭРОДРОМЕ\*

Е.Е. НЕЧАЕВ, А.И. ЛАЗАРЕВ

Рассматривается альтернативный подход контроля воздушной обстановки на дистанционно управляемом аэродроме с использованием каналов системы спутниковой связи.

**Ключевые слова:** система удаленных КДП, управление воздушным движением, сети спутниковой связи.

Перспективная система управления воздушным движением (УВД), основанная на применении технологии, получившей название RTS (Remote Tower System – Система удаленных КДП), открывает широкие возможности для применения передовых методов и средств контроля над воздушной обстановкой и системами удаленного аэродрома, предлагая альтернативный способ управления небольшими аэродромами через единый центр управления воздушным движением [1].

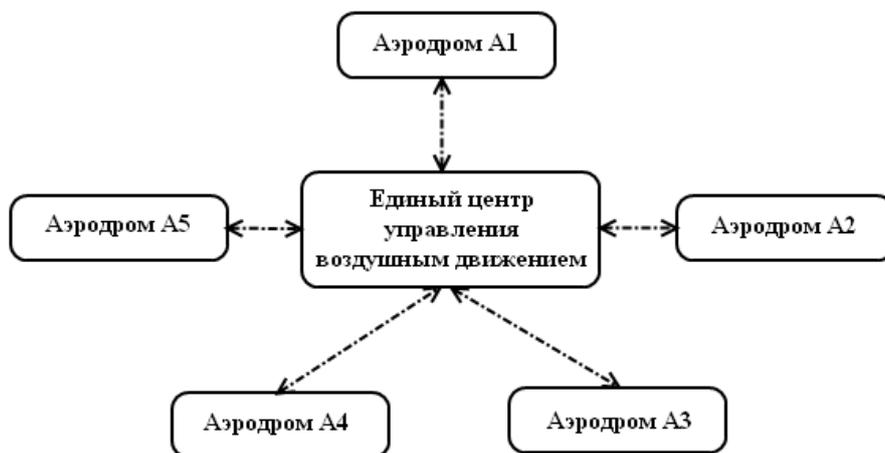


Рис. 1. Концепция единого центра УВД

Возможность предоставления обслуживания воздушного движения в аэропорту независимо от места расположения КДП в настоящее время является актуальной задачей для большинства поставщиков аэронавигационного обслуживания (АНО) во всем мире. Так, например, реализуемые в США и Европе программы NextGen и SESAR предусматривают внедрение удаленных КДП к 2020 г. [2].

Первый в мире сертифицированный удаленно управляемый аэродром в Орнсколдсвике (Швеция), принят в эксплуатацию осенью 2014 г. Разработанная система, которая является совместным проектом Администрации гражданской авиации Швеции (LFV) и компании Saab, связывает аэродром в Орнсколдсвике с удаленным КДП в городе Сундсваль [3]. В Австралии Sensis-Saab установила первое интегрированное автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера в рамках национальной программы модернизации вышек провайдера АНО Airservices. Провайдер АНО выбрал небольшой аэродром Alice Springs и удаленный на 1500 км КДП в Adelaide для круглосуточного проведения эксплуатационных испытаний. При этом правила ОВД не изменяются [2].

Исходя из существующих и предполагаемых на ближайшее будущее объемов воздушного движения, система удаленных КДП предусматривает наращивание объемов обслуживания в

\* Работа выполнена при материальной поддержке РФФИ (грант № 13-08-00182).

случае увеличения интенсивности полетов. Состав системы предполагает наличие двух компонент (рис. 1). С одной стороны, это оснащение летного поля расположенными на мачтах камерами с высоким разрешением, микрофонами, сигнальными прожекторами и системами контроля окружающей среды. С другой стороны, это так называемый Единый центр управления воздушным движением, куда будет поступать вся информация с аэродромов и обслуживаемых воздушных судов (ВС). Находясь на значительном удалении от аэродрома, диспетчеры смогут управлять воздушным движением практически так же, как они делают это при традиционном УВД. В соответствии с положениями Федеральных авиационных правил организации воздушного движения (ФАП ОрВД) аэродромный диспетчер должен иметь полный визуальный обзор контролируемого воздушного движения со своего рабочего места [2]. Для решения этой задачи предполагается использовать жидкокристаллические дисплеи, которые позволяют наблюдать круговую картину происходящего на аэродроме, заменив, таким образом, вид на 360° из окон обычных аэродромных диспетчерских вышек [3].

Выгоды являются существенными: сокращение необходимости капитальных расходов на новые вышки, отсутствие необходимости содержать службы УВД, гибкость развертывания аэродромов, повышение безопасности полетов и пропускной способности, особенно на небольших аэродромах с ограниченными возможностями по предоставлению услуг по ОВД [4].

Предполагается получить улучшенную осведомленность о ситуации аэродромного движения одним составом персонала и предоставлять услуги по ОВД более чем одному аэродрому одновременно, а также организовывать работу в нештатных ситуациях. Это экономически эффективно для регионов, где основная часть перевозок осуществляется авиацией. В Российской Федерации это регионы Севера, Дальнего Востока, Восточной Сибири [2].

Система удаленных КДП позволяет небольшим аэропортам модернизировать свое наземное оборудование и обеспечить диспетчерское обслуживание из одного удаленного центра управления в круглосуточном режиме.

Подобный комплекс предназначен для автоматизации независимого визуального наблюдения и контроля в условиях ограниченной видимости за движением воздушных судов, транспорта и любых других объектов на площади маневрирования аэродрома (на ВПП, РД, перронах), за полетами выполняющих посадку и взлетающих воздушных судов в интересах ОВД с удаленного КДП.

На удаленном аэродроме должна быть создана система, позволяющая автономно оценивать состояние метеоусловий и состояние окружающей среды и информировать ЕЦ УВД о готовности или неготовности принять ВС. Человек в системе рассматривается как контролирующее звено, участие которого предполагается в чрезвычайной ситуации, выходящей за рамки нормального функционирования системы.

При невозможности обеспечения визуального наблюдения контролируемого воздушного движения в полном объеме с конкретного диспетчерского места должны предусматриваться дублирующие технические средства связи и контроля.

Важнейшим критерием и залогом успешного функционирования предлагаемой системы является надежность работы каналов связи. В том случае, если система удаленных КДП развертывается в районах с отсутствием наземных сетей связи, то единственно возможным средством обеспечения информацией являются спутниковые системы связи (ССС) на базе геостационарных и негеостационарных ретрансляторов.

С помощью спутниковых каналов связи возможно достаточно быстро сформировать глобальную сетевую инфраструктуру, у которой будут самые высокие показатели надежности с низким уровнем ошибок (не более одной на 10 млн. переданных бит информации), позволяя органу УВД располагаться в любой точке земного шара, при этом вести обмен речевой информацией и данными с контролируемым ВС, что особенно важно для самолетовождения в условиях отсутствия радиолокационного контроля. Массовое использование данного технического решения позволит строить оптимальные маршруты движения ВС, что, в свою очередь, будет способствовать повышению регулярности, экономичности и безопасности полетов в гражданской авиации [5].

Каждая система спутниковой связи имеет ряд достоинств и недостатков. Учитывая особенности и объем трафика между удаленным КДП и контролируемым аэродромом, невозможно в полной мере реализовать функционал перспективной системы УВД в рамках одной системы спутниковой связи при существующих технических возможностях спутников-ретрансляторов. Наиболее реальным выглядит перспектива использования комбинации систем связи, где функции передачи видеопотока и доставка циркулярной информации, требующей высокой пропускной способности канала связи, возлагается на геостационарные спутники-ретрансляторы, основанные на применении технологии малогабаритных спутниковых терминалов VSAT (Very Small Aperture Terminal). Для реализации же интерактивного речевого обмена диспетчер-пилот, а также для передачи информации о текущих координатах ВС, полученных при помощи глобальных систем позиционирования ГЛОНАСС/GPS, и дополнительных данных, должны быть обеспечены минимальные задержки распространения сигналов, что возможно при использовании негеостационарных систем связи, функционал которых позволяет иметь надежный канал связи в любой точке земного шара [6].

Системы связи, использующие геостационарные ретрансляторы, при возможности предоставлять высокоскоростные каналы связи (до 20 Мбит/с) имеют недостатки. К ним следует отнести отсутствие возможности обеспечения радиосвязи в приполярных и полярных районах. Негеостационарные, в частности низкоорбитальные системы связи, обеспечивают минимальную задержку (0,250 мс) при передаче голоса или небольшого объема данных и при этом быстро устанавливают и поддерживают соединение с абонентом, в том числе в полярных областях. Приемопередающие терминалы имеют минимальные массогабаритные характеристики и позволяют размещаться на любом типе ВС [7].

В данном случае связь с ВС осуществляется по принципу автоматического зависимого наблюдения контрактного типа (АЗН-К) в рамках системы FANS (Future Air Navigation System) (рис. 2), исключая необходимость наличия систем на основе УКВ ЛПД, что особенно актуально при решении задач диспетчерского обслуживания в малонаселенных и океанических районах, а также при построении оптимальных маршрутов движения ВС [8].

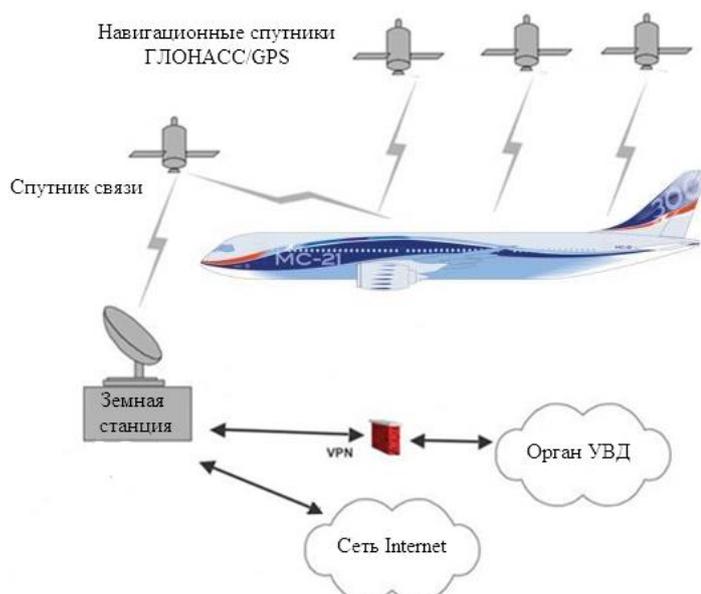


Рис. 2. Система FANS

Ввиду необходимости визуального контроля за событиями, происходящими на взлетно-посадочной полосе (ВПП) (передвижение ВС, действия наземных служб), требуется установка камер наблюдения. При этом пропускная способность спутникового канала связи не позволит

передачу потока данных в высоком качестве со всех камер одновременно. Однако возможен принципиально другой подход к вопросу наблюдения за ВС на всех этапах полета. В целях повышения осведомленности диспетчера УВД о воздушной обстановке предлагается использовать систему наблюдения, основанную на концепции «виртуального двойника» контролируемого ВС.

Предлагается в дополнение к существующему регламентированному набору требуемых данных также предоставлять через спутниковый канал связи расширенную полетную информацию: сведения о текущем направлении, скорости, тангаже, крене, рыскании контролируемого ВС в целях моделирования полета и создании виртуального образа данного ВС в режиме реального времени на высокопроизводительной вычислительной машине, расположенной в ЕЦ АУВД.

Таким образом, процесс самолетовождения обеспечивается взаимодействием трех независимых ЭВМ: бортовой на контролируемом ВС, аэродромной ЭВМ и ЭВМ удаленного КДП (рис. 3).



Рис. 3. Взаимодействие ЭВМ в системе УВД

На удаленном КДП принимаются данные, приходящие от бортовой ЭВМ контролируемого ВС, а также от ЭВМ, находящейся на удаленном аэродроме. Сервера удаленного аэродрома производят сбор, обработку информации, поступающей от средств радиолокационного контроля, средств контроля над окружающей средой и состоянием аэродрома (рис. 4). При совмещении этих данных с уже заложенными в ЭВМ удаленного КДП сведениями об особенностях и летно-технических характеристиках ВС, физики и метеоусловиях атмосферы, а также карты местности с особенностями рельефа возможно получение «виртуального двойника» ВС, отображаемого в виде 2D или 3D изображения на мониторе или ином средстве визуализации диспетчера (рис. 5).



Рис. 4. Способ формирования «виртуального двойника»



Рис. 5. Представление «виртуального двойника» для диспетчера УВД

Из-за сравнительно небольшого объема необходимых данных возможно использование даже низкоскоростных каналов связи (в том числе с применением низкоорбитальных ССС).

Преимущества такого диспетчерского обслуживания следующие:

- возможность создания эффекта присутствия вне зависимости от того, в какой точке пространства находится контролируемое ВС;
- возможность предсказывать траекторию полета ВС, что особенно важно на этапе взлета-посадки;

- возможность прогнозирования потенциально конфликтных ситуаций;
- возможность помощи экипажу ВС при выполнении взлета-посадки в сложных метеорологических условиях при отсутствии бортовой системы синтезированного видения (SVS).

Применяя предлагаемый метод в комбинации с системами видеонаблюдения удаленного аэродрома, представляется возможным получить отказоустойчивую систему синтезированного видения диспетчера, использующую два независимых источника данных о воздушной обстановке, обеспечивающей наблюдение в любое время суток в любых метеорологических условиях, что будет способствовать значительному повышению безопасности полетов ВС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Janny Beechener.** Remote tower stride ahead // *Jane's Airport Review*. 2013. № 4. Pp. 16-17.
2. **Моисеенко И.Н.** Приоритетные направления создания и развития систем удаленного наблюдения для КДП аэродрома // *Аэрокосмическое обозрение*. 2014. № 3. С. 16-19.
3. **Karl Vadaszffy.** From a distance // *Air Traffic Technology International Showcase 2015*. 2015. № 1. Pp. 14-18.
4. **Friedrich, Maik Möhlenbrink, Christoph.** Which data provide the best insight? A field trial for validating a remote tower operation concept // *Tenth USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar ATM2013*. 2013. № 1. Pp. 193-203.
5. **Нечаев Е.Е., Лазарев А.И.** Спутниковая связь в дистанционной системе управления воздушным движением // *Научный Вестник МГТУ ГА*. 2014. № 209. С. 25-29
6. **Камнев В.Е., Черкасов В.В., Чечин Г.В.** *Спутниковые сети связи*. М.: ООО «Военный парад», 2010. 608 с.
7. **Сомов А.М., Корнев С.Ф.** *Спутниковые системы связи*. М.: Горячая линия-Телеком, 2012. 244 с.
8. **Ахмедов Р.М., Бибутов А.А., Васильев А.В.** *Автоматизированные системы управления воздушным движением*. СПб.: Политехника, 2004. 446 с.

#### AIR TRAFFIC CONTROL SERVICE AT REMOTELY CONTROL AERODROME

**Nechaev E.E., Lazarev A.I.**

The article discusses an alternative approach control air situation on the remotely controlled airfield with the use of channels of satellite communication systems.

**Keywords:** remote tower system, air traffic control, satellite communications networks.

#### REFERENCES

1. **Janny Beechener.** Remote tower stride ahead. *Jane's Airport Review*. 2013. № 4. Pp. 16-17.
2. **Moiseenko I.N.** Prioritetnye napravlenija sozdanija i razvitija sistem udalennogo nabljudenija dlja KDP aerodroma. *Aerokosmicheskoe obozrenie*. 2014. № 3. Pp. 16-19. (In Russian).
3. **Karl Vadaszffy.** From a distance. *Air Traffic Technology International Showcase 2015*. 2015. № 1. Pp. 14-18.
4. **Friedrich, Maik Möhlenbrink, Christoph.** Which data provide the best insight? A field trial for validating a remote tower operation concept. *Tenth USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar ATM2013*. 2013. № 1. Pp. 193-203.
5. **Nechayev E.E., Lazarev A.I.** Sputnikovaja svjaz' v distancionnoj sisteme upravlenija vozdušnym dvizheniem. *Nauchnyj Vestnik MGTU GA*. 2014. № 209. Pp. 25-29. (In Russian).
6. **Kamnev V.E., Cherkasov V.V., Chechin G.V.** *Sputnikovyje seti svjazi*. М.: ООО Voyenny parad. 2010. 608 p. (In Russian).
7. **Somov A.M., Kornev S.F.** *Sputnikovyje sistemy svjazi*. М.: Gorjachaja linija-Telekom. 2012. 244 p. (In Russian).
8. **Akhmedov R. M., Bibutov A.A., Vasilyev A.V.** *Avtomatizirovannye sistemy upravlenija vozdušnym dvizheniem*. SPb.: Politehnika. 2004. 446 p. (In Russian).

#### Сведения об авторах

**Нечаев Евгений Евгеньевич**, 1952 г.р., окончил НГТУ (1974), профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой управления воздушным движением МГТУ ГА, автор 180 научных работ, область научных интересов – теория УВД, радиолокация и радионавигация, теория и техника СВЧ измерений.

**Лазарев Алексей Игоревич**, 1988 г.р., окончил МГТУ ГА (2010), аспирант МГТУ ГА, автор 5 научных работ, область научных интересов – информационная безопасность, системы спутниковой связи, сетевые технологии.