

# АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЗАВИСИМОЕ НАБЛЮДЕНИЕ-ВЕЩАНИЕ – ОПЫТ ЗА РУБЕЖОМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ В БОЛГАРИИ

**Калагирева Карина Леонидовна**  
Технический университет, София, Болгария  
Кафедра «Авиационная техника и технологии»  
Аспирант

## Аннотация:

Публикация содержит способы обслуживания и анализ проблем современной авиации. Предложена альтернатива наземным радарам, в то время как представлена ADS-B технология (автоматическое зависимое наблюдение-вещание), описаны ее основные функции, системы обслуживания, виды оборудования и преимущества перед наземными радаром. После анализа проблем современной авиации предлагается решение, которое основано на постепенном переходе всех авиарейсов, выполняемых в Болгарии и за рубежом, к авиационной радиоэлектронике на основе использования спутниковой технологии для наблюдения за воздухоплавательными средствами.

**Ключевые слова:** наземные радары, безопасность полетов, автоматическое зависимое наблюдение-вещание, отслеживание самолетов.

## 1. Введение

После новостей от 28 декабря 2014 года повсюду говорили о потерянном контакте с самолетом Airbus A320-200, выполняющим рейс QZ8501 Малазийской бюджетной авиакомпании AirAsia (компания AirAsia является перевозчиком из Малайзии, в то время как самолет, который исчез с радаров, относится к ее индонезийскому подразделению). Все, что мы знаем о полете с номером рейса QZ8501, это информация, представленная на рис. 1.

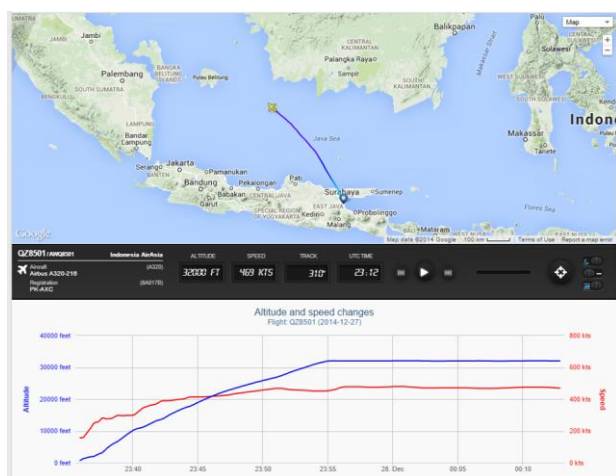


Рис. 1 [1] История полета QZ8501 с Airbus A320-200

Капитан рейса из Индонезии в Сингапур, ответственный за 6 членов экипажа и 155

пассажиров на борту, запросил разрешение от диспетчеров воздушного движения, чтобы изменить курс, в связи с плохими метеоусловиями. Пытаясь избежать грозовой бури, самолет Airbus A320 внезапно исчезает с радаров у побережья острова Явы с 162-я людьми на борту.

Подобные случаи, на примере полета крупнейшей бюджетной авиакомпании в Азии, указывают на наличие проблем в отслеживании воздухоплавательных средств, когда они находятся над большими водными бассейнами, и заставляют лучших специалистов в области авиации искать решения, которые помогут достичь большей безопасности полетов.

## 2. Обслуживание и анализ проблем современной авиации

Открытие цели (под целью подразумеваются самолеты, ракеты, корабли, люди и другие движущиеся или неподвижные объекты), определение ее координат и параметров движения осуществляется с использованием радиотехнических устройств, так называемых радиолокационных станций (радиолокаторов) или просто радаров [2]. Предназначение таких устройств основывается на открытии объекта и определении его координат через генерирование, распространение и прием радиосигналов. Радиолокационные станции (РЛС) и объекты находятся в прямом взаимодействии, и тем самым

осуществляется открытие, определение координат и передача этой информации для последующих действий по обработке и использованию [3].

В Болгарии наличные следующие радиолокационные средства по обслуживанию воздушного движения: три аэропортных радиолокационных комплекса в городах Бургас, Варна и София; два маршрутных радиолокационных комплекса, расположенные в Вырбишском перевале и на Черной вершине; один маршрутный вторичный моноимпульсный радиолокатор в Пловдивском аэропорту [4].

РЛС в аэропортах обслуживают зону подхода (самолеты на взлете и посадке) высотой около 300-400 метров. Маршрутные РЛС занимаются наблюдением самолетов с высоты в 400 метров. Они делятся на два вида: первичная (пассивная) РЛС и вторичная (активная) РЛС. Первичная вещает радиосигнал, который достигает поверхность самолета и отражается от нее, отраженный сигнал принимается и по его форме и времени определяется местоположение самолета. Вторичная РЛС работает совместно с транспондером – приёмо-передающим устройством, которое расположено на самолете и служит для отправки сигнала в ответ на полученный сигнал. Активная РЛС вещает закодированный сигнал с запросом к транспондеру самолета, а тот в свою очередь отвечает, также передавая закодированный сигнал, в котором содержится целостная информация о полете. Без этого вида радиолокации самолеты на экранах перед руководителями полетов будут видны лишь как точки.

Существенные проблемы заметны в правилах расположения радиолокационных станций: они должны быть построены только на поверхности земли и располагаться на не более 400 км одна от другой. В современной радиолокации используется многорадарное отслеживание, в то время как наблюдение осуществляется с многих РЛС с перекрытием сигнала, что обеспечивает более точную информацию о местоположении летательного аппарата.

Так как авиация развивается с огромной скоростью и приобретает большую популярность как самый надежный и быстрый вид транспорта, воздушное пространство страдает от огромного количества воздухоплавательных средств, а большое количество самолетов затрудняет определение местоположения каждого из них. В связи с этим введены ограничения относительно минимального расстояния самолетов друг от друга (правило сепарации).

Как видно из примера с самолетом Airbus A320, описанным во введении настоящей статьи, еще

одной проблемой современной авиации являются метеорологические явления, которые способствуют смещению и искривлению транслируемых и отраженных сигналов, и в таком порядке приводят к необратимым последствиям для пассажиров.

Из анализа особенностей работы радиолокационных станций и проблем, связанных с отслеживанием самолетов, можно сделать вывод о том, что классические связи с радиолокационными станциями надежны, но всё же они нуждаются в дополнительной технологии, которая позволит осуществление наблюдения за самолетами в труднодоступных районах.

### 3. Автоматическое зависимое наблюдение-вещание

Автоматическое зависимое наблюдение-вещание, сокращенно ADS-B, представляет технологию, внедряющуюся сегодня по целому миру.



Рис. 2 [5] Схема системы ADS-B

Аббревиатура ADS-B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast) расшифровывается как: Automatic – работает автоматически и не требует вмешательства оператора; Dependent – зависит от системы GPS и от системы управления полетом (Flight Management System); Surveillance – обеспечивает наблюдение за самолетом подобно радарным системам; Broadcast – обеспечивает широковещательную непрерывную радиотрансляцию данных всем самолетам и наземным станциям. [6].

Сегодня эта система очень популярна на территории США и России. Она позволяет пилотам в кабине самолета и диспетчерам на наземном пункте видеть движение воздушных

судов на экране компьютера без использования традиционных радаров.

### 3.1. Реализация технологии ADS-B

В основу системы входит ADS-B оборудование, которое при его установке на самолете каждую секунду передает по радиоканалу свою точную позицию в течение всего полета.

Система ADS-B обеспечивает точное картографирование движения воздухоплавательного средства на экраны радара, передает в реальном времени метеорологическую информацию пилотам и целому авиа трафику, а при запросе от наземных радаров – горизонтальную и вертикальную скорость самолета, высоту, курс, вид воздухоплавательного средства, его номер и номер полета.

Технология реализует один простой принцип: «Каждый видит каждого», что позволяет предотвращать конфликтные ситуации в полете.

### 3.2. Системы обслуживания, входящие в концепцию ADS-B

Концепция ADS-B включает в себя четыре системы обслуживания [7].

Первая, конечно же, это сама система ADS-B, суть которой состоит в том, что каждое воздухоплавательное средство передает сообщения с данными, которые принимаются другими самолетами или наземными станциями для диспетчерских потребностей.

Вторая система – это ADS-R (Automatic Dependant Surveillance-Rebroadcast) для ретрансляции данных ADS-B для UAT (Universal Access Transceiver) и обратно [8]. Самолеты оборудованные UAT (чаще всего это легкомоторная авиация и старые самолеты) видят самолеты оборудованные ADS-B и наоборот.

Эти две системы обслуживания относятся к системам слежения и сопровождения, а FAA (Federal Aviation Administration) относит их к очень важным для диспетчерских целей.

Третья система – это TIS-B (Traffic Information Service-Broadcast), позволяющая самолетам, которые оборудованы ADS-B приемниками, видеть другие летящие вблизи самолеты, которые в свою очередь системой ADS-B не оснащены. Наземные радарные системы следят за объектами в воздухе, передавая информацию о них системам UAT и ADS-B, а она появляется на экранах в кабинах пилотов и таким образом дает представление о воздушном пространстве.

Четвертая система – это FIS-B (Flight Information Service-Broadcast), позволяющая

пилотам получать в графическом виде целостную аэронавигационную и метеорологическую информацию о полете, что способствует своевременному предупреждению об ограничениях полета.



Рис. 3 [9] Пример представления воздушного пространства системой ADS-B TIS

### 3.3. Основные классы ADS-B оборудования

ADS-B оборудование можно разделить на три основных класса.

К первому классу относятся ADS-B IN приемники, которые принимают ADS-B данные, но не могут передавать данные другим самолетам или наземным станциям. Такой приемник получает как информацию о движении воздухоплавательного средства, так и погодную информацию. В настоящее время FAA ограничило работу системы ADS-B так, что наземные станции будут передавать данные только тогда, когда примут информацию хотя бы от одного ADS-B транспондера самолета, переданного в радиусе обслуживания. Таким образом, самолет с ADS-B приемником может и не «видеть» данные трафика, если другие самолеты в зоне обслуживания также не оборудованы ADS-B транспондерами и не передавали данные ADS-B. В отличие от этого метеорологическая информация всегда доступна для ADS-B приемников, которую они получают от наземных станций.

Ко второму классу относятся ADS-B OUT трансмиттеры, передающие ADS-B данные, а также имеющие функцию привлечения FAA ADS-B наземных станций, переключая их в режим передачи трафика воздухоплавательного средства в зоне их действия.

К третьему классу относятся ADS-B транспондеры, которые как передают, так и принимают ADS-B данные.

### 3.4. Преимущества системы ADS-B перед наземными РЛС

Система ADS-B имеет много преимуществ перед наземными радиолокационными станциями. Она более дешевая, а вместе с тем имеет большую скорость обновления данных и высокую точность. ADS-B система состоит от сети относительно простых радиостанций – просты в установке и использованию по сравнению с радаром, требующими обслуживания как механики так и оборудования обработки сигналов.

Система обеспечивает полное покрытие территории, что является еще одним ее важным преимуществом: ADS-B оборудование можно устанавливать в районах, где использование радарного оборудования не представляется возможным (напр., ADS-B оборудование установлено на нефтяных вышках в Мексиканском заливе, что существенно повышает безопасность и эффективность воздушного движения над этим районом).

Стоит также отметить, что в отличие от радарной системы, где время обновления информации составляет 12 секунд, что определяется скоростью поворота антенны радара, ADS-B система предоставляет информацию о самолете каждую секунду.

ADS-B имеет высокую точность определения координат, что позволяет уплотнить трафик и сделать его более эффективным в районах где налично большое движение самолетов.

Для пилотов система ADS-B также имеет достаточно много преимуществ [10]. Благодаря этой системе пилоты видят на экранах в кабинах информацию о движении самолета (местоположение, скорость, курс, высота) в таком же виде, в каком ее видят и диспетчера на своих экранах. Вооружившись этой информацией, зная свое положение относительно других воздухоплавательных средств, получая информацию об ухудшении времени и перелете над неблагоприятной местностью, пилоты лучше владеют ситуацией в полете. Изображенная на экранах пилотов полетная ситуация дает возможность минимизации временных интервалов, уменьшение нагрузки терминалов и более эффективное планирование операций по загрузке и заправке самолета.

### 4. Выводы

Из того, что было сказано в данной статье об автоматическом зависимом наблюдении-вещании, выводы о данной технологии могут быть обобщены следующим образом:

система управления воздушным движением нуждается от внедрения ADS-B, потому что наземные радары являются громоздкими и дорогими, а дальность их обхвата зависит от местности, метеорологических условий и имеет ограничения по дистанции;

диспетчера нуждаются от внедрения ADS-B, потому что она позволяет более эффективно строить маршрут, повышает безопасность полета, предоставляя улучшенные услуги по маршрутизации самолетов, а также для пилотов в кабине есть налична очень полезная информация о времени и движении других воздухоплавательных средств.

### Заключение

Наземные радиолокационные станции обеспечивают надежную связь с воздушными судами, но современная авиация, безусловно, нуждается в дополнительной технологии, которая позволит осуществление мониторинга самолетов и в труднодоступных районах. ADS-B является системой, предназначенной для контроля и управления воздушным трафиком, которая способна уверенно расширить традиционные радарные системы.

После анализа проблем, связанных с отслеживанием самолетов, предлагается решение, которое основано на постепенном переходе всех авиарейсов, выполняемых в Болгарии и за рубежом, к авиационной радиоэлектронике на основе использования спутниковой технологии для наблюдения за воздухоплавательными средствами.

### Благодарность

Автор благодарит Научно-исследовательский сектор при Техническом университете – Софии за финансовое содействие в публикации доклада (договор № 152ПД0028-04).

### Литература

1. Cenciotti, D., Here's all we know about the Indonesian Airbus 320 disappeared over Java Sea. AirAsia A320 gone missing in southeast Asia, Flightradar24 – photo, <http://www.theaviationist.com/>, 28 December 2014.
2. Коробко, И., Радиолокационные системы и устройства. Част I – Основы на радиолокацията, София, 2002.
3. Коробко, И., Радиотехнически системи (Системно проектиране), София, 2003.
4. Карагъзов, Ц., Радиолокационен обзор на въздушното пространство на Република България, Лекция 4, София.

5. Automatic dependent surveillance – broadcast, ADS-B System – photo, Wikipedia. The Free Encyclopedia, 3 July 2015.
6. Radarspotters Team, Просто о сложном – ADS-B (автоматическое зависимое наблюдение в режиме радиовещания), <http://www.adsbradar.ru/>, 2013.
7. Представлено Секретариатом, Концепция использования автоматического зависимого наблюдения в режиме радиовещания, Одиннадцатая аэронавигационная конференция, Монреаль, 22 сентября – 3 октября 2003.
8. Phillips, B., Moody, C., Future Systems. The Universal Access Transceiver (UAT), Aeronautical Mobile Communications Panel, Montreal-Quebec-Canada, 11-19 October 2000.
9. Radarspotters Team, ADS-B Технология (TIS-B, FIS-B) – photo, <http://www.adsbradar.ru/>, 2013.
10. Valeri, C., ADS-B and Me: The Next Generation Air Traffic Control System and What's In It For Me, Expert Aviator. Increasing Your Aviation Knowledge One Blog Post At A Time, 2011.

## **AUTOMATIC DEPENDENT SURVEILLANCE-BROADCAST – EXPERIENCE ABROAD AND PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION IN BULGARIA**

Kalagireva Karina Leonidovna  
Technical University of Sofia, Bulgaria  
Department of Aeronautics  
PhD student

### **Abstract:**

This publication describes the ways of service of the modern aviation and the analysis of its problems is made. It is offered an alternative to ground-based radars (radio detection and ranging) as ADS-B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast) technology is presented. Its main features, service systems, types of equipment and the advantages over ground-based radars are described. After analyzing the problems of the modern aviation it is proposed an attractive solution that is based on the gradual transition of all flights in Bulgaria and abroad to satellite-based avionics for surveillance the aircrafts.

**Keywords:** *ground-based radars (radio detection and ranging), flight safety, automatic dependent surveillance – broadcast, aircraft tracking.*