

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

УДК 621.396.98.004.1

DOI 10.21685/2307-4205-2016-4-6

К ВОПРОСУ О ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРЕДАВАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ В РЕЖИМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАВИСИМОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Д. А. Затучный

Перспектива перехода к новому методу наблюдения в гражданской авиации – режиму автоматического зависимого наблюдения – вызвана тенденцией к повышению интенсивности воздушного движения в мире вообще и в Российской Федерации в частности. Таким образом, повышаются требования к точности и достоверности информации, передаваемой с борта воздушного судна. Полные преимущества АЗН могут быть реализованы при использовании дополнительной двусторонней линии передачи данных и/или речевой связи между экипажем и диспетчером (речевая связь предусматривается, по крайней мере, в аварийных и нестандартных ситуациях).

Требования к характеристикам приложений линии передачи данных представлены в табл. 1.

Таблица 1

Требования к характеристикам приложений линии передачи данных

Приложение	Готовность (%)	Целостность	Надежность (%)	Непрерывность (%)
DLIS	99,9	10^{-6}	99,9	99,9
ADS	99,996	10^{-7}	99,996	99,996
CPDLC	99,99	10^{-7}	99,99	99,99
FIS	99,9	10^{-6}	99,9	99,9
AIDS	99,996	10^{-7}	99,9	99,9

FIS (Flight Information Service – Полетно-информационное обслуживание) обеспечивает повышение уровня безопасности полета и улучшение информированности пилота об обстановке. В настоящее время полетно-информационное обслуживание ВС осуществляется в основном через каналы речевой связи. Приложение линии передачи данных FIS (DFIS) позволяет пилоту запрашивать и получать услуги FIS от наземных систем через линию передачи данных.

Приложение DLIS реализует механизм обмена информацией, необходимой для установления линии передачи данных между бортовой системой и наземной системой УВД. Данное приложение инициируется бортовой системой.

Приложение AIDS предусматривает обмен данными между органами ОВД с целью поддержки критических функций по УВД, включая уведомление о полетах, приближающихся к границе района полетной информации, координацию условий пересечения границы и передачу управления.

Приложение Controller Pilot Data Link Communications – информационная линия передачи рутинных сообщений (CPDLC), представляющая собой средство связи между диспетчером и пилотом. Применение CPDLC позволит устранить ряд ограничений речевой связи, таких как перегруженность речевого канала, неправильное понимание и/или неправильная интерпретация информации.

В качестве линии передачи данных рассматривается система, состоящая из приемной, передающей аппаратуры и среды распространения сигнала. В процессе передачи данных возможны погрешности, связанные:

- 1) с работой передающей аппаратуры;
- 2) работой приемной аппаратуры;
- 3) средой распространения сигнала.

Для устранения этих трех видов ошибок используют:

1) резервное оборудование. В случае, если устройство, передающее сигнал, перестает отвечать требуемым характеристикам, происходит переключение на другой приемник;

2) коды, обнаруживающие ошибки и коды, исправляющие ошибки. Для использования кодов, исправляющих ошибки, необходимо задействовать достаточно сложные устройства, требующие больших экономических затрат. Поэтому чаще находят применение коды, обнаруживающие ошибки. К недостаткам систем, использующих подобные коды, относится то, что в процессе передачи информации возможно обнаружить только одну-две ошибки. Помимо этого, следует отметить, что повторная передача информации требует дополнительных временных затрат, что не всегда приемлемо, так как навигационные данные за это время могут измениться. Также в этом случае не получается квитирование, т.е. подтверждение о правильной передаче информации. Дополнительной проблемой, возникающей при передаче данных, является синхронизация начала и конца передачи. Для этого используют:

- 1) синхронизацию по отдельному каналу;
- 2) синхронизацию самого сигнала.

Недостатком первого метода является то, что в этом случае задействуется дополнительный частотный ресурс. Недостатком второго метода является то, что в этом случае задействуется дополнительный временной ресурс. Также необходимо время на то, чтобы войти в канал связи по синхронизации.

Таким образом, возникает оптимизационная задача: выбрать систему, которая максимально правильно передает навигационную информацию в заданное время и удовлетворяет требованиям экономичности.

Отказ линии передачи данных в ОВЧ-диапазоне определим как событие, заключающееся в невыполнении совокупности неравенств:

$$\Delta x_{\text{АЗН}} \leq \Delta x_{\text{доп}}, \quad (1)$$

$$t_{\text{пер}} \leq t_{\text{доп}},$$

где $\Delta x_{\text{АЗН}}$ – ошибка при передаче данных в режиме АЗН; $\Delta x_{\text{доп}}$ – максимально допустимая ошибка при передаче данных; $t_{\text{пер}}$ – время передачи данных; $t_{\text{доп}}$ – допустимое время передачи данных.

Поскольку линия передачи данных представляет собой сложную многофункциональную систему со структурной и функциональной избыточностью, то появление отказов в каких-либо элементах системы не обязательно приводит к отказу всей системы в целом. При наличии отказов функциональная задача выполняется, но с пониженным качеством.

В процессе эксплуатации линия передачи данных подвержена воздействию различных дестабилизирующих факторов и помех. Это приводит к отклонениям параметров от номинальных значений и возникновению отказов. Для конкретного полета отклонения параметров от номинальных значений будем считать случайными величинами, а возникающие отказы – внезапными.

Для оценки вероятности достоверной передачи информации необходимо иметь статистику по использованию составляющих линии передачи данных. Такая информация может быть получена из экспериментальных данных при проектировании приемной и передающей аппаратуры, а также при использовании этих элементов линии передачи данных на различных воздушных судах. Следует отметить, что для точной оценки этого показателя проблематично использовать статистические данные по отказам исследуемой линии передачи данных, полученных во время ее испытаний, так как объем этой статистики ограничен временным ресурсом, отведенным на испытания.

Следует заметить, что под отказом понимается ошибка при передаче или приеме информации вследствие воздействия внешних источников помех на передатчик или приемник.

Для оценки вероятности достоверной передачи информации такой системой сформулируем задачу. Пусть у нас имеется система связи, состоящая из приемной аппаратуры, передающей ап-

паратуры и среды распространения сигнала. Введем величину p_i , характеризующую параметр надежности i -го типа элемента (вероятность того, что не произойдет отказ в течение полета ВС), $i = 1, \dots, 3$. Среда распространения сигнала будем условно считать «элементом» системы, по которому собрана статистика, например, по передаче данных с борта ВС в горных или городских районах. Вероятность безотказной работы всей системы связи характеризуется функцией $R(p)$ – вероятности того, что вся система не откажет в течение полета ВС. Требуется с заданной вероятностью оценки γ оценить $R(p)$, т.е. найти величину $\underline{R}$, такую, что $\underline{R} = \min R(p)$ при всех значениях параметров надежности элементов, составляющих линию передачи данных.

Список литературы

1. Юрков, Н. К. Проблема обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств / Н. К. Юрков, П. Г. Андреев, А. С. Жумабаева // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2015. – Т. 1. – С. 201–203.
2. Исследование программных пакетов моделирования влияния электромагнитных воздействий на изделия радиоэлектронных средств // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2015. – Т. 1. – С. 206–209.
3. Акиншин, Р. Н. Методика оценки эффективности автоматизированных радиолокационных систем контроля в зоне ответственности / Р. Н. Акиншин, В. А. Ушаков, Д. В. Морозов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2011. – № 168 (6). – С. 66–76.
4. Затучный, Д. А. Оценка вероятности безотказной работы при передаче информации / Д. А. Затучный // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2013. – № 198. – С. 88–90.

Затучный Дмитрий Александрович

кандидат технических наук, профессор,
кафедра вычислительных машин, комплексов,
систем и сетей,
Московский государственный технический
университет гражданской авиации
(125993, г. Москва, Кронштадтский бульвар, 20)
E-mail: zatuch@mail.ru

Zatuchnyy Dmitriy Aleksandrovich

candidate of technical sciences, professor,
sub-department of calculable machines, complexes,
systems and networks,
Moscow State Technical University of Civil Aviation
(125993, 20 Kronshtadtskiy boulevard,
Moscow, Russia)

Аннотация. Рассматриваются проблемы достоверной передачи информации при переходе к перспективному режиму наблюдения за воздушным судном – автоматическому зависимому наблюдению. Приведены характеристики и описание приложений линии передачи данных – основы для функционирования режима автоматического зависимого наблюдения. Подробно проанализированы различные погрешности, которые могут возникнуть при передаче информации по линии передачи данных и приведены возможности их устранения. Определено понятие отказа линии передачи данных не только в физическом смысле, но и в виде совокупности неравенств. Сформулирована задача по оценке вероятности достоверной передачи информации такой системой.

Ключевые слова: автоматическое зависимое наблюдение, достоверность передачи информации, погрешность передачи информации, отказ линии передачи данных.

Abstract. The problems of reliable information transfer are examined this article in transition to the perspective mode of watching an air ship – to the automatic dependent supervision. Descriptions over and description of appendixes of DTL are brought are bases for functioning of the mode of automatic dependent supervision. Different errors that can arise up at an information transfer on DTL and possibilities over of their removal are brought are analysed in detail. The concept of refuse of DTL is certain not only in physical sense but also as totality of inequalities. A task is set forth as evaluated by probability of reliable information transfer by such system.

Key words: automatic dependent supervision, authenticity of information transfer, error of information transfer, refuse of data's broadcasting line.

УДК 621.396.98.004.1

Затучный, Д. А.

К вопросу о достоверности передаваемой информации в режиме автоматического зависимого наблюдения / Д. А. Затучный // Надежность и качество сложных систем. – 2016. – № 4 (16). – С. 43–45. DOI 10.21685/2307-4205-2016-4-6.