

Doc 9924
AN/474



Руководство по авиационному наблюдению

Утверждено Генеральным секретарем
и опубликовано с его санкции

Издание первое — 2010

Международная организация гражданской авиации

Doc 9924
AN/474



Руководство по авиационному наблюдению

Утверждено Генеральным секретарем
и опубликовано с его санкции

Издание первое — 2010

Международная организация гражданской авиации

Опубликовано отдельными изданиями на русском,
английском, испанском и французском языках
МЕЖДУНАРОДНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ.
999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

Информация о порядке оформления заказов и полный список агентов по
продаже и книготорговых фирм размещены на веб-сайте ИКАО www.icao.int.

Дос 9924. Руководство по авиационному наблюдению

Номер заказа: 9924

ISBN 978-92-9231-970-0

© ИКАО, 2012

Все права защищены. Никакая часть данного издания не может воспроизводиться,
храниться в системе поиска или передаваться ни в какой форме и никакими
средствами без предварительного письменного разрешения
Международной организации гражданской авиации.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Страница</i>
Предисловие	(vii)
Объяснение терминов	(vii)
Акронимы и сокращения	(xviii)
Справочная литература.....	(xxi)
1. Введение	1-1
1.1 Обзор	1-1
1.2 Необходимость авиационного наблюдения	1-1
2. Определение системы наблюдения.....	2-1
2.1 Цель и назначение системы наблюдения.....	2-1
2.2 Категории наблюдения.....	2-1
3. Виды применения систем наблюдения за воздушным движением.....	3-1
3.1 Введение	3-1
3.2 Опытно-испытательное использование воздушных судов	3-6
3.3 Эксплуатационное использование данных наблюдения	3-7
4. Требования к техническим характеристикам систем наблюдения	4-1
4.1 Цель	4-1
4.2 Определение параметров, влияющих на качество обслуживания	4-1
4.3 Прочие вопросы, связанные с характеристиками	4-2
5. Системы наблюдения "воздух – земля"	5-1
5.1 Компоненты системы авиационного наблюдения.....	5-1
5.2 Некооперативный датчик	5-1
5.3 Независимые кооперативные датчиковые системы	5-4
5.4 Зависимые кооперативные системы	5-11
5.5 Системы SDP	5-16
5.6 Распределение данных наблюдения с помощью системы ASTERIX	5-17
6. Бортовое наблюдение	6-1
6.1 Введение	6-1
6.2 ADS-B IN	6-1
6.3 TIS-B	6-1
6.4 ADS-R	6-2
6.5 БСПС	6-3
6.6 Средства индикации для бортового наблюдения	6-3
7. Аспекты развертывания систем наблюдения	7-1
7.1 Передовая практика: контрольный перечень	7-1
7.2 Переход к системам зависимого наблюдения.....	7-3
7.3 Прочие вопросы	7-3

ДОБАВЛЕНИЯ

Добавление А.	Требования к техническим характеристикам	A-1
Добавление В.	ПОРЛ.....	B-1
Добавление С.	Функциональные характеристики ВОРЛ.....	C-1
Добавление D.	Принципы работы системы ВОРЛ	D-1
Добавление E.	МВОРЛ.....	E-1
Добавление F.	Совместимость режима S и режима A/C.....	F-1
Добавление G.	Обнаружение и исправление ошибок в режиме S.....	G-1
Добавление H.	Аспекты протоколов режима S.....	H-1
Добавление I.	Специальные услуги режима S.....	I-1
Добавление J.	Внедрение режима S	J-1
Добавление K.	ES на частоте 1090 МГц	K-1
Добавление L.	Система MLAT	L-1
Добавление M.	Аспекты помех.....	M-1
Добавление N.	Спецификации интерфейса ASTERIX	N-1
Добавление O.	Аспекты установки и испытаний бортовых средств наблюдения.....	O-1

ПРЕДИСЛОВИЕ

В условиях быстрого увеличения объемов воздушного движения все более актуальной становится потребность в повышении эксплуатационной гибкости в целях более эффективного использования воздушных судов и уменьшения воздействия авиации на окружающую среду. Системы авиационного наблюдения являются важным элементом современной аэронавигационной инфраструктуры, необходимым для безопасной организации растущих объемов еще более сложного воздушного движения.

Настоящее руководство подготовлено Группой экспертов по авиационному наблюдению (ASP) в качестве справочного документа, в котором сведены воедино обновленные инструктивные материалы, опубликованные ранее в других руководствах, и новые материалы, охватывающие недавно созданные или разрабатываемые в настоящее время методики. Главы основного документа помогут читателю получить общее представление о различных системах и их применении при наблюдении за воздушным движением, а добавления содержат более подробные данные по некоторым конкретным системам и смежным вопросам.

Просьба ко всем государствам и не входящим в ИКАО организациям, занимающимся разработкой систем наблюдения и предоставлением услуг, направлять свои замечания в отношении данного руководства по следующему адресу:

The Secretary General
International Civil Aviation Organization
999 University Street
Montréal, Quebec H3C 5H7
Canada

ОБЪЯСНЕНИЕ ТЕРМИНОВ

Абсолютная высота. Расстояние по вертикали от среднего уровня моря до уровня, точки или объекта.

Адрес воздушного судна. Индивидуальная комбинация из 24 бит, которая присваивается воздушному судну в целях обеспечения связи, навигации и наблюдения.

Примечание. Адрес воздушного судна иногда также называют **адресом режима S, адресом воздушного судна в режиме S или 24-битным адресом.**

Антенна в виде прямолинейной решетки. Антенна, состоящая из нескольких излучателей, расположенных по прямой линии. Для получения требуемой характеристики излучения антенны амплитуда и фаза РЧ-сигнала, подаваемого на отдельные излучатели, изменяются таким образом, чтобы получился "луч" или волновой фронт определенной формы.

Антенна всенаправленная. Антенна, обеспечивающая одинаковый коэффициент усиления во всех направлениях.

Антенна для передачи управляющих импульсов. Антенна ВОРЛ, имеющая полярную диаграмму направленности, которая "охватывает" боковые лепестки основной антенны запросчика. Она используется для передачи управляющего импульса, который блокирует ответы приемопередатчика на импульсы запроса, когда амплитуда управляющего импульса на входе приемопередатчика превышает амплитуду сигнала соответствующего запроса. В современных антеннах ВОРЛ излучатели управляющего импульса встроены в основную антенную решетку. Антенну для передачи управляющих импульсов также называют антенной подавления боковых лепестков (SLS). В применявшихся ранее системах SLS всенаправленные антенны часто использовались для передачи импульса P_2 и иногда для передачи импульса P_1 (I^2 SLS). Современные антенны, применяемые в наземных установках ВОРЛ, имеют "паз", совпадающий с максимумом главного лепестка.

Антенна желобковая. Антенна ВОРЛ в виде горизонтальной прямолинейной решетки излучателей, установленных в выступающей части отражателя (по форме напоминающего желоб). Линейная решетка обычно имеет достаточную длину, при которой ширина луча по азимуту составляет от 2 до 3°, а ширина луча в вертикальной плоскости благодаря использованию желобкового отражателя, как правило, составляет от ± 40 до $\pm 45^\circ$. Для специальных целей могут использоваться более короткие решетки, имеющие более широкий луч по азимуту.

Антенна зеркальная. Антенна, формирующая луч по принципу геометрической оптики. В большинстве случаев зеркало антенны облучается РЧ-источником (например, рупорным РЧ-излучателем). Диаграмма направленности по форме и амплитуде определяется размерами зеркальной антенны в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а также характеристиками облучателя.

Антенна моноимпульсная. (См. Антенна суммарно-разносная).

Антенна с большим вертикальным раскрытием (LVA). Антенна ВОРЛ в виде двухмерной решетки излучателей. Типичная антенна LVA состоит из нескольких столбцов (каждый из которых представляет собой вертикальную линейную решетку, предназначенную для формирования луча в вертикальной плоскости); эти столбцы образуют горизонтальную линейную решетку, которая формирует азимутальный луч шириной от 2 до 3°. Антенны LVA широко применяются в моноимпульсных системах ВОРЛ.

Антенна с электронным сканированием (E-Scan). Антенна ВОРЛ, состоящая из нескольких плоских решеток излучателей, или в виде кольцевой решетки излучателей. Блок формирования луча обеспечивает электронное управление лучом по азимуту путем изменения фазового сдвига. Элементы антенны могут быть либо активными, либо пассивными, в зависимости от схемы подключения блока формирования луча и передатчиков.

Антенна суммарно-разностная. Желобковая антенна или антенна LVA, электрически разделенная на две половины. Выходные сигналы двух половин антенны на одном ее выходе суммируются в фазе (суммарное плечо Σ), а на другом выходе – в противофазе (разностное плечо Δ), в результате чего амплитуда выходных сигналов зависит от азимута прихода принимаемых сигналов, что позволяет определить угол между направлением на источник сигнала и электрической осью антенны. Антенны такого типа необходимы для работы в моноимпульсном режиме и режиме S.

Антенны разнесенные. Установка, в которой антенны размещаются в верхней и нижней части, используемая в системах ВОРЛ, БСПС и ADS-B для расширения возможности приема и передачи сигналов.

Боковые лепестки (антенны). Лепестки диаграммы излучения антенны, не являющиеся частью основного или главного луча. Чувствительность радиолокационных систем при приеме сигналов по боковым лепесткам достаточно высока для успешного обнаружения воздушных судов (особенно это относится к ВОРЛ, но также касается ПОРЛ). Для подавления ложных отметок необходимы специальные меры.

Более длительный самогенерируемый сигнал. Самопроизвольная периодическая передача на частоте 1090 МГц 112-битного сообщения в режиме S, содержащего 56-битное поле дополнительной информации (например, для ADS-B, TIS-B и ADS-R).

Воздушное судно. Любой аппарат, поддерживаемый в атмосфере за счет его взаимодействия с воздухом, исключая взаимодействие с воздухом, отраженным от земной поверхности.

Примечание. Применительно к авиационному наблюдению термин "воздушное судно" следует понимать как "воздушное судно или транспортное средство (A/V)".

Время молчания. Промежуток времени после приема достоверного запроса, в течение которого приемоответчик заперт и не принимает сигналов, а передает ответ. Этот термин также используется применительно к промежутку времени после поступления сигналов от целей, находящихся на нормальном удалении, до передачи следующего сигнала запросчиком или первичным радиолокатором.

Вторичный обзорный радиолокатор (ВОРЛ). Система радиолокационного наблюдения, использующая передатчики/приемники (запросчики) и приемоответчики.

"Галилео". Европейская глобальная навигационная спутниковая система, находящаяся под гражданским контролем и обеспечивающая гарантированное предоставление высокоточной глобальной информации о местоположении.

Группа запросчиков. Несколько запросчиков режима S в пределах общей зоны действия с аналогичным кодом запросчика. Такие запросчики осуществляют связь друг с другом для обеспечения обнаружения или повторного обнаружения соседних запросчиков. При использовании групп запросчиков требуется меньше кодов запросчиков, и воздушные суда, оборудованные режимом S, в воздушном пространстве с группой запросчиков обычно находятся в состоянии блокировки, благодаря чему сокращается количество общих вызовов в режиме S.

Диаграмма излучения управляющих импульсов. Полярная диаграмма направленности антенны для передачи управляющих импульсов. Диаграмма направленности современных совмещенных антенн ВОРЛ имеет форму "видоизмененной кардиоиды".

Дифференциально-фазовая манипуляция (DPSK). Модуляция, при которой для кодирования двоичных ЕДИНИЦ производится опрокидывание фазы несущей, а отсутствие опрокидывания фазы означает двоичный НУЛЬ.

Завершение. Команда от наземной станции режима S, которая завершает процесс приемопередачи.

Запрос в режиме S. Запросы, состоящие из трех импульсов (P_1 , P_2 и P_6), которые передают информацию приемопередатчикам режима S и/или вызывают их ответы. Приемопередатчики режима A/C не отвечают на запросы в режиме S, так как они запираются парой импульсов P_1 - P_2 .

Запрос наблюдения в режиме S. 56-битный запрос в режиме S, содержащий управляющую информацию для режимов наблюдения и связи.

Запросчик. Система наблюдения, передающая на частоте 1030 МГц. Такая система наблюдения может быть фиксированной или подвижной.

Запросчик (подвижный). Запросчик, который может устанавливаться на борту воздушного судна, морского судна или наземного транспортного средства. Термин "подвижный запросчик" обычно применяется в отношении военных установок.

Идентификатор запросчика (II). Один из кодов (с 1 по 15), используемый для опознавания наземной станции режима S с использованием протоколов, применяемых в условиях работы группы станций.

Идентификатор наблюдения (SI). Один из кодов (с 1 по 63), используемый для опознавания наземной станции режима S с использованием только протоколов наблюдения или ограниченной связи. Эти коды добавлены для увеличения числа кодов, используемых в целях наблюдения.

Иницируемый наземной станцией протокол Comm-B (GICB). Иницируемая наземной станцией режима S процедура получения сообщения Comm-B с информацией, полученной на борту воздушного судна, от бортового оборудования режима S.

Кадрирующие импульсы. Импульсы, которые "заклюают в кадр" информационные импульсы (код) в ответах в режимах A и C ВОРЛ (соответственно F_1 и F_2); их также называют "скобочными импульсами".

Код BDS1. Код BDS1 задается в поле RR запроса в режиме наблюдения или запроса Comm-A.

Код BDS2. Код BDS2 задается в подполе RRS поля SD запроса в режиме наблюдения или запроса Comm-A при $DI = 7$. Если код BDS2 не задан (т. е. $DI \neq 7$), это означает, что $BDS2 = 0$.

Код запросчика (IC). Код, используемый для идентификации запросчика в протоколах режима S. Он может быть либо кодом идентификатора запросчика (II), либо кодом идентификатора наблюдения (SI).

Кодовая пачка. Последовательность кадрирующих (скобочных) и информационных импульсов в ответах, передаваемых в режимах A или C.

Коэффициент (усиления) направленного действия (антенны). Коэффициент (выражаемый в дБ) увеличения плотности передаваемой мощности, излучаемой в данном направлении, по сравнению с плотностью мощности, излучаемой изотропной антенной.

Критерии корреляции. Количество интервалов повторений импульсов, в течение которых поступающие ответы должны быть соотнесены по дальности в экстракторе со скользящим илидвигающимся окном прежде, чем будет объявлено о присутствии (или предполагаемом, требующем дальнейшей проверки присутствии) цели.

Линия пути. Проекция траектории полета воздушного судна на поверхность земли, направление которой в любой ее точке обычно выражается в градусах угла, отсчитываемого от северного направления (истинного, магнитного или условного меридианов).

Линия связи "вверх". Линия передачи сигналов по каналу запроса на частоте 1030 МГц.

Линия связи "вниз". Линия передачи сигналов по каналу ответа на частоте 1090 МГц.

Ложная отметка цели. Радиолокационная отметка, которая, при определенных границах, не соответствует действительному местоположению реального воздушного судна (цели).

Межрежимные запросы. Запросы, состоящие из трех импульсов (P_1 , P_3 и P_4), которые способны вызывать ответы а) от приемопередатчиков режима А/С и режима S или б) от приемопередатчиков режима А/С, но не от приемопередатчиков режима S (см. Общий вызов).

Моноимпульсный метод. Метод, при котором производится сравнение амплитуд и/или фаз сигналов, принятых по перекрывающимся лепесткам диаграммы направленности антенны, для определения направления прихода сигнала. Данный метод позволяет определить угол прихода сигнала по одному импульсу или ответу в пределах ширины луча антенны. Угол прихода определяется с помощью процессора, обрабатывающего ответы, принятые по суммарной и разностной диаграммам направленности антенны. Моноимпульсный метод обычно называют "моноимпульсной пеленгацией".

Моноимпульсный экстрактор цели. Экстрактор цели, использующий моноимпульсные методы пеленгации (см. также Экстрактор цели).

Наземная станция режима S. Наземное оборудование, которое запрашивает приемопередатчики режима А/С и режима S с использованием межрежимных запросов и запросов в режиме S. Одним из обязательных условий работы в режиме S является наличие моноимпульсной антенны и вращающихся сочленений, обеспечивающих, по крайней мере, два канала для обработки суммарно-разностной информации.

Неизбирательный протокол. Процедуры, управляющие обменом сообщениями между приемопередатчиком режима S и наземными станциями режима S, работа которых осуществляется автономно или, в случае перекрытия зон действия, координируется с помощью наземной линии связи.

Непрерывные помехи типа "звона". Непрерывные ответы на запросы, принимаемые по боковым лепесткам наземной антенны. Обычно это происходит только при малой дальности, как правило, из-за отсутствия в запросчике или приемопередатчике схемы подавления боковых лепестков или ее неисправности.

Несинхронные помехи. Термин, используемый применительно к нежелательным ответам ВОРЛ, принимаемым запросчиком и вызванным другими запросчиками ВОРЛ. Он означает несинхронизированные по времени ложные ответы.

Обработка сигналов наблюдения. Общий термин, охватывающий все виды обработки информации о цели после ее выделения и до передачи обработанных данных о цели. К таким процессам относятся: фильтрация, снижение отражений от земли, контроль частоты передачи данных и динамический контроль углов.

Образование лепестков (диаграммы направленности антенны). Процесс, в результате которого из-за интерференции двух волн, прямой и отраженной, различие в фазах приводит к увеличению или уменьшению амплитуд по сравнению с условиями распространения в свободном пространстве, что, в свою очередь, вызывает различия в амплитуде сигналов.

Общая надежность. Вероятность приема правильного ответа, вызванного либо запросом ВОРЛ, либо сигналом ПОРЛ.

Общий вызов. Межрежимный запрос или запрос в режиме S, который вызывает ответы от одного или нескольких приемопередатчиков.

Общий вызов стохастический. Общий запрос только в режиме S, который вызывает ответы на общий запрос только от случайной группы приемопередатчиков режима S, которые в данный момент не находятся в состоянии блокировки.

Общий вызов только в режиме A/C. Межрежимный запрос, который вызывает ответы только от приемопередатчиков режима A/C. Приемопередатчики режима S такой запрос не принимают.

Общий вызов только в режиме S. Запрос в режиме S, который вызывает ответы только от приемопередатчиков режима S, которые в данный момент не находятся в состоянии блокировки данного кода запросчика.

Опознавательный индекс воздушного судна. Группа букв, цифр или их комбинация, которая идентична позывному воздушного судна или представляет собой кодовый эквивалент его позывного для двусторонней связи "воздух – земля" и которая применяется для опознавания воздушного судна в сети наземной связи или сообщениях обслуживания воздушного движения.

Примечание. Опознавательный индекс воздушного судна также называют опознавательным индексом рейса (полета).

Опознавательный индекс рейса (полета). См. опознавательный индекс воздушного судна.

Опрокидывание фазы при передаче данных. Изменение фазы на 180° в запросе в режиме S, которое используется для кодирования двоичной ЕДИНИЦЫ. Отсутствие опрокидывания фазы означает двоичный НУЛЬ.

Ответ. Пачка импульсов, принятая наземной станцией ВОРЛ в результате успешного запроса, переданного ВОРЛ.

Ответ наблюдения в режиме S. 56-битный ответ в режиме S, содержащий управляющую информацию для режимов наблюдения и связи, а также один из 4096 кодов опознавания воздушного судна или код высоты.

Перестройка PRF. Преднамеренное контролируемое изменение частоты повторения импульсов ВОРЛ для недопущения появления отметок воздушных судов в результате получения повторных ответов.

Подавление. Преднамеренное подавление способности приемопередатчика принимать запросы или отвечать на них.

Подавление боковых лепестков (SLS). В приемопередатчике ВОРЛ имеется схема, которая приводится в действие при передаче (излучении) управляющего импульса (P_2 или P_5), в результате чего приемопередатчик не отвечает на сигналы запроса, передаваемые по боковым лепесткам.

Подавление боковых лепестков запросчика (ISLS). Метод, позволяющий предотвратить посылку приемопередатчиком ответов на запросы, посылаемые по боковым лепесткам наземной антенны.

Подавление боковых лепестков приемника (RSLS). Метод, использующий два (или более) приемника для подавления ответов воздушных судов, принятых по боковым лепесткам главного луча антенны.

Подавление несинхронных помех. Процесс, с помощью которого проверяется синхронность ответов, принимаемых соответствующим запросчиком-получателем, по отношению к частоте повторения запросов; для этого используются запоминающее устройство и компаратор. На выход такого устройства подавления поступают только синхронные ответы (т. е. коррелированные по дальности). Другие ответы игнорируются как "несинхронные".

Подтверждение (кода). Процесс корреляции информации о коде, используемый в системах ВОРЛ режима А/С. Для подтверждения кода обычно достаточно передать в двух следующих друг за другом ответах два одинаковых кода. В режиме S подтверждение кода происходит непосредственно при декодировании ответа (и, в случае необходимости, ошибка устраняется).

Поле. Определенное число последовательных битов в запросе, ответе или самогенерируемом сигнале.

Поле полетного статуса (FS). Поле в ответах в режиме S, содержащее информацию либо о нахождении воздушного судна в воздухе или на земле, либо о передаче им кода SPI в режиме А/С, либо о недавней смене кода опознавания в режиме А.

Преамбула ответа. Последовательность из четырех импульсов длительностью 0,5 мкс каждый, указывающая начало ответа в режиме S.

Приемоответчик вторичного обзорного радиолокатора (ВОРЛ). Блок, который при приеме запроса ВОРЛ передает ответный сигнал.

Приемоответчик режима А/С. Бортовое оборудование, которое передает определенные ответы на запросы в режиме А, режиме С и на межрежимные запросы, но не отвечает на запросы в режиме S.

Приемоответчик режима S. Бортовое оборудование, которое передает соответствующие ответы на запросы в режиме А, режиме С, на межрежимные запросы и запросы в режиме S.

Протокол для условий работы группы станций. Процедуры, управляющие обменом сообщениями между приемоответчиком режима S и наземными станциями режима S, которые имеют перекрывающиеся зоны действия и работают независимо друг от друга. При использовании таких протоколов только одна наземная станция режима S может завершить сеанс обмена сообщениями, благодаря чему независимая работа наземных станций режима S не приводит к потере сообщений.

Протокол избирательной направленной передачи Comm-B в условиях работы группы станций. Процедура, при которой сообщение Comm-B в условиях работы группы станций может быть завершено только одной конкретной наземной станцией режима S, выбранной бортовым оборудованием режима S.

Протокол передачи Comm-B в условиях работы группы станций. Процедура, управляющая доставкой иницируемого бортом Comm-B группе наземных станций режима S с перекрывающимися зонами действия, которые работают независимо друг от друга (см. Протокол для условий работы группы станций).

Протокол передачи стандартного сообщения (SLM). Процедура обмена цифровыми данными с использованием запросов Comm-A и/или ответов Comm-B.

Протокол передачи удлиненных сообщений (ELM). Серия запросов Comm-C (ELM по линии связи "вверх"), передаваемая без требования предоставления промежуточных ответов, или серия ответов Comm-D (ELM по линии связи "вниз"), передаваемая без промежуточных запросов.

Рабочий цикл приемоответчика. Последовательность действий, которые должен выполнить приемоответчик после поступления запроса. Процесс начинается с распознавания запроса и заканчивается либо игнорированием запроса, либо передачей ответа или завершением процедуры обработки, связанной с данным запросом.

Разностная диаграмма направленности. Характеристика направленности антенны моноимпульсного ВОРЛ в режиме приема (1090 МГц), полученная путем суммирования в противофазе сигналов (ответов), принятых двумя частями антенны. Минимум разностной диаграммы направленности расположен в направлении главного лепестка антенны в режиме передачи, а ее амплитудно-фазовая характеристика

изменяется в зависимости от угла прихода принимаемого сигнала относительно электрической оси антенны. При использовании совместно с суммарным выходным сигналом антенны она дает возможность определить угол прихода сигнала относительно электрической оси антенны.

Разрешающая способность. Способность системы различать две или более цели, близко расположенные друг от друга по дальности и азимуту.

Режим. Режим передачи запроса ВОРЛ, как это определено в главе 2 тома IV Приложения 10.

Режим S. Усовершенствованный режим работы ВОРЛ, позволяющий избирательно запрашивать и получать ответы.

Самогенерируемый сигнал обнаружения. Самопроизвольная периодическая (обычно раз в секунду) передача приемопередатчиком режима S сигнала определенного формата, включающего адрес воздушного судна, для обеспечения пассивного обнаружения.

Селектор данных Комм-В (BDS). 8-битный код BDS, передаваемый в запросе в режиме наблюдения или в запросе Комм-А; он задает регистр, содержимое которого передается в поле MB ответа Комм-В. Код BDS состоит из двух групп битов по 4 бит каждая, BDS1 (четыре старших бита) и BDS2 (четыре младших бита).

Синхронное опрокидывание фазы. Первое опрокидывание фазы в импульсе P_6 запроса в режиме S. Оно используется для синхронизации схемы приемопередатчика, которая декодирует импульс P_6 путем обнаружения опрокидываний фазы в передаваемых данных, т. е. служит точкой отсчета времени для последующих действий приемопередатчика в отношении принятого запроса.

Синхронные помехи. Термин, относящийся к двум или более ответам ВОРЛ, перекрывающимся по дальности и/или азимуту таким образом, что импульсы одного ответа оказываются рядом или накладываются на импульсы другого ответа, что может привести к ошибкам при декодировании данных, содержащихся в ответе.

Сообщение о возможностях. Информация, передаваемая в поле возможностей (CA) ответа на общий вызов и в самогенерируемом сигнале о возможностях осуществления связи приемопередатчиком режима S (см. также Сообщение о возможностях линии передачи данных) наряду с некоторыми данными о статусе воздушного судна.

Сообщение о возможностях линии передачи данных. Содержащаяся в ответе Комм-В информация, которая в полном объеме определяет возможности оборудования воздушного судна в отношении сообщений Комм-А, Комм-В, ELM, а также БСПС.

Состояние блокировки. Состояние, в котором приемопередатчик режима S не должен принимать определенные запросы общего вызова. Состояние блокировки задается по команде, передаваемой наземной станцией режима S.

Суммарная диаграмма направленности. Обычная диаграмма излучения, соответствующая главному лепестку антенны. Она отличается от разностной диаграммы направленности, когда отдельные группы излучателей антенны запитываются в противофазе для получения на выходе сигналов, амплитуда которых пропорциональна углу между источником принимаемого сигнала и электрической осью суммарной диаграммы направленности.

Удаленное контрольное устройство. Система, контролирующая характеристики ВОРЛ или установки режима S при их работе по линии связи "вверх" и/или линии связи "вниз"; она располагается на заданном расстоянии от радиолокатора (в его дальней зоне). Радиолокатор посылает запросы на контрольное

устройство (см. PARROT), и его ответы могут быть подвергнуты оценке в радиолокаторе. Кроме того, ответы могут содержать данные об определенных параметрах запроса, измеренных контрольным устройством.

Улучшенное подавление боковых лепестков в режиме запроса (I^2SLS). Метод передачи импульса запроса P_1 одновременно через главный лепесток антенны ВОРЛ и луч, формируемый при передаче управляющих импульсов, благодаря чему приемопередатчик, находящийся в пределах боковых лепестков, более надежно принимает пару импульсов P_1 - P_2 .

Управляющий импульс. Импульс (P_2 в режимах А и С и P_5 в режиме S), передаваемый наземным оборудованием (запросчиком ВОРЛ) для подавления боковых лепестков.

Устройство подавления несинхронных помех. Оборудование, используемое в наземной системе ВОРЛ для подавления несинхронных ответов (помех).

Частота повторения запросов (IRF). Среднее число запросов в секунду, передаваемых радиолокатором. Иногда используется термин "частота повторения импульсов" (PRF).

Частота повторения импульсов (PRF). Среднее число импульсов/запросов в секунду, передаваемых радиолокатором (см. Перестройка PRF). Также используется термин "частота передачи импульсов".

Чип данных. Интервал несущей длительностью 0,2 мкс, следующий за возможными опрокидываниями фазы при передаче данных в пределах импульса P_6 , который передается в запросах режима S (см. также Опрокидывание фазы при передаче данных).

Ширина луча. Угол (в азимутальной или угломестной плоскости) между точками половинной мощности (на уровне 3 дБ ниже максимума) главного лепестка антенны.

Экстрактор цели. Оборудование для обработки сигналов, преобразующее видеосигналы ПОРЛ и ВОРЛ в выходное информационное сообщение, пригодное для пересылки через среду передачи данных или для ввода в оборудование, предназначенное для дальнейшей обработки данных.

Электрическая ось (пеленг). Электрическая (радиочастотная) ось главного лепестка антенны.

Эффективная излучаемая мощность (ERP). Мощность излучения антенны, умноженная на коэффициент ее направленного действия, за вычетом потерь в фидерах, вращающихся сочленениях и т. д.

Сотт-А. 112-битный запрос, содержащий 56-битное поле сообщения MA. Это поле используется в протоколах передачи сообщения стандартной длины (SLM) по линии связи "вверх" и всенаправленного сообщения.

Сотт-В. 112-битный ответ, содержащий 56-битное поле сообщения MB. Это поле используется в протоколах передачи сообщения SLM по линии связи "вниз" (иницируемого с земли) и всенаправленного сообщения.

Сотт-С. 112-битный запрос, содержащий 80-битное поле сообщения MC. Это поле используется в протоколе удлиненного сообщения (ELM) по линии связи "вверх" для передачи данных по линии связи "вверх" и в протоколе ELM по линии связи "вниз" для передачи команд считывания сегментов.

Сотт-Д. 112-битный ответ, содержащий 80-битное поле сообщения MD. Это поле используется в протоколе удлиненного сообщения (ELM) по линии связи "вниз" для передачи данных по линии связи "вниз" и в протоколе ELM по линии связи "вверх" для передачи технических подтверждений.

PARROT. Установленный в подобранной по дальности и азимуту позиции приемоответчик, используемый в качестве контрольного устройства в дальней зоне (см. Удаленное контрольное устройство).

АКРОНИМЫ И СОКРАЩЕНИЯ

БСПС	бортовая система предупреждения столкновений
ВОРЛ	вторичный обзорный радиолокатор
ВЧ	высокая частота
ИСО	Международная организация по стандартизации
км	километр
м	метр
МВОРЛ	моноимпульсный ВОРЛ
МГц	мегагерц
м. миля	морская миля
мс	миллисекунда
нс	наносекунда
ОВД	обслуживание воздушного движения
ОВЧ	очень высокая частота
ОрВД	организация воздушного движения
ПМУ	приборные метеорологические условия
ПОРЛ	первичный обзорный радиолокатор
ППП	правила полетов по приборам
РЧ	радиочастота
с	секунда
см	сантиметр
УВД	управление воздушным движением
уз	узел
ADLP	бортовой процессор линии передачи данных
ADS-B	радиовещательное автоматическое зависимое наблюдение
ADS-C	контрактное автоматическое зависимое наблюдение
ADS-R	ретрансляционное автоматическое зависимое наблюдение
AICB	инициируемый с борта протокол Comm-B
AIS	подполе опознавательного индекса воздушного судна
AP	адрес/четность
A-SMGCS	усовершенствованные системы управления наземным движением и контроля за ним
ASA	бортовая функция наблюдения
ASDE	оборудование для контроля наземного движения в аэропорту
ASP	Группа экспертов по авиационному наблюдению
ASTERIX	Универсальная структурированная система обмена информацией наблюдения Евроконтроля
ATCO	диспетчер УВД
ATN	сеть авиационной электросвязи
ATSAW	осведомленность о воздушной обстановке на борту
A/V	воздушное судно/транспортное средство
BDN	радиовещательная передача по линии связи "вниз"
BDS	селектор данных Comm-B
BDS1	4 старших бита BDS
BDS2	4 младших бита BDS
BUP	радиовещательная передача по линии связи "вверх"
CA	возможности (например, поле возможностей)

CC	возможность перекрестного обмена данными
CDTI	индикатор информации о воздушном движении в кабине экипажа
CL	отметка кода
CNS	связь, навигация и наблюдение
CPDLC	связь "диспетчер – пилот" по линии передачи данных
CPR	передача компактного донесения о местоположении
CRC	контроль с использованием циклического избыточного кода
CW	незатухающая волна
DAP	параметры, передаваемые с борта воздушных судов по линии связи "вниз"
DCE	оборудование окончания канала данных
DELM	передача удлиненного сообщения по линии связи "вниз"
DF	формат сигналов по линии связи "вниз"
DI	идентификатор условного обозначения
DME	дальномерное оборудование
DPSK	дифференциально-фазовая манипуляция
DR	запрос по линии связи "вниз"
DS	селектор данных
DTE	оконечное оборудование данных
EHS	расширенное наблюдение
ELM	удлиненное сообщение
ELS	базовое наблюдение
ERP	эффективная излучаемая мощность
ES	более длительный самогенерируемый сигнал
E-SCAN	электронно-сканируемый
EUROCAE	Европейская организация по оборудованию для гражданской авиации
FDPS	система обработки полетных данных
FIS	полетно-информационное обслуживание
FMS	система управления полетом
FOD	посторонние предметы (обломки)
FOM	показатель качества
FRN	контрольный номер поля
FSPEC	спецификация поля
FRUIT	ложные ответы на несинхронные по времени запросы
FS	полетный статус
ft	фут
GDLP	наземный процессор линии передачи данных
GDOP	геометрическое снижение точности
GICB	инициируемое наземной станцией сообщение Comm-B
GNSS	глобальная навигационная спутниковая система
HDOP	горизонтальное снижение точности
HMI	взаимодействие "человек – машина"
HRP	диаграмма излучения в горизонтальной плоскости
IC	код запросчика
ID	опознавание (например, опознавание воздушного судна)
IDS	подполе указателя идентификатора
IF	промежуточная частота
IFF	опознавание "свой – чужой"
II	идентификатор запросчика
IIS	подполе идентификатора запросчика
IRF	частота повторения запросов
ISLS	подавление боковых лепестков запросчика
I ² SLS	улучшенное подавление боковых лепестков запросчика
LOS	подполе блокировки

LVA	большой вертикальный раскрыв
MA	сообщение Comm-A
MB	сообщение Comm-B
MBS	подполе сообщения Comm-B в условиях работы группы станций
MC	сообщение Comm-C
MD	сообщение Comm-D
MDN	специальный протокол линии связи "вниз" в режиме S
MES	подполе ELM в условиях работы группы станций
MLAT	система мультилатерации
MSAW	предупреждение о минимальной безопасной высоте
MSO	возможность для начала передачи сообщения
MSP	специальный протокол режима S
MSPSR	мультистатический первичный обзорный радиолокатор
MTL	минимальный уровень срабатывания
MUP	MSP для линии связи "вверх"
NC	номер сегмента C
NIC	категория навигационной целостности
NUC	категория навигационной неопределенности
OBA	угол относительно электрической оси антенны
OSI	взаимосвязь открытых систем
PAR	посадочный радиолокатор
PARROT	установленный в подобранной по дальности и азимуту позиции приемоответчик
PRM	система точного контроля на ВПП
PC	протокол (например, поле протокола)
PD	вероятность обнаружения
PI	идентификатор четности/запросчика
PPI	индикатор кругового обзора
PR	вероятность ответа
PRF	частота повторения импульсов
RA	рекомендация по разрешению угрозы столкновения
RDPS	система обработки радиолокационных данных
RL	длина ответа
RNP	требуемые навигационные характеристики
RR	запрос ответа
RRS	подполе запроса ответа
RSLs	подавление боковых лепестков в приемнике
RSS	подполе статуса резервирования
RVSM	сокращенный минимум вертикального эшелонирования
SAC	зональный код системы
SD	специальный указатель
SDP	обработка данных наблюдения
SI	идентификатор наблюдения
SIC	код идентификации системы
SIL	уровень целостности при наблюдении
SLM	стандартное сообщение
SLS	подавление боковых лепестков
SMR	радиолокатор контроля наземного движения
SNPA	точки соединения подсети
SNR	отношение "сигнал – шум"
SPI	специальный индикатор положения
SR	запрос на обслуживание
SRS	подполе запроса сегмента
SSE	объект специальных услуг

STC	временная регулировка чувствительности
STCA	краткосрочное предупреждение о конфликтной ситуации
SVC	коммутируемый вертикальный канал
TA	консультативная информация о воздушном движении
TACAN	тактическая радионавигационная система УВЧ-диапазона
TAS	подполе технического подтверждения
TCAS	система выдачи информации о воздушном движении и предупреждения столкновения
TCP	протокол управления передачей
TCS	подполе контроля типа
TDMA	многостанционный доступ с временным разделением каналов
TDOA	разница во времени прихода сигнала
TDOP	снижение точности по времени
TIS	служба информации о воздушном движении
TIS-B	радиовещательная служба информации о воздушном движении
TOA	время прибытия
TRS	подполе частоты передачи
UAP	профиль прикладного пользователя
UAS	беспилотные авиационные системы
UAT	приемопередатчик универсального доступа
UDP	протокол датаграмм пользователя
UF	формат линии связи "вверх"
UM	служебное сообщение
UTC	всемирное координированное время
VDLM4	режим 4 ОБЧ-линии передачи цифровой информации
VRP	диаграмма излучения в вертикальной плоскости
VS	вертикальный статус
VSWR	коэффициент стоячей волны по напряжению
WAM	мультилатерация с широкой зоной действия
WGS	Всемирная геодезическая система

СПРАВОЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА

ИКАО

Приложение 10. *Авиационная электросвязь*, том III. *Системы связи*, часть I. *Системы передачи цифровой связи* и часть II. *Системы речевой связи*; и том IV. *Системы наблюдения и предупреждения столкновений*.

Дос 4444. *Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения (PANS-ATM)*.

Дос 8071. *Руководство по испытаниям радионавигационных средств*, том III. *Испытания обзорных радиолокационных систем*.

Дос 8168. *Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов (PANS-OPS)*.

Дос 8585. *Условные обозначения летно-эксплуатационных агентств, авиационных полномочных органов и служб*.

Дос 9476. *Руководство по системам управления наземным движением и контроля за ним (SMGCS)*.

Дос 9816. *Руководство по ОБЧ-линии цифровой связи (VDL) режима 4*.

Дос 9830. *Руководство по усовершенствованным системам управления наземным движением и контроля за ним (A-SMGCS)*.

Дос 9861. *Руководство по приемопередатчику универсального доступа (UAT)*.

Дос 9863. *Руководство по бортовой системе предупреждения столкновения (БСПС)*.

Дос 9871. *Технические положения, касающиеся услуг режима S и расширенного сквиттера*.

Европейская организация по оборудованию для гражданской авиации (EUROCAE)

EUROCAE ED-73C, *MOPS for Secondary Surveillance Radar Mode S Transponders*.

EUROCAE ED-117, *MOPS for Mode S Multilateration Systems for Use in A-SMGCS*.

EUROCAE ED-142, *Technical Specifications for Wide Area Multilateration System (WAM)*.

RTCA

RTCA/DO-181D, *Minimum Operational Performance Standards for Air Traffic Control Radar Beacon System/Mode Select (ATCRBS/Mode S) Airborne Equipment*

RTCA/DO-260, *Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Automatic Dependent Surveillance — Broadcast (ADS-B)*

RTCA/DO-260A, *Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance — Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services — Broadcast (TIS-B)*

Глава 1

ВВЕДЕНИЕ

1.1 ОБЗОР

1.1.1 Быстрыми темпами увеличивается объем воздушного движения. Одновременно возрастает потребность в повышении эксплуатационной гибкости, позволяющей добиться более эффективного использования воздушных судов и уменьшить воздействие авиации на окружающую среду. Безопасная организация все более масштабного и сложного воздушного движения требует более совершенных инструментов. Одним из таких важных инструментов в процессе организации воздушного движения (ОрВД) является авиационное наблюдение.

1.1.2 Настоящее руководство подготовлено в качестве справочного документа по авиационному наблюдению для целей ОрВД. Материал основного документа представляет рассматриваемый вопрос, позволяя читателю получить общее представление о применении авиационного наблюдения в процессе ОрВД. Главы основной части содержат:

- a) разъяснение концепции авиационного наблюдения;
- b) перечень эксплуатационных служб, поддерживаемых службой наблюдения;
- c) рекомендации в отношении характеристик системы наблюдения;
- d) описание различных компонентов системы наблюдения "воздух – земля";
- e) описание различных компонентов системы наблюдения "воздух – воздух";
- f) изложение проблем, возникающих при развертывании систем наблюдения.

1.1.3 В добавлениях содержатся подробные данные по вопросам, рассматриваемым в главах основного текста. В самом документе, а также в разделе "Справочная литература" даются ссылки на другие полезные документы.

1.2 НЕОБХОДИМОСТЬ АВИАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ

1.2.1 Наблюдение играет важную роль в системе воздушных перевозок. От способности точно определять, отслеживать и обновлять информацию о местоположении воздушных судов прямо зависит минимальное расстояние, которое должно выдерживаться между воздушными судами (т. е. нормы эшелонирования), и следовательно, эффективность использования участка воздушного пространства.

1.2.2 В тех районах, где не ведется электронное наблюдение, а процессы ОрВД основаны на устных донесениях пилотов о местоположении воздушных судов, необходимо выдерживать достаточно большое расстояние между воздушными судами с учетом неопределенности в отношении местоположения из-за задержек с представлением данных и невысокой частоты обновления этой информации.

1.2.3 С другой стороны, в тех районах, где используются электронные системы наблюдения и данные о местоположении воздушных судов обновляются достаточно часто, воздушное пространство может использоваться более эффективно за счет безопасного повышения плотности движения воздушных судов благодаря использованию сокращенных минимумов эшелонирования. При этом функция наблюдения позволяет прогнозировать любые неожиданные перемещения воздушных судов и, таким образом, играет важную роль в обеспечении безопасности полетов.

1.2.4 Точные данные наблюдения могут быть положены в основу автоматизированных систем оповещения. Способность точно отслеживать местоположение воздушных судов позволяет своевременно оповестить орган УВД об отклонении воздушного судна от назначенного эшелона или маршрута или о возможном невыдерживании двумя или более воздушными судами минимально допустимых норм эшелонирования. Аварийное оповещение может также предоставляться в случаях невыдерживания воздушным судном минимальной безопасной абсолютной высоты или входа в зону ограничения полетов.

1.2.5 Существующая структура фиксированных маршрутов повышает предсказуемость перемещения воздушных судов и облегчает работу диспетчеров по организации воздушного движения. По мере улучшения навигационных характеристик воздушных судов пользователи воздушного пространства требуют большей гибкости в части определения наиболее эффективных маршрутов для удовлетворения конкретных эксплуатационных условий. Растет число сторонников отмены ограничений, связанных с выполнением полетов по фиксированным маршрутам. В таких условиях точное наблюдение призвано помочь диспетчеру в обнаружении и разрешении любых потенциальных конфликтных ситуаций, связанных с гибким использованием воздушного пространства, и превращении его в более динамичную среду.

Глава 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ

2.1 ЦЕЛЬ И НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ

2.1.1 Система авиационного наблюдения представляет данные о местоположении воздушных судов и другую соответствующую информацию в службу ОрВД и/или авиационным пользователям. В большинстве случаев система авиационного наблюдения дает пользователю информацию о том, "кто" находится "где" и "когда". Могут также представляться данные о горизонтальной и вертикальной скорости, идентифицирующих характеристиках или намерениях. Требуемые данные и параметры технических характеристик зависят от конкретных видов применения. Минимальным критерием системы авиационного наблюдения является предоставление информации о воздушных судах или транспортных средствах в установленное время.

2.1.2 Требования к системам наблюдения ОВД содержатся в главах 6 и 8 документа *"Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения"* (PANS-ATM, Doc 4444). Эти требования следует использовать параллельно с содержащимся в настоящем документе техническим инструктивным материалом в целях надлежащего планирования и внедрения систем наблюдения.

2.1.3 Система авиационного наблюдения состоит из нескольких элементов, использование которых определяется требованиями к конкретным видам применения. Ни виды применения, ни конечные пользователи не являются частью системы авиационного наблюдения.

2.1.4 На рис. 2-1 показана типичная функциональная система наблюдения. Границей системы наблюдения является прикладной интерфейс, т. е. точка, в которой система наблюдения предоставляет информацию наблюдения для использования и в которой оценивается работа системы.

2.2 КАТЕГОРИИ НАБЛЮДЕНИЯ

2.2.1 Независимое некооперативное наблюдение

Местоположение воздушного судна определяется на основании данных измерений без помощи находящихся на удалении воздушных судов. Примером является система, использующая ПОРЛ, которая предоставляет данные о местоположении воздушного судна, но не идентифицирует его и не дает другой информации о воздушном судне.

2.2.2 Независимое кооперативное наблюдение

Местоположение определяется на основании данных измерений, выполняемых подсистемой локального наблюдения с использованием сообщений с борта воздушного судна (см. рис. 2-1). Эти сообщения могут содержать информацию, полученную на борту воздушного судна, т. е. данные о барометрической высоте, опознавательный индекс воздушного судна и т. д.

2.2.3 Зависимое кооперативное наблюдение

Местоположение определяется на борту воздушного судна, и эта информация передается подсистеме локального наблюдения наряду с возможными дополнительными данными (например, опознавательный индекс воздушного судна, барометрическая высота).

2.2.4 Специальные системы наблюдения

ELS режима S

2.2.4.1 ELS режима S предусматривает функцию передачи с борта воздушного судна данных опознавания воздушного судна (обычно именуемого опознавательным индексом рейса (полета)) по линии связи "вниз" с использованием протокола режима S. Метод селективного адресования воздушных судов, используемый в режиме S, позволяет устранить синхронные помехи, избежать ложных ответов и повторных запросов (приводящих к перегрузке РЧ-каналов), а автоматическое обнаружение опознавательного индекса воздушного судна решает проблему нехватки кодов режима A.

2.2.4.2 Для выполнения такой функции воздушное судно должно быть оборудовано приемоответчиком режима S, конфигурация которого должна позволять членам летного экипажа вводить опознавательный индекс воздушного судна для передачи его приемоответчиком. Опознавательный индекс воздушного судна должен совпадать с данными, указанными в пункте 7 плана полета ИКАО или, если план полета не представляется, с регистрационным знаком воздушного судна.

2.2.4.3 В некоторых странах Европы введено требование о том, что все воздушные суда, выполняющие полеты в соответствующее воздушное пространство, должны быть оборудованы средствами ELS режима S.

EHS режима S

2.2.4.4 EHS режима S состоит из ELS режима S, дополняемого выведением установленных DAP для использования наземными системами ОрВД.

2.2.4.5 Предоставление фактических данных с борта воздушного судна, например о магнитном курсе, воздушной скорости, выбранной абсолютной высоте и вертикальной скорости, позволяет диспетчерам более точно оценить ситуацию с эшелонированием, способствуя тем самым обеспечению безопасности полетов и повышению пропускной способности. При этом также уменьшается число отклонений от заданной высоты полета и повышается эффективность других средств обеспечения безопасности полета.

2.2.4.6 Средства EHS режима S применяются в установленных районах воздушного пространства Европы с высокой плотностью движения, в которых при выполнении большинства полетов по ППП должны предоставляться данные об определенных параметрах воздушных судов.

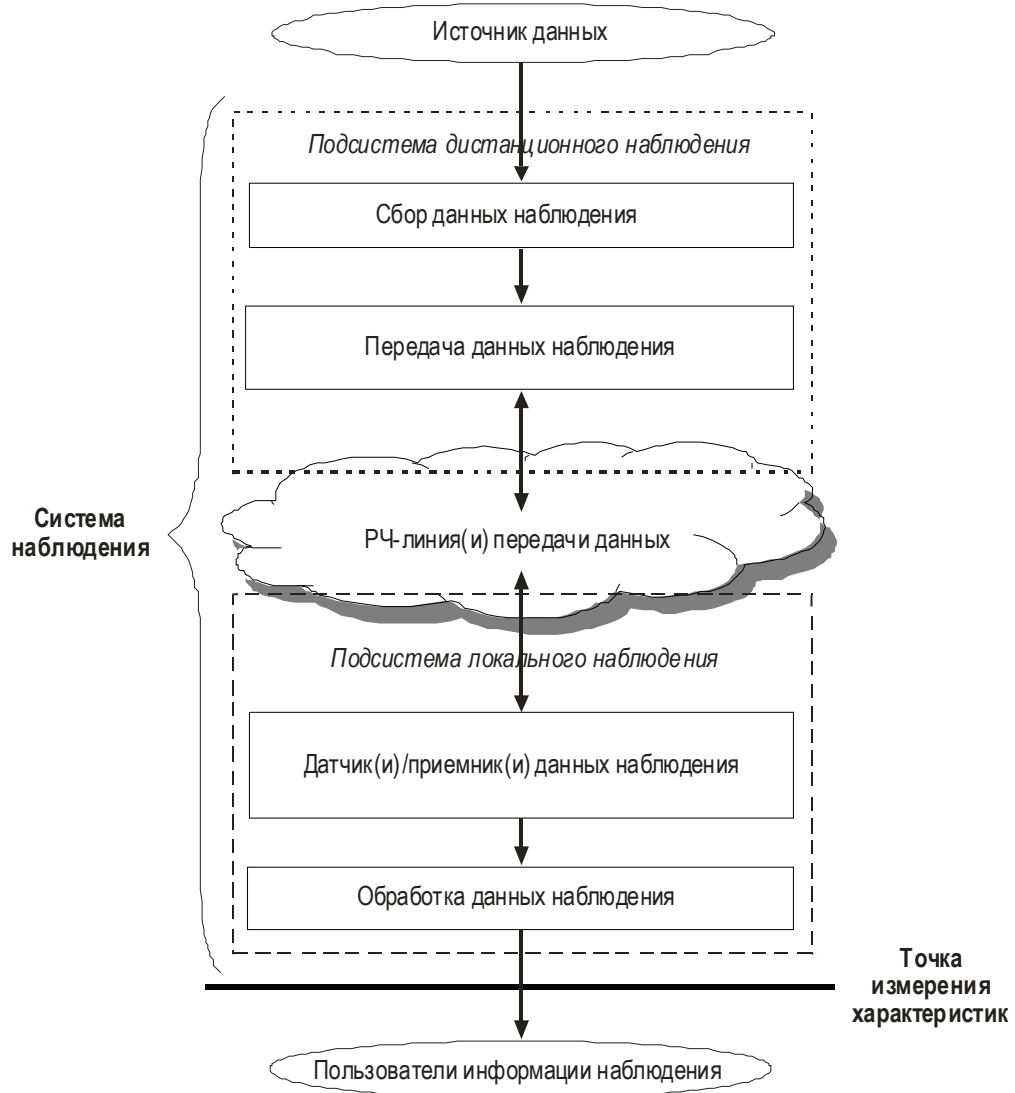


Рис. 2-1. Границы системы наблюдения

Глава 3

ВИДЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

3.1 ВВЕДЕНИЕ

3.1.1 Системы авиационного наблюдения

3.1.1.1 Системы авиационного наблюдения предназначены для использования органами ОВД в целях увеличения пропускной способности и повышения уровня безопасности полетов. В пп. 3.1.2–3.1.7 рассматриваются типы систем наблюдения, которые требуются для поддержки каждого из этих видов применения. Более подробно эти системы наблюдения описаны в главе 5.

3.1.1.2 Для поддержки соответствующих видов применения система наблюдения ОВД должна обеспечивать представление постоянно обновляемой информации наблюдения, включая индикацию местоположения. Следует иметь в виду, что приводимый ниже материал содержит общие положения, а не рекомендации жестких требований к наблюдению для любого вида обслуживания. Система наблюдения должна в полной мере учитывать экологические и эксплуатационные потребности, а также аспекты оснащенности воздушных судов.

3.1.2 Районное диспетчерское обслуживание

3.1.2.1 Диспетчерские районы могут охватывать большие объемы воздушного пространства, включая океанические районы, в которых воздушные суда следуют уже по установленным траекториям, обычно в крейсерском режиме. Как правило, на этом этапе воздушные суда летят с высокой скоростью. Изменение высоты и направления полета происходит редко и может быть связано с движением находящихся поблизости воздушных судов, метеословиями или соображениями эксплуатационной эффективности. Связь между диспетчерами и летным экипажем осуществляется не так часто, как на других этапах полета.

3.1.2.2 Система наблюдения для целей районного диспетчерского обслуживания, как правило, должна обеспечивать наблюдение за большими участками воздушного пространства, включая удаленные районы с ограниченной или отсутствующей наземной инфраструктурой. Система наблюдения должна обеспечивать выдачу диспетчеру предупреждений, в частности по контролю за выдерживанием заданного эшелона, соблюдением маршрута, а также по зонам ограничения полетов. Желательно наличие средств среднесрочного прогнозирования конфликтных ситуаций. Обновление данных о местоположении может требоваться не так часто, как при других сценариях.

3.1.2.3 Системы наблюдения, подходящие для целей районного диспетчерского обслуживания, включают ADS-C, особенно в океанических и удаленных районах, BOPЛ, WAM и ADS-B. В некоторых системах совместно с BOPЛ используются первичные радиолокаторы большой дальности действия. Архитектура системы наблюдения в диспетчерском районе показана на рис. 3-1.

3.1.3 Диспетчерское обслуживание подхода

3.1.3.1 Диспетчерское обслуживание подхода предоставляется для контролируемых полетов, прибывающих или вылетающих с одного или более аэродромов. В ситуациях с более высокой плотностью движения может обеспечиваться векторение, и нередко изменения абсолютной высоты и курса. Прибывающие воздушные суда могут направляться в зону ожидания, если спрос на обслуживание превышает пропускную способность аэродрома или воздушного пространства.

3.1.3.2 При таком сценарии роль ОрВД заключается в организации потока движения на аэродром и с аэродрома для разделения прибывающих и вылетающих воздушных судов. Минимумы эшелонирования воздушных судов обычно меньше, чем при районном диспетчерском обслуживании. Скорости воздушных судов ниже, чем на этапе полета по маршруту.

3.1.3.3 Системы наблюдения, подходящие для целей диспетчерского обслуживания подхода, включают первичный радиолокатор, ВОРЛ, системы мультилатерации (WAM) и ADS-B. Для наблюдения за воздушными судами при заходе на посадку на близкорасположенные параллельные ВПП иногда используются антенны с электронным сканированием.

3.1.4 Аэродромное диспетчерское обслуживание

3.1.4.1 Этот вид обслуживания предназначен помимо прочего для предотвращения столкновений между воздушными судами вблизи аэродрома, а также между воздушными судами и транспортными средствами на площади маневрирования и между воздушными судами, выполняющими посадку и взлет.

3.1.4.2 Основным средством определения местоположения является визуальный контакт с воздушным судном из аэродромного диспетчерского пункта. В периоды интенсивного движения и при ограниченной видимости система наблюдения может использоваться для повышения уровня безопасности и эффективности операций на аэродроме.

3.1.4.3 Система наблюдения, используемая для обеспечения аэродромного диспетчерского обслуживания, должна обладать высокой степенью точности определения местоположения цели на сравнительно узких ВПП и РД. Требуется также высокая частота обновления данных, позволяющая представить ситуацию на данный момент в быстро меняющейся обстановке.

3.1.4.4 Система наблюдения должна обладать способностью обнаруживать воздушные суда и транспортные средства и различать близкорасположенные цели. Может потребоваться методика обнаружения некооперативных целей. Во избежание путаницы воздушные суда и транспортные средства должны четко маркироваться на индикаторах диспетчеров. Система обнаружения должна обеспечивать предотвращение несанкционированных выездов на ВПП и другие виды предупреждений.

3.1.4.5 Системы наблюдения, подходящие для целей аэродромного диспетчерского обслуживания, включают первичный радиолокатор, средства мультилатерации и ADS-B. Другие системы наблюдения, например датчики миллиметрового диапазона, видеосистемы, индукционные петли и микроволновые барьеры, могут использоваться в ограниченных районах воздушного пространства или в кластерной конфигурации для обеспечения более широкой зоны действия.

A-SMGCS

3.1.4.6 Термин A-SMGCS принят для обозначения концепции комплексной системы организации наземного движения на аэродроме. Такая концептуальная система требуется для повышения характеристик безопасности и эффективности наземного движения в свете прогнозируемого роста объемов авиационной деятельности в ближайшем будущем.

3.1.4.7 Самой важной функцией любой системы A-SMGCS является осуществление наблюдения на поверхности аэродрома, включая начальный и заключительный этапы полета. Цель заключается в идентификации и установлении местоположения всех участников движения с адекватной частотой обновления для получения постоянной картины потока движения и, при необходимости, определения скорости и направления. Для решения такой задачи, скорее всего, потребуется система кооперативного наблюдения.

3.1.4.8 При кооперативном наблюдении цели должны быть оборудованы средствами передачи в систему A-SMGCS данных о местоположении и, как правило, идентификации. Важно также наличие каких-либо средств наблюдения, позволяющих системе обнаруживать некооперативные цели, включая препятствия и FOD.

3.1.4.9 Элемент наблюдения в системе A-SMGCS обычно состоит из нескольких датчиковых систем, которые компилируют информацию посредством процесса слияния данных для получения полного пакета наблюдения. Выполнив надлежащую функцию наблюдения, A-SMGCS должна использовать полученную информацию для отслеживания обстановки на поверхности аэродрома и выдачи предупреждений при обнаружении особых ситуаций. В самых простых системах функции мониторинга и предупреждения выполняет диспетчер воздушного движения с использованием информации наблюдения, отображаемой на индикаторе обстановки.

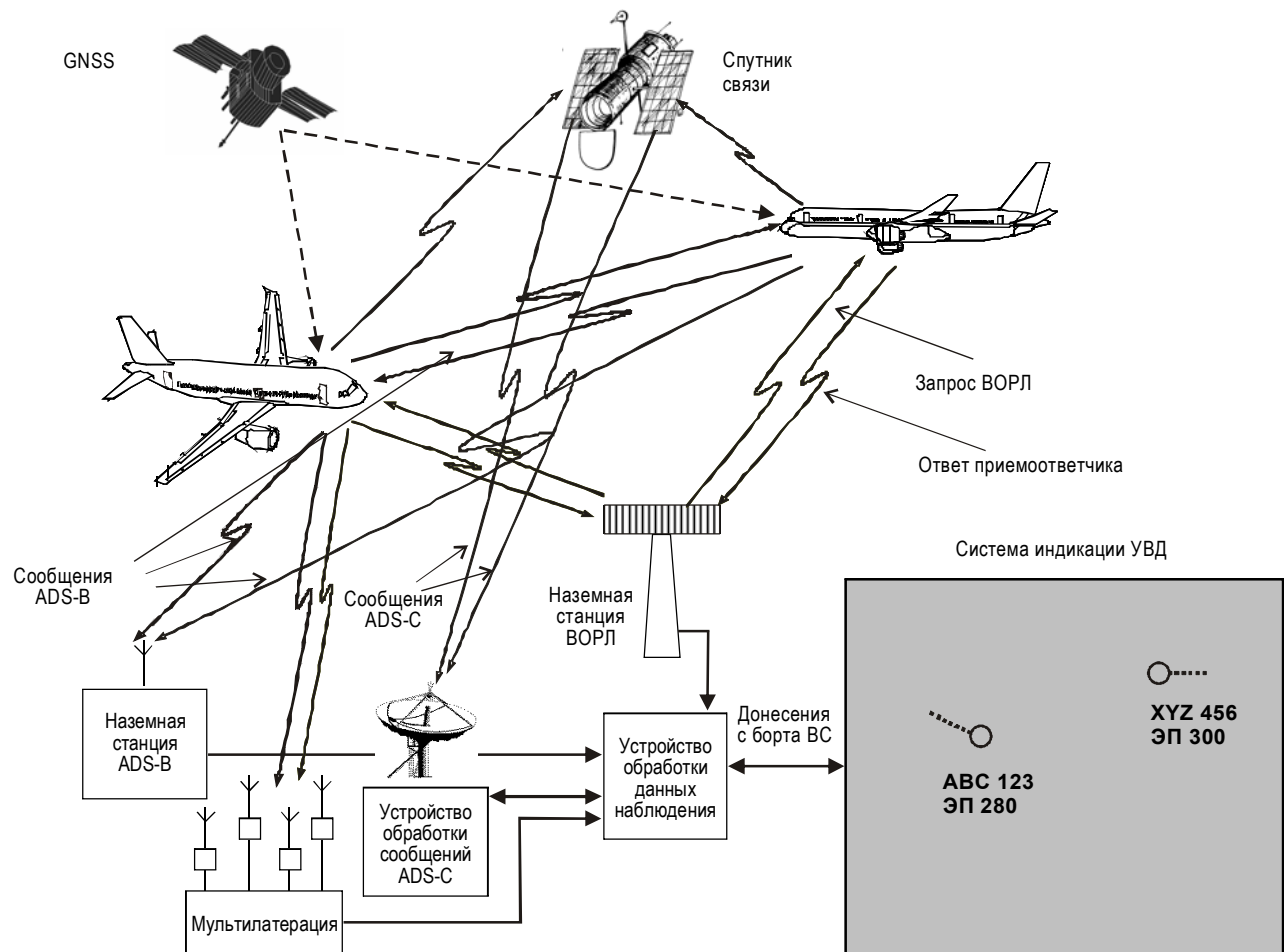


Рис. 3-1. Архитектура системы наблюдения для целей районного диспетчерского обслуживания

3.1.4.10 В более сложной конфигурации система A-SMGCS осуществляет автоматический мониторинг обстановки и оповещение, выявляет случаи несанкционированного выезда на ВПП, требующие вмешательства ситуации на РД и другие опасные сценарии и выдает предупреждения диспетчеру и, возможно, непосредственно задействованным пилотам и/или водителям транспортных средств. При наличии в системе средств автоматического планирования маршрута функция мониторинга/оповещения должна сравнивать фактический маршрут воздушного судна или транспортного средства с запланированным маршрутом и выдавать предупреждения в случае расхождений.

3.1.4.11 В простейших системах управление движением на поверхности аэродрома осуществляется вручную диспетчерами с использованием элементов наблюдения и мониторинга/оповещения системы A-SMGCS посредством выдачи указаний или управления вручную огнями линии "стоп" и огнями РД. При более сложной конфигурации обеспечивается полностью или частично автоматизированное наведение, причем система A-SMGCS способна автоматически управлять огнями РД, огнями линии "стоп" и другими средствами наведения.

3.1.4.12 Отличие A-SMGCS от SMGCS заключается в том, что она предоставляет полное обслуживание в гораздо более широком диапазоне метеоусловий, параметров плотности движения и компоновки аэродромов. Более подробная информация содержится в *Руководстве по системам управления наземным движением и контроля за ним (SMGCS)* (Дос 9476) и *Руководстве по усовершенствованным системам управления наземным движением и контроля за ним (A-SMGCS)* (Дос 9830).

Обнаружение FOD

3.1.4.13 Проблема FOD является предметом постоянной обеспокоенности эксплуатантов аэропортов. Детали самолетов, инструменты, оставленные служебными автомобилями, мусор, нанесенный ветром на ВПП, хищники, привлеченные останками птиц, – все эти предметы могут представлять опасность для воздушного судна.

3.1.4.14 Эксплуатанты аэропортов на регулярной основе проводят осмотр ВПП, обычно с транспортного средства, движущегося с относительно высокой скоростью – до 80 км/ч. Признается, что на такой скорости небольшие предметы не будут заметны, однако проведение осмотров ВПП на меньшей скорости или более часто вряд ли будет практически целесообразным на многих аэродромах.

3.1.4.15 Обнаружение препятствий является одним из элементов концепции A-SMGCS, позволяющим получить значительные выгоды в плане обеспечения безопасности полетов, особенно при выполнении операций на ВПП. Системы, подходящие для обнаружения FOD, включают РЛС миллиметрового диапазона с возможностью установки дополнительных камер для идентификации.

PRM

3.1.4.16 При ПМУ в аэропортах с параллельными ВПП, отстоящими друг от друга менее чем на 1310 м (4300 фут), невозможно выполнять независимые одновременные операции с использованием только данных наблюдения диспетчерского обслуживания подхода. Результатом является уменьшение пропускной способности при неблагоприятных погодных условиях.

3.1.4.17 Серьезным ограничивающим фактором аэродромного наблюдения является частота обновления, хотя проблемы могут отмечаться и с точностью данных. Обычно на аэродромах данные обновляются раз в 4–5 с. Моноимпульсные радиолокаторы обеспечивают точность до одного миллирадиана, однако более старые системы дают меньшую точность.

3.1.4.18 Для того чтобы зафиксировать начало ускорения, которое может привести к возникновению конфликтной ситуации с воздушным судном, выполняющим заход на посадку на близкорасположенную ВПП,

наблюдение при PRM должно обеспечивать более высокую точность, обычно до 1 миллирадиана (или $0,06^\circ$ (1 сигма)), с периодом обновления 2,5 с или меньше, при условии наличия индикатора с высокой разрешающей способностью для прогнозирования местоположения и предупреждения об отклонении. Требования к PRM изложены в главе 6 PANS-ATM.

3.1.4.19 Современные системы наблюдения для PRM основаны на антеннах с электронным сканированием. В качестве альтернативы системам PRM устанавливают систему MLAT.

Точный заход на посадку

3.1.4.20 Систему наблюдения можно использовать для наведения воздушного судна на ВПП на конечном этапе захода на посадку при неблагоприятных погодных условиях. Для обеспечения наведения воздушного судна по глиссаде в створ ВПП система наблюдения должна обладать очень высокими функциональными характеристиками и располагать информацией об абсолютной высоте воздушного судна. Обычно для этого используют специальный радиолокатор, именуемый PAR. Такой вид применения сохранился на некоторых военно-воздушных базах. В настоящее время изучается возможность использования средств мультилатерации для обеспечения этого вида применения.

FIS

3.1.4.21 FIS заключается в предоставлении консультативной информации и данных, необходимых для безопасного и эффективного выполнения полета (например, информации о находящихся поблизости воздушных судах или движении на пересекающихся маршрутах). Для поддержки FIS можно использовать данные наблюдения. Поддержка обслуживания включает поддержку индикации данных о движении.

3.1.5 Служба оповещения

3.1.5.1 Служба оповещения обеспечивает индикацию небезопасных событий, а также уведомление соответствующих организаций о воздушных судах, нуждающихся в поиске и спасании, и при необходимости оказание помощи таким организациям.

3.1.5.2 Данные наблюдения следует представлять таким образом, чтобы поддерживать службу оповещения и, при необходимости, операции поиска и спасания. Речь идет, в частности, об индикации данных о местоположении и записи данных. Должно обеспечиваться воспроизведение записанных данных на картах или других носителях для получения информации об абсолютном местоположении.

3.1.5.3 В дополнение к общей поддержке службы оповещения системы наблюдения, как часть A-SMGCS, должны обеспечивать отслеживание управления движением аварийных транспортных средств.

3.1.6 Обслуживание ТА в воздухе

Обслуживание ТА в воздухе призвано повысить эффективность представления данных об опасности столкновения при FIS и может обеспечиваться для воздушных судов, выполняющих полеты по ППП в консультативном воздушном пространстве. Специальных требований к наблюдению для обслуживания ТА в воздухе не существует, поскольку оно может предоставляться на основе тех же данных наблюдения, которые обеспечивают выполнение полетов.

3.1.7 Другие виды применения

Системы наблюдения используются также для поддержки других видов применения, таких как:

- a) бортовые системы предупреждений (БСПС);
- b) средства контроля за выдерживанием высоты (RVSM); или
- c) средства мониторинга уровня шума.

3.2 ОПОЗНАВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

3.2.1 Необходимость опознавания

Заполнение формуляра сопровождения цели на индикаторе обеспечивает индивидуальное опознавание каждого воздушного судна. Желательным вариантом является использование опознавательного индекса или радиопозывных воздушного судна. Позывные используются в речевой радиосвязи в УВЧ или ВЧ-диапазоне и в связи CPDLC.

3.2.2 Код опознавания режима А

3.2.2.1 Код режима А ВОРЛ присваивается рейсу до вылета или при первоначальном входе в определенное воздушное пространство. Пилот вводит этот код в приемоответчик. Датчик наблюдения (например, ВОРЛ или MLAT) отслеживает движение воздушного судна на основе такого кода. Код режима А также заносится в соответствующий план полета данного воздушного судна. Система ОрВД получает информацию о коде режима А и траектории полета воздушного судна от системы наблюдения и запрашивает план полета с таким же кодом. Найдя нужный план полета, система обработки данных считывает опознавательный индекс воздушного судна в плане полета и использует эту информацию в формуляре, сопровождающем движение воздушного судна на индикаторе диспетчера. Корреляция наблюдаемой траектории с данными в плане полета также позволяет диспетчеру получить полетные данные воздушного судна, показанного системой индикации. Код режима А выводится из системы после того, как воздушное судно прибыло в пункт назначения или покинуло пределы соответствующего воздушного пространства.

3.2.2.2 Существует в общей сложности 4096 кодов режима А, однако количество доступных для использования меньше, так как некоторые коды зарезервированы для специальных целей. Например, рейсы, в отношении которых планы полета не представляются, обычно получают фиксированные коды типа 1200, 2000 или 7000, определяемые региональными договоренностями. Проблема наличия кодов существует во многих районах мира, и поэтому на национальном или региональном уровне заключаются соглашения об эффективном использовании кодов.

3.2.3 Опознавательный индекс воздушного судна

Внедрение радиолокаторов режима S и ADS-B позволяет отказаться от использования кодов режима А. Радиолокаторы режима S, MLAT и ADS-B позволяют получать опознавательный индекс воздушного судна непосредственно с борта воздушного судна. Тем самым снимается проблема нехватки и ограниченного числа кодов режима А, о которой говорилось выше. Это также позволяет использовать опознавательный индекс воздушного судна в формуляре рейса, в отношении которого план полета не представлялся, что облегчает его опознавание.

3.3 ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЯ

Для того чтобы диспетчеры воздушного движения могли предоставлять обслуживание на основе информации систем наблюдения, следует учитывать не только технические соображения, но и эксплуатационные требования. Необходимо надлежащим образом оборудовать воздушное судно, должным образом подготовить диспетчеров воздушного движения и летные экипажа и ввести соответствующие стандарты и процедуры. Подробные положения и процедуры, касающиеся безопасной организации воздушного движения, содержатся в документе PANS-ATM. Дополнительные правила для пилотов и летного экипажа рассматриваются в документе *"Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов"* (PANS-OPS, Doc 8168).

Глава 4

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ

4.1 ЦЕЛЬ

4.1.1 Самой важной функцией системы авиационного наблюдения является представление опознавательного индекса воздушного судна и точной оценки его местоположения и абсолютной высоты в данный момент времени. Данные о прогнозируемом местоположении должны обновляться с частотой, соизмеримой с предполагаемым видом применения.

4.1.2 В зависимости от вида применения и условий эксплуатации могут возникать и другие требования, например, необходимость данных о скорости или краткосрочных намерениях воздушного судна. Основными элементами характеристик являются тип данных наблюдения и их качество. Как правило, формат представления данных пользователю не входит в число технических требований к характеристикам системы наблюдения.

4.1.3 Следует иметь в виду, что требования к техническим характеристикам системы наблюдения не являются достаточным основанием для санкционирования определенного минимума эшелонирования. Необходимо должным образом учитывать и анализировать и другие факторы в рамках оценки безопасности полетов (например, человеческий фактор, процедуры, структура воздушного пространства и плотность движения).

4.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ

- a) *Элемент данных*: информация наблюдения (например, местоположение, опознавание или намерения), которую должна представлять система наблюдения.
- b) *Точность*: применительно к одному из элементов данных, с которым работает система (например, измеряет и/или рассчитывает). Под этим понимается степень соответствия полученного значения элемента данных его фактическому значению на момент использования этого элемента данных.
- c) *Целостность данных*: применительно к элементу данных, передаваемому системой (предоставленному извне другой системой и передаваемому без уведомления другой системе, например, код режима А, код режима С). Под этим понимается степень необнаруженного (на уровне системы) несоответствия значения элемента данных на входе его значению на выходе. В таком случае система лишь выполняет функцию передающей среды и не должна изменять значение соответствующего элемента данных.
- d) *Готовность*: вероятность того, что требуемая информация наблюдения будет предоставлена конечным пользователям.
- e) *Непрерывность*: вероятность того, что служба наблюдения будет выполнять назначенную функцию без незапланированных перерывов в течение установленного времени работы.

- f) *Надежность*: функция частоты отказов в системе. Вероятность того, что система будет выполнять свою функцию в рамках установленных пределов характеристик в течение определенного периода при заданных эксплуатационных условиях.
- g) *Частота обновления*: разница во времени между двумя информационными сообщениями, касающимися одного и того же A/V и того же типа данных.
- h) *Целостность (системы)*: вероятность необнаруженного отказа функционального элемента в течение установленного периода, приводящего к предоставлению конечному пользователю ошибочной информации наблюдения.
- i) *Целостность (данных)*: определяется по отношению к вероятности того, что ошибка в данных, превышающая определенный пороговый уровень, не будет обнаружена (отсутствие предупреждения) в течение периода времени, превышающего пороговый период предупреждения.
- j) *Зона действия*: район воздушного пространства, который будет охватывать данная система наблюдения и в пределах которого параметры характеристик системы наблюдения отвечают требованиям.

4.3 ПРОЧИЕ ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

4.3.1 При определении характеристик системы наблюдения необходимо в максимальной степени абстрагироваться от технологических аспектов. Такой подход обеспечивает более эффективное проектирование системы с учетом условий эксплуатации и имеющихся методов наблюдения.

4.3.2 Для целей прослеживаемости характеристики системы наблюдения следует определять в расчете на заданный для обеспечения вид применения. Если система наблюдения используется для поддержки нескольких различных видов применения, необходимо ориентироваться на наиболее жесткие требования. Примеры характеристик систем наблюдения, требуемых для поддержки ряда распространенных видов применения, приведены в добавлении А.

4.3.3 Прежде чем вводить систему наблюдения в эксплуатацию, необходимо убедиться в том, что она отвечает требованиям. Условия, в которых работает система, со временем могут меняться. Например, могут появиться новые препятствия, влияющие на зону действия, или может возрасти плотность движения. Кроме того, со временем возможно ухудшение параметров некоторых компонентов. Поэтому важно предусмотреть меры, гарантирующие постоянное соблюдение требований к характеристикам. Примерами таких мер являются:

- a) периодический контроль за характеристиками системы. В качестве отправной точки для сравнения можно использовать результаты первоначальных проверочных испытаний; или
- b) обеспечение того, чтобы в системе наблюдения было предусмотрено достаточное количество встроенных и внешних механизмов контроля, позволяющих на постоянной основе демонстрировать соблюдение требований к характеристикам.

Рекомендуется проводить периодические проверки для обнаружения скрытых изменений условий работы.

Глава 5

СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ "ВОЗДУХ – ЗЕМЛЯ"

5.1 КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ

5.1.1 В системе авиационного наблюдения можно выделить в общем плане четыре составных компонента:

- a) "подсистема дистанционного наблюдения", установленная внутри наблюдаемой цели, которая имеет две основные функции: собирать данные от различных датчиков/интерфейсов на борту и передавать их другим компонентам системы или другим пользователям;
- b) датчиковая система, которая получает информацию наблюдения о находящихся под наблюдением целях;
- c) система связи, которая соединяет датчиковые системы с системой SDP и обеспечивает передачу данных наблюдения. Наземная система связи может также поддерживать функции контроля и мониторинга датчика;
- d) система SDP , которая:
 - 1) объединяет данные, полученные от различных датчиков, в один поток данных;
 - 2) при необходимости осуществляет интеграцию данных наблюдения с другой информацией (например, с полетной информацией);
 - 3) предоставляет/распределяет данные пользователям в установленном порядке, исключая возможные конкретные атрибуты различных типов датчиков.

5.1.2 Датчик является важной частью системы авиационного наблюдения. Он предоставляет информацию наблюдения, которая затем поступает диспетчерам воздушного движения. Ниже приводится описание датчиков, используемых в настоящее время в различных видах применения авиационного наблюдения.

5.2 НЕКООПЕРАТИВНЫЙ ДАТЧИК

5.2.1 ПОРЛ

Общая концепция ПОРЛ

5.2.1.1 Принцип работы ПОРЛ заключается в обнаружении отражения передаваемых импульсов радиоизлучения. Наземная станция ПОРЛ обычно состоит из передатчика, приемника и вращающейся антенны. Система передает импульсы и затем фиксирует и обрабатывает полученные отражения. Дальность наклонной видимости цели определяется путем замера времени с момента передачи сигнала до момента получения

отраженных импульсов. Азимут цели определяется по положению вращающейся антенны в момент получения отраженных импульсов. Отражения получают от интересующих целей и фиксированных объектов (например, зданий), которые могут создавать радиолокационные помехи. Для устранения помех используют специальные методы обработки. Базовая схема ПОРЛ показана на рис. 5-1.

5.2.1.2 Стандарты в отношении ПОРЛ в ИКАО не разрабатывались.

Виды применения ПОРЛ

5.2.1.3 В 1960-е и 1970-е годы ПОРЛ широко использовались для наблюдения на этапе полета по маршруту. С конца 1970-х годов многие поставщики аэронавигационного обслуживания решили отказаться от использования ПОРЛ для этой цели главным образом из-за высоких затрат и невозможности опознавания, так как этот аспект приобретает особую важность в условиях увеличения плотности движения. Кроме того, введение требования об обязательном наличии приемоответчика на борту воздушных судов при выполнении полетов в воздушном пространстве с высокой плотностью движения делает возможным осуществление наблюдения с использованием ВОРЛ. Во многих странах ПОРЛ продолжают применять в целях обороны или для метеорологических наблюдений, но не для диспетчерского обслуживания гражданских воздушных судов.

5.2.1.4 ПОРЛ по-прежнему выполняет полезные функции в районе загруженных аэродромов, осуществляя наблюдение за воздушными судами, не оборудованными приемоответчиками (обнаружение "самолетов-нарушителей"). Ожидается, что в будущем сфера применения ПОРЛ еще более сократится из-за повсеместного использования приемоответчиков и появления других технологий наблюдения.

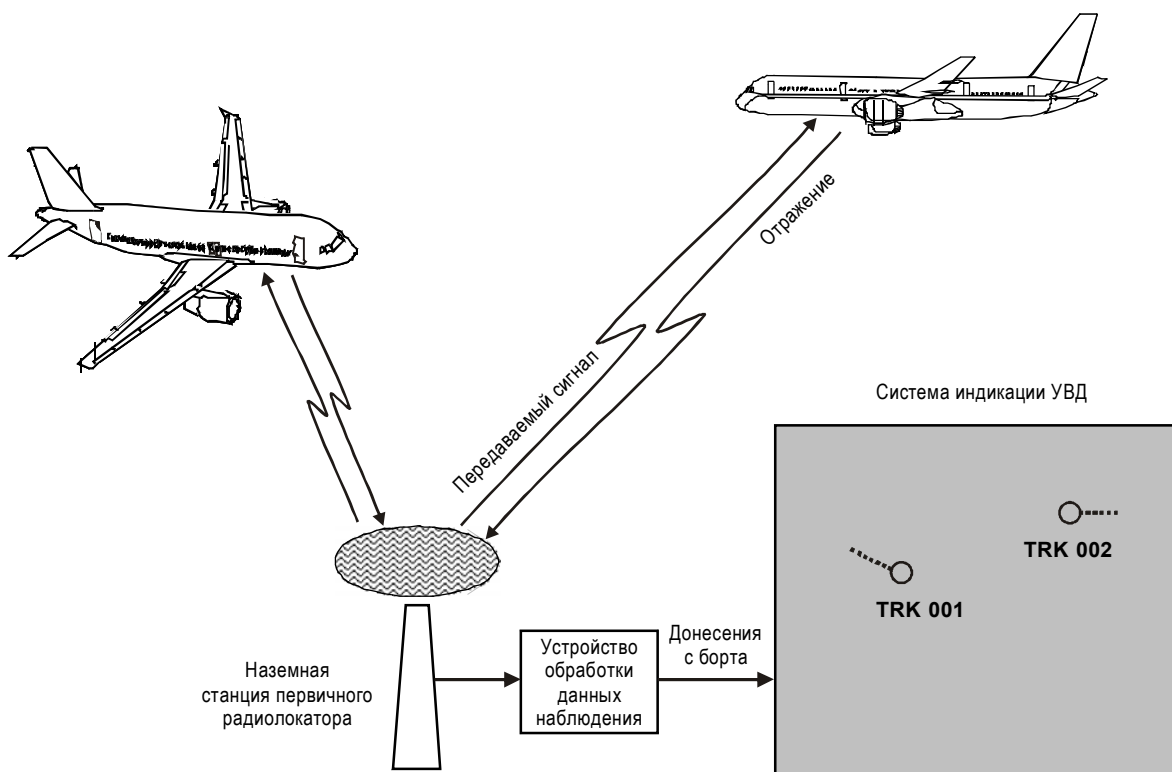


Рис. 5-1. ПОРЛ

5.2.1.5 ПОРЛ также используется в системах наблюдения за наземным движением в аэропортах для обнаружения объектов, случайно оказавшихся в рабочей зоне аэропорта, а также воздушных судов, приемопередатчики которых запрограммированы не отвечать на запросы ВОРЛ на земле.

5.2.1.6 В настоящее время ПОРЛ не относят к числу основных средств наблюдения из-за неспособности идентифицировать цель. Тем не менее, этот недостаток можно в определенной степени компенсировать (например, с помощью речевой связи и специальных процедур).

Характеристики ПОРЛ

5.2.1.7 Функциональные возможности ПОРЛ:

- a) определение местоположения цели без необходимости наличия на борту какого-либо оборудования (например, приемопередатчика); тем не менее, в конструкции воздушного судна должны быть использованы материалы, отражающие радиоволны;
- b) обнаружение неавиационных объектов, например объектов, которые проникают в охраняемые зоны аэропорта; или
- c) обнаружение погодных явлений; например, их можно запрограммировать на получение метеорологической информации путем обработки отражений от осадков.

5.2.1.8 Недостатки ПОРЛ:

- a) существует проблема разделения близко расположенных целей; возможно "наложение" линий пути при близком расположении целей;
- b) невозможность индивидуальной идентификации цели в соответствии с требованиями УВД (например, по радиопозывному);
- c) невозможность определения абсолютной высоты целей¹;
- d) система должна передавать импульсы большой мощности, чтобы компенсировать потери в результате переотражения (от передатчика до цели и назад);
- e) система может генерировать большое количество ложных целей;
- f) характеристики системы зависят от эффективной отражающей поверхности цели (функция размеров и материала).

Более подробная информация о ПОРЛ приводится в добавлении В.

1. Некоторые первичные радиолокаторы (высотомерные или трехмерные радиолокаторы) могут определять относительную высоту воздушного судна, хотя эти системы, как правило, дорогостоящие, а точность определения относительной высоты не отвечает требованиям использования службами УВД.

5.3 НЕЗАВИСИМЫЕ КООПЕРАТИВНЫЕ ДАТЧИКОВЫЕ СИСТЕМЫ

5.3.1 ВОРЛ

Описание ВОРЛ

5.3.1.1 Система ВОРЛ состоит из двух основных элементов:

- a) наземный запросчик/приемник (также именуемый радиолокатором);
- b) бортовой приемоответчик.

5.3.1.2 Наземная станция обычно представляет собой вращающуюся антенну. Скорость вращения определяет частоту обновления информации. Приемоответчик на борту воздушного судна отвечает на запросы наземной станции, позволяя наземной станции определить расстояние до воздушного судна и азимут. В приемоответчике запрограммирован фиксированный период задержки, в течение которого расшифровывается запрос и подготавливается ответ для передачи. Такой фиксированный период задержки учитывается наземным датчиком при обработке ответа.

5.3.1.3 Компоненты ВОРЛ показаны на рис. 5-2. ВОРЛ определяет расстояние до воздушного судна и азимут независимо. Как и в системе ПОРЛ, расстояние определяется путем измерения времени до получения ответа на соответствующий сигнал запроса. Азимут воздушного судна от радиолокатора определяется по положению вращающейся антенны в момент получения ответа. Точность информации о расстоянии обычно не меняется в пределах зоны действия. Однако точность азимутальной информации, измеряемой в угловых единицах, уменьшается по мере удаления воздушного судна от радиолокатора.

5.3.1.4 Системы ВОРЛ первоначально использовались в военных целях для опознавания воздушного судна в качестве "своего" или "чужого" (сокращенно IFF). Позднее был разработан режим A/C для целей гражданской авиации. За прошедшее время система ВОРЛ была существенно усовершенствована путем введения режима S. ВОРЛ совместно с другими системами использует частоты 1030 МГц для запросов и 1090 МГц для ответов. В добавлениях C, D и E подробно описаны методы работы и характеристики ВОРЛ. Дополнительная информация о соответствующих аспектах радиопомех содержится в добавлении M.

5.3.1.5 Приемоответчики, устанавливаемые в известных местах на земле, часто используются для подтверждения того, что радиолокатор работает правильно. Такие приемоответчики называют мониторами позиции или PARROTS. Систему обычно программируют на выдачу предупреждения в случае, если радиолокатор не получает ответ от монитора позиции или сообщает его местоположение за пределами заранее установленного района, в центре которого находится истинная позиция.

5.3.2 Режим A/C ВОРЛ

5.3.2.1 Приемоответчики режима A/C передают код опознавания (режим A) и код барометрической высоты (режим C) в ответ на запросы радиолокатора. Время между импульсами запроса определяет режим и, следовательно, ответ приемоответчика. Код опознавания режима A, представляющий собой четырехзначное число в восьмеричной системе, присваивается органом УВД и вводится в приемоответчик летным экипажем. Информация об абсолютной высоте поступает от бортового датчика барометрической высоты или с бортового компьютера.

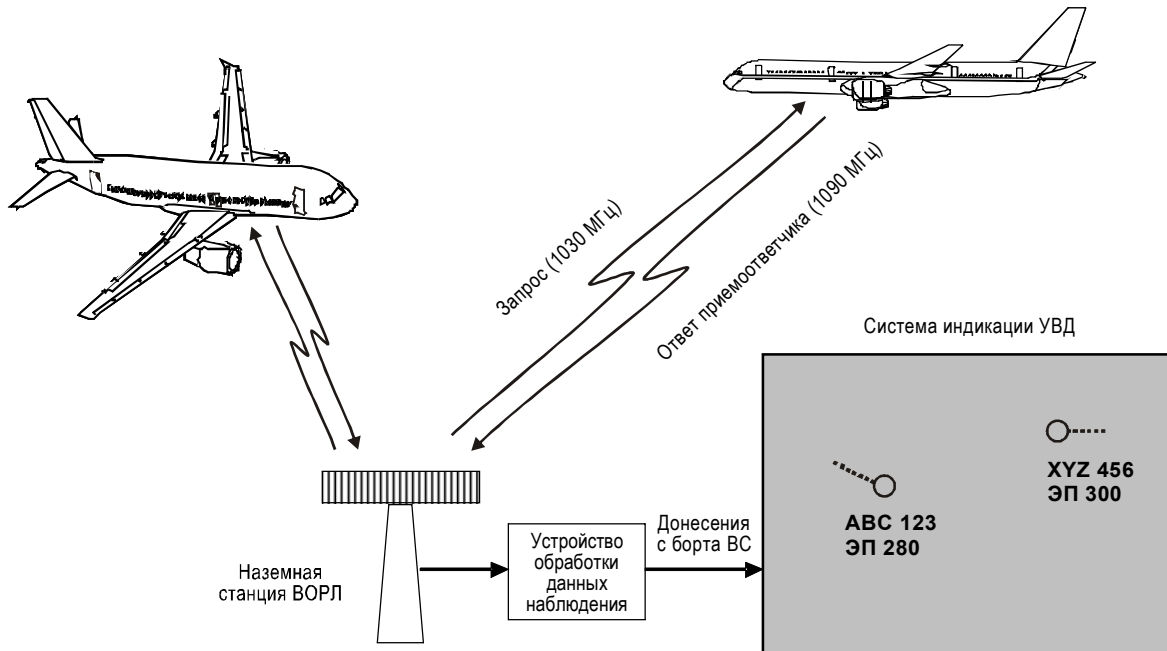


Рис. 5-2. ВОРЛ

Характеристики режима А/С ВОРЛ

5.3.2.2 Функциональные возможности режима А/С системы ВОРЛ:

- определение кода опознавания и барометрической высоты цели в дополнение к данным о дальности и азимуте;
- аварийная сигнализация, например, в случае отказа радиосвязи или акта незаконного вмешательства, путем выбора специальных кодов режима А, зарезервированных для этих целей;
- большая дальность действия благодаря тому, что мощность сигналов запроса и ответа должна компенсировать потерю распространения только в одном направлении между передатчиком и приемником.

5.3.2.3 Недостатки режима А/С системы ВОРЛ:

- воздушное судно должно быть оборудовано функционирующим приемопередатчиком;
- отсутствие проблемы обнаружения ряда близко расположенных целей из-за "наложения" ответов;
- отсутствие встроенного механизма обнаружения ошибочных данных в сигналах запроса или ответа;
- ограниченный объем информации (код опознавания и абсолютная высота), которая может быть передана по каналу связи "вниз" с борта;

- е) параметры точности ограничиваются допуском на задержку в приемопередатчике, поэтому система непригодна для наблюдения на аэродроме.

5.3.2.4 На основе данных ВОРЛ, переданных в систему обработки радиолокационной информации, можно рассчитать наземную и вертикальную скорость воздушного судна и прогнозировать его будущее местоположение.

5.3.3 Режим S ВОРЛ

Описание режима S ВОРЛ

5.3.3.1 Режим S обеспечивает селективное адресование воздушных судов за счет использования 24-битного адреса, однозначно идентифицирующее каждое воздушное судно, и двусторонней линии передачи данных для обмена информацией между наземной станцией и воздушным судном. Гарантируется обратная совместимость и поддержка всех функций режима A/C. Вопросы совместимости режима S и режима A/C рассматриваются в добавлении F.

5.3.3.2 Линия передачи данных режима S позволяет получать с борта воздушного судна дополнительную информацию, включая данные о воздушной скорости, курсе, наземной скорости, путевом угле, скорости изменения путевого угла, вертикальной скорости и угле крена. Такие данные с борта воздушного судна можно использовать для улучшения функции слежения за воздушным судном и уменьшения объема радиосвязи для получения данных. Другая информация, которую можно получить по линии передачи данных режима S, включает опознавательный индекс воздушного судна, абсолютную высоту, установленную летным экипажем на панели управления режимом полета, и отчет о разрешении конфликтных ситуаций системы БСПС. Более подробно о специальных услугах режима S рассказывается в добавлении I.

5.3.3.3 В некоторых районах Европы введено требование о том, что все воздушные суда, выполняющие полет в назначенном воздушном пространстве, должны быть оборудованы приемопередатчиками режима S для передачи данных с борта воздушного судна. Такие требования называют режимами ELS и EHS; более подробно о них рассказано в главе 2.

5.3.3.4 Линия передачи данных режима S также позволяет передавать информацию по линии связи "вверх" (с радиолокатора на борт воздушного судна). Такая передача данных используется в рамках функции TIS, предусматривающей предоставление воздушному судну по запросу информации об обнаруженных радиолокатором поблизости воздушных судах. Подробнее о протоколах и аспектах внедрения режима S рассказывается в добавлениях G, H и J.

Характеристики режима S ВОРЛ

5.3.3.5 Функциональные возможности режима S ВОРЛ включают следующие:

- а) функциональные возможности режима A/C;
- б) сообщение данных о барометрической высоте с шагом 100 фут или 25 фут;
- в) селективный запрос воздушных судов с устранением помех от близкорасположенных воздушных судов и высокой вероятностью декодирования сообщений в условиях высокой плотности движения;

- d) защита от ошибок при передаче данных с помощью функции CRC для обеспечения целостности данных;
- e) обеспечение двусторонней линии передачи данных для связи между воздушным судном и наземной службой, которая может использоваться для получения информации с борта воздушного судна.

5.3.3.6 Существуют следующие требования к внедрению систем режима S ВОРЛ:

- a) воздушные суда должны быть оборудованы функциональными приемопередатчиками режима S;
- b) надлежащая конфигурация бортовой системы (например, присвоение и занесение 24-битного адреса воздушного судна и интерфейс с другими бортовыми системами);
- c) присвоение IC и надлежащая организация работы наземных установок в районах перекрытия зоны действия запросчиков режима S.

5.3.4 Конфигурации антенн радиолокаторов

Комбинация ПОРЛ и ВОРЛ

5.3.4.1 Как правило, антенну ПОРЛ и антенну ВОРЛ монтируют на одной и той же поворотной платформе для обеспечения одновременного обнаружения и в целях снижения затрат. Совместная обработка данных ПОРЛ и ВОРЛ позволяет получить одну радиолокационную линию пути для каждого воздушного судна.

5.3.4.2 ПОРЛ обеспечивает обнаружение воздушных судов, не имеющих работающего приемопередатчика, а ВОРЛ обнаруживает оборудованные приемопередатчиком воздушные суда и представляет данные об абсолютной высоте и опознавательный индекс. Наличие данных ПОРЛ и ВОРЛ помогает устранить неточности в отслеживании, которые могут существовать в каждой системе. При наличии режима S можно получить дополнительную информацию с борта воздушного судна.

5.3.4.3 На некоторых станциях системы ПОРЛ и ВОРЛ установлены в разных местах. Достоинством такой конфигурации является дополнительный уровень избыточности, так как в случае прекращения вращения одной антенны можно получить ограниченный уровень обслуживания от другой. Однако при этом сводятся на нет преимущества, обусловленные улучшением характеристик слежения. Такая конфигурация требует больших затрат по сравнению с вариантом размещения на одной позиции.

5.3.4.4 Комбинация радиолокаторов ПОРЛ и ВОРЛ обычно используется для обеспечения заходов на посадку и вылетов в районе аэродрома. Первичный радиолокатор позволяет обнаружить воздушное судно без работающего приемопередатчика, непреднамеренно вошедшее в контролируемое воздушное пространство в загруженном районе аэродрома, а данные вторичного радиолокатора обычно используются для обеспечения эшелонирования.

Антенны ВОРЛ с электронной стабилизацией диаграммы направленности

5.3.4.5 В радиолокационных антеннах с электронным сканированием (e-scan) используется решетка стационарно излучающих элементов для обеспечения электронной стабилизации диаграммы направленности. Радиолокаторы e-scan позволяют получить сфокусированный пучок лучей (что повышает точность азимутальной информации) и более высокую скорость сканирования (например, один раз в секунду) для видов применения с более жесткими требованиями.

5.3.4.6 Один из таких видов применения связан со слежением за воздушными судами при заходе на посадку на близкорасположенные параллельные ВПП. Цель заключается в обнаружении отклонений от установленной траектории конечного этапа захода на посадку. Система ВОРЛ с высокой частотой запрашивает воздушное судно, заходящее на посадку, одновременно выполняя с более низкой частотой дополнительное сканирование с азимутом 360° для обнаружения воздушных судов, входящих в зону действия.

5.3.5 MLAT

Описание системы MLAT

5.3.5.1 Система MLAT предусматривает обнаружение сигналов приемопередатчика воздушного судна рядом принимающих станций. В системах MLAT используется метод TDOA для установления поверхностей, представляющих постоянную разницу расстояний между целью и парами принимающих станций. Местоположение воздушного судна определяет точка пересечения таких поверхностей.

5.3.5.2 Теоретически мультилатерация может выполняться с использованием любых сигналов, периодически передаваемых с борта воздушного судна. Однако системы, используемые для гражданских целей, основаны только на сигналах приемопередатчиков ВОРЛ. Система MLAT требует наличия, по крайней мере, четырех принимающих станций для расчета местоположения воздушного судна. Если известна барометрическая высота воздушного судна, то местоположение воздушного судна можно определить при наличии трех принимающих станций. Тем не менее на практике системы MLAT используют намного больше принимающих станций для обеспечения адекватных характеристик и зоны действия.

5.3.5.3 Точность MLAT не имеет линейной зависимости от размеров зоны действия. Она зависит от геометрического местоположения цели относительно принимающих станций и точности, с которой можно определить относительное время получения сигнала на каждой станции. Блок-схема системы MLAT приведена на рис. 5-3.

Требование об опорном времени

5.3.5.4 Система MLAT должна использовать единое опорное время для определения относительного времени поступления сигнала на принимающие станции. Обычно это делается одним из двух способов:

- a) все полученные сигналы направляются в центральную обрабатывающую станцию для получения временной отметки по общим часам. В этом случае система должна вычислить время прохождения сообщения между каждой принимающей станцией и центральной станцией и внести соответствующие коррективы. Система передает сообщения между центральной и принимающими станциями для контроля и корректировки времени прохождения; или

- b) часы на всех приемниках синхронизируют по общему опорному времени (например, по GNSS) или с использованием передатчика в известном месте. Расстояние между таким передатчиком и принимающими станциями известно, так что с помощью отслеживания времени поступления сигналов от этого передатчика на каждую принимающую станцию можно вносить коррективы в целях поддержания синхронизации часов приемников.

Возможности запроса

5.3.5.5 Система MLAT может иметь передающие станции, способные запрашивать бортовые приемоответчики. Это может потребоваться в том случае, если в зоне действия системы нет других запросчиков, способных генерировать сигналы ответа ВОРЛ. Может также потребоваться получить код режима А, данные о барометрической высоте и, возможно, другую информацию о воздушном судне (через ответы в режиме S). Некоторые системы также используют запросы и последующие ответы для измерения расстояния от передающей станции до воздушного судна аналогично тому, как это делает радиолокатор. Такая дальномерная информация дополняет информацию TDOA системы мультилатерации.

Использование сообщений ES

5.3.5.6 Системы MLAT могут обрабатывать сигналы ES двумя способами:

- a) путем использования TDOA, как и с другими сигналами приемоответчика;
- b) путем декодирования сообщения для определения местоположения (широты и долготы) воздушного судна, барометрической высоты и скорости.

Таким образом, MLAT является переходным этапом к системе, в рамках которой большинство воздушных судов будут оборудованы средствами ADS-B.

Виды применения

5.3.5.7 Системы мультилатерации могут использоваться для наблюдения за движением на поверхности аэропорта, в зоне аэродрома и при полете по маршруту. Ее применение для наблюдения за движением на поверхности зависит от того, работают ли бортовые приемоответчики на земле. На многих воздушных судах работа приемоответчика контролируется датчиком обжатия стоек, также именуемым переключателем датчика. Приемоответчики режима S продолжают передавать саmogенерируемые сигналы и могут получать селективные запросы, находясь на земле. Однако часто приемоответчикам режима A/C запрещают отвечать на запросы во время нахождения воздушного судна на земле, чтобы уменьшить помехи для расположенных поблизости радиолокационных систем.

Характеристики

5.3.5.8 Функциональные возможности системы мультилатерации:

- a) использование любых сигналов (режим A/C, ответы и саmogенерируемые сигналы режима S), передаваемых существующими приемоответчиками, при этом не требуется установки на борту дополнительного оборудования для определения местоположения воздушного судна;
- b) возможности режима A/C, режима S и ADS-B;

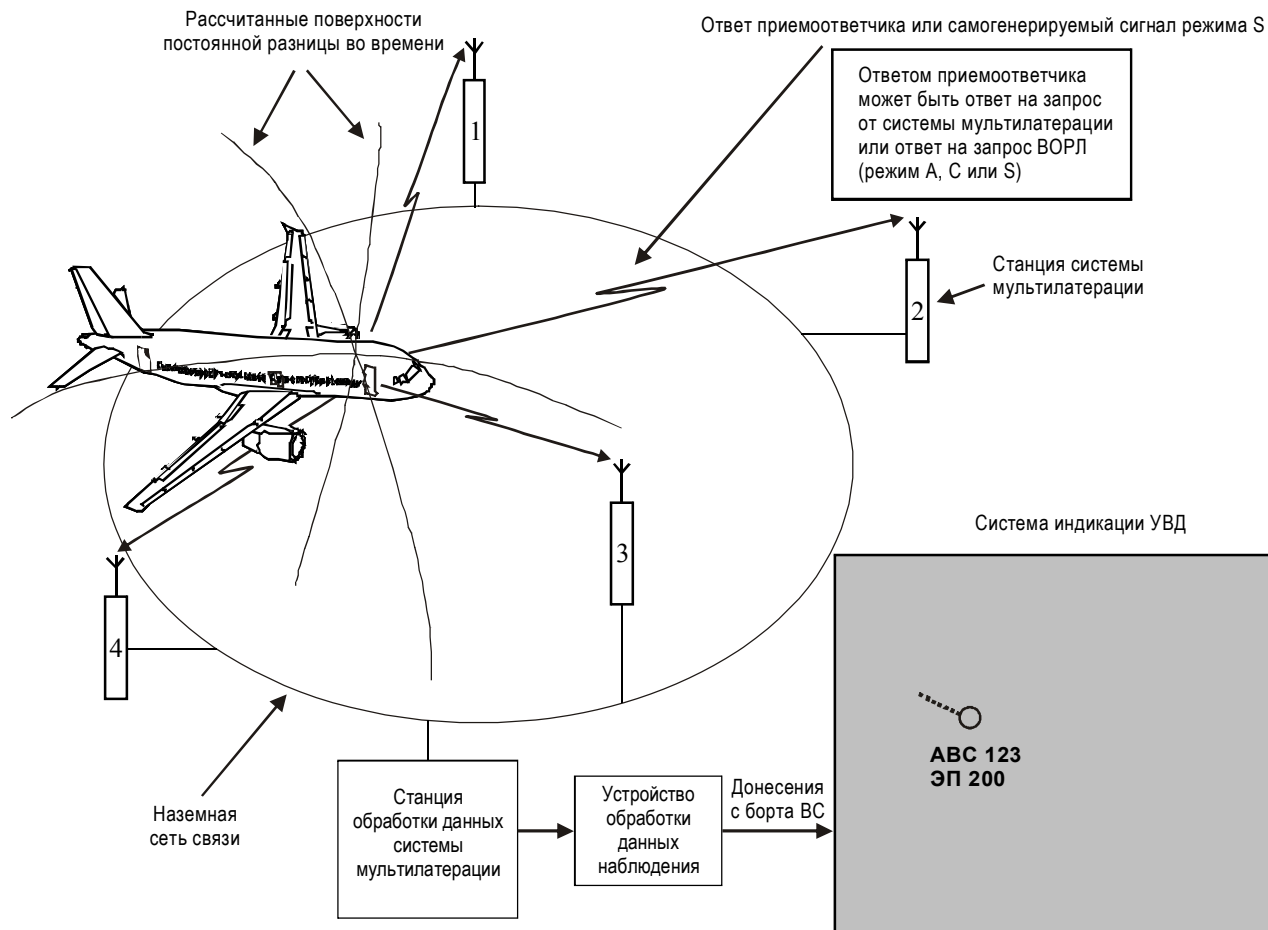


Рис. 5-3. MLAT

- с) обеспечение зоны действия на пересеченной местности. Система является модульной в том смысле, что зону действия можно расширить за счет включения дополнительных станций при условии, что общее количество станций не выходит за рамки, условленные технологическими возможностями системы;
- д) высокие показатели точности и частоты обновления. Точность системы можно также в определенной степени контролировать путем размещения принимающих станций.

5.3.5.9 Недостатки системы мультилатерации:

- а) воздушные суда должны быть оборудованы работоспособным приемоответчиком;
- б) передаваемый сигнал должен быть правильно обнаружен многими принимающими станциями. В этой связи могут возникать проблемы, связанные с поиском подходящих мест для установки приемников, особенно при предоставлении обслуживания на маршруте;
- с) требуются линии связи между удаленными установками приемников/передатчиков и главным центром обработки данных.

Инструктивный материал в отношении MLAT содержится в добавлении L.

5.4 ЗАВИСИМЫЕ КООПЕРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ

5.4.1 ADS-C

Описание ADS-C

5.4.1.1 В режиме ADS-C воздушное судно использует бортовые навигационные системы для определения своего местоположения, скорости и получения других данных. Наземная система ОрВД заключает "контракт" с данным воздушным судном о предоставлении такой информации через регулярные интервалы или после определенных событий. Информация передается по линии передачи данных в двухточечной связи. Это означает, что доступ к такой информации не могут получить другие стороны (т. е. другие воздушные суда или другие системы ОрВД). Эксплуатант воздушного судна и поставщик обслуживания ОрВД заключают отдельные соглашения с поставщиком услуг линии передачи данных о доставке сообщений ADS-C.

5.4.1.2 Информация, которая может передаваться в сообщениях ADS-C, включает следующие данные:

- a) нынешнее местоположение (широта, долгота и абсолютная высота) плюс временная отметка и FOM;
- b) предполагаемый маршрут до очередной и (очередная +1) точек пути;
- c) скорость (наземная или воздушная);
- d) метеорологическая информация (скорость ветра, направление ветра и температура).

5.4.1.3 Бортовые и наземные системы согласовывают условия, при которых воздушное судно представляет донесения (т. е. периодические донесения, донесения о событиях, донесения о потребностях и аварийные донесения). Донесения, полученные системой ОрВД, обрабатываются для отслеживания воздушного судна на индикаторах аналогично тому, как это делается с данными наблюдения, полученными от ВОРЛ. В настоящее время частота передачи донесений при полете в океаническом воздушном пространстве составляет обычно от 15 до 25 мин. Однако диспетчеры могут в ручном режиме повысить частоту передачи донесений при выполнении конкретных полетов. На рис. 5-4 показана блок-схема ADS-C.

Виды применения

5.4.1.4 ADS-C обычно используется в океанических и удаленных районах, где отсутствуют радиолокаторы. Поэтому система ориентирована главным образом на транспортные воздушные суда большой дальности и может обеспечивать эшелонирование более эффективно, чем в ситуациях, когда орган УВД полагается только на донесения пилотов. Система ADS-C обычно используется вместе со средствами CPDLC, позволяющими осуществлять электронный обмен данными между органом УВД и летным экипажем в качестве альтернативы речевой связи.

Примечание. В настоящее время система ADS-C используется исключительно для обеспечения процедурного эшелонирования.

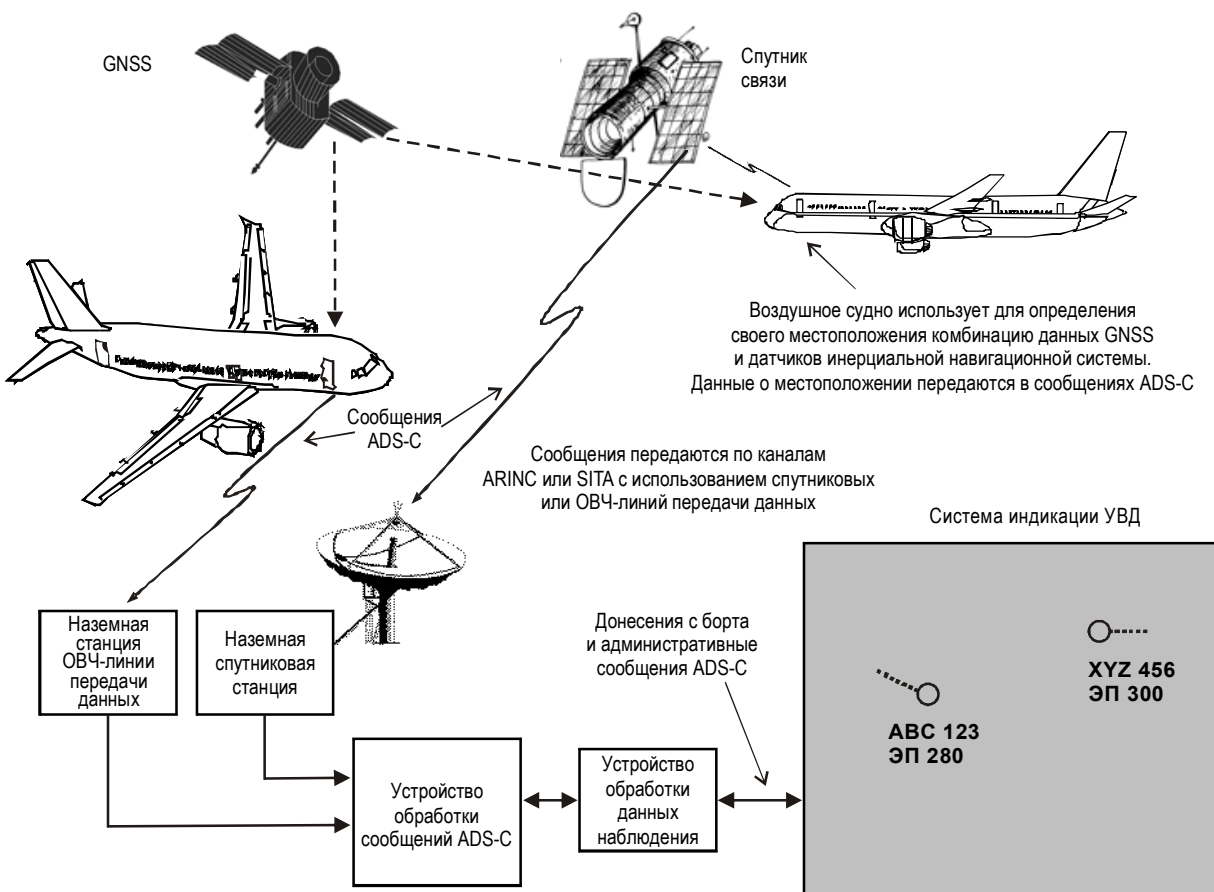


Рис. 5-4. ADS-C

Характеристики

5.4.1.5 Функциональные возможности ADS-C:

- обеспечение наблюдения в районах, где практически нецелесообразно устанавливать радиолокаторы или системы MLAT;
- практически обеспечивается представление данных о намерении воздушного судна (например, о будущих точках пути), что важно для выявления потенциальных конфликтных ситуаций;
- предоставление линии передачи данных для связи воздушного судна с землей, благодаря чему соответствующие данные о воздушном судне направляются диспетчерам.

5.4.1.6 Недостатки ADS-C:

- система является системой зависимого наблюдения, т. е. она рассчитана на то, что воздушное судно надлежащим образом оборудовано для правильной передачи данных;
- требуется установка дополнительной авионики (для передачи данных);

- с) рабочие характеристики могут ограничиваться предельными параметрами средств связи;
- д) передача каждого донесения может увязываться с расходами, поскольку данные передаются поставщиком услуг линии передачи данных. В результате частоту обновления данных обычно стараются уменьшить для сокращения затрат;
- е) система не поддерживает функцию ASA, поскольку сообщения прямо не доступны другим воздушным судам.

5.4.2 ADS-B

Описание ADS-B

5.4.2.1 ADS-B представляет собой радиовещательную передачу с борта воздушного судна данных о его местоположении (широте и долготе), абсолютной высоте, скорости, опознавательном индексе и другой информации, полученной от бортовых систем. Каждое сообщение о местоположении ADS-B включает указание на качество данных, позволяющее пользователям определить, обеспечивает ли качество информации поддержку предполагаемой функции.

5.4.2.2 Данные о местоположении, скорости воздушного судна и связанные с ними указатели качества данных обычно получают от бортовой системы GNSS. Существующие инерциальные датчики самостоятельно не обеспечивают требуемых параметров точности или целостности данных, хотя эта проблема, возможно, будет решена в будущих системах. Поэтому сообщения ADS-B о местоположении на основе данных инерциальной системы обычно передают с указанием на то, что параметры точности или целостности неизвестны. На некоторых новых воздушных судах используются комплексные установки GNSS и инерциальные навигационные системы для получения данных о местоположении, скорости и указателей качества данных, передаваемых системой ADS-B. Ожидается, что такие системы будут более эффективными, чем системы, основанные исключительно на GNSS, поскольку инерциальные датчики и датчики GNSS обладают взаимодополняющими характеристиками, компенсирующими слабости каждой системы. Данные об абсолютной высоте обычно получают от кодирующего устройства барометрического высотомера (которое также используется в качестве источника данных для ответов режима C).

5.4.2.3 Поскольку сообщения ADS-B передаются в радиовещательном режиме, их может получать и обрабатывать любой подходящий приемник. Поэтому функция ADS-B поддерживает как наземные, так и бортовые виды применения наблюдения. Для авиационного наблюдения устанавливаются наземные станции, предназначенные для получения и обработки сообщений ADS-B. При бортовом применении воздушные суда, оборудованные приемниками ADS-B, могут обрабатывать сообщения от других воздушных судов для определения воздушной обстановки в рамках обеспечения таких видов применения, как CDTI. Разрабатываются другие, более совершенные средства ASA, которые, как ожидается, окажут серьезное влияние на формы организации воздушного движения. На рис. 5-5 приведена блок-схема ADS-B.

5.4.2.4 Разработаны и стандартизированы три линии передачи данных (или системы передачи сигнала) ADS-B, которые описаны ниже.

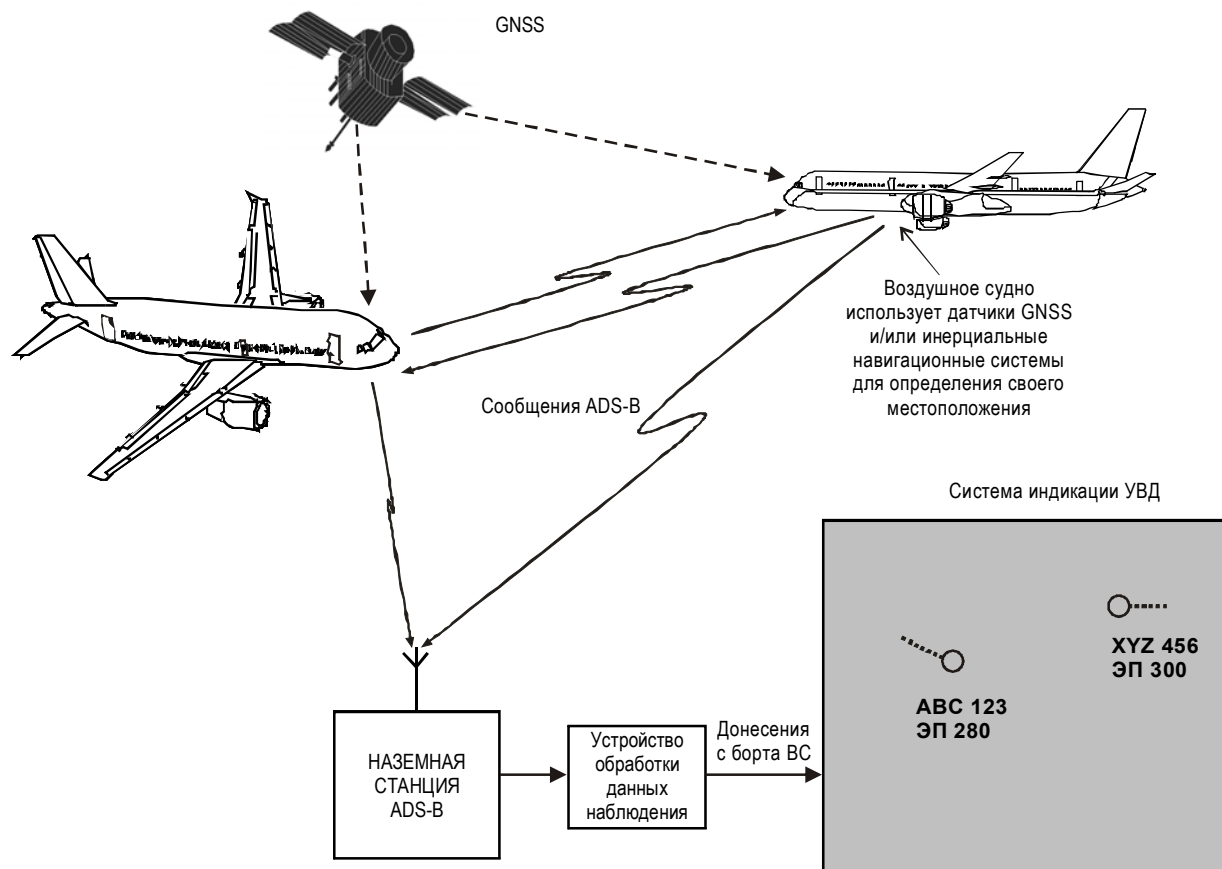


Рис. 5-5. ADS-B

Режим S, ES 1090 МГц (1090 ES)

5.4.2.5 Как видно из заголовка, средства 1090 ES разрабатывались в качестве составной части системы режима S. Стандартная длина самогенерируемого сигнала режима S, передаваемого с целью обнаружения, составляет 56 бит. Сигнал 1090 МГц ES содержит дополнительный 56-битный блок данных с информацией ADS-B. Длительность каждого сообщения ES составляет 120 мкс (8 мкс преамбулы и 12 мкс данных). Сигналы передаются на частоте 1090 МГц при скорости передачи данных 1 Мбит/с. Информация ADS-B передается в виде отдельных сообщений, каждое из которых содержит соответствующий набор данных (например, местоположение и барометрическая высота воздушного судна, местоположение на поверхности, скорость, опознавательный индекс и тип воздушного судна, данные об аварийной обстановке). Данные о местоположении и скорости передаются два раза в секунду. Опознавательный индекс воздушного судна передается каждые 5 с. Передача сообщений ES средствами ADS-B является функцией многих приемопередатчиков режима S, хотя эту технологию могут также использовать и приемопередатчики, не относящиеся к режиму S.

5.4.2.6 Существует международная договоренность о том, что сообщения ES режима S будут использоваться воздушными судами транспортной авиации во всем мире для обеспечения функционального взаимодействия по крайней мере на начальном этапе внедрения. Более подробная информация о сообщениях ES режима S содержится в руководстве *"Технические положения, касающиеся услуг режима S и расширенного сквиттера"* (Дос 9871).

UAT

5.4.2.7 UAT представляет собой линию передачи авиационных данных общего назначения для направления по линии связи "вверх" информации в дополнение к данным ADS-B. Средство работает на частоте 978 МГц при скорости передачи информации 1 Мбит/с, как и у сообщений ES режима S. Каждому приемопередатчику UAT отводится временное "окно" и канал MSO для передачи информации. Каналы могут распределяться в одном из двух сегментов: сегмент ADS-B и наземный сегмент. Каналы в сегменте ADS-B рассчитаны на сообщения длительностью 250 мкс и распределяются воздушным судам для передачи данных ADS-B. Каналы в наземном сегменте резервируются для передачи наземной системой в радиовещательном режиме метеорологической и полетной информации (такая услуга называется FIS). Длительность передачи пакетов по каждому из этих каналов составляет 5,5 мс (22 MSO).

5.4.2.8 Поскольку каждому приемопередатчику UAT распределяется временное "окно", приемник может выполнять проверку дальности на основе времени получения сообщения в целях предварительной оценки передаваемых данных о местоположении. Эта характеристика позволяет воздушному судну, получающему сообщения TIS-B, определить расстояние до наземной станции. Более подробная информация о UAT содержится в *Руководстве по приемопередатчику универсального доступа (UAT)* (Дос 9861).

ОВЧ-линия цифровой связи режима 4 (VDL режима 4)

5.4.2.9 Технология VDL режима 4 разрабатывалась в качестве линии передачи данных общего назначения для поддержки функций CNS. На начальном этапе она использовалась только в таких видах наблюдения, как ADS-C и ADS-B, однако позднее, после отмены нормативных ограничений, средства VDL режима 4 стали использоваться в качестве линии передачи данных CNS. Система поддерживает радиовещательную и двухточечную связь "воздух – земля" и "воздух – воздух". VDL режима 4 представляет собой узкополосную систему, работающую на нескольких каналах шириной 25 кГц в ОВЧ-диапазоне (108–137 МГц). Доступ к этим каналам синхронизируется относительно UTC и основан на самоорганизующейся схеме TDMA, позволяющей всем объектам связи выбирать свободные "окна" для отправления сообщений. Имеется ряд протоколов для поддержки различных режимов связи. Подробная информация о VDL режима 4 содержится в *Руководстве по ОВЧ-линии цифровой связи (VDL режима 4)* (Дос 9816).

5.4.3 Характеристики

5.4.3.1 Функциональные характеристики системы ADS-B:

- a) наземная станция проще, чем станции в системах первичной радиолокации, вторичной радиолокации и мультilaterации. Затраты на приобретение и установку одной системы ADS-B значительно ниже. Во многих случаях средства могут устанавливаться на площадках, предназначенных для навигационных средств или ОВЧ-радиосредств с уже существующей инфраструктурой;
- b) каждое донесение о местоположении содержит указание о целостности данных, что позволяет пользователям определить, каким образом можно использовать эту информацию;

- c) система поддерживает как наземные, так и бортовые виды наблюдения.

5.4.3.2 Недостатки системы ADS-B:

- a) она зависит от надлежащей оснащенности всех воздушных судов. Это может быть серьезной проблемой, так как требуется установка и сертификация навигационного средства, способного предоставлять информацию о местоположении и скорости наряду с указанием на целостность и точность такой информации;
- b) существующие установки при получении данных о местоположении и скорости полагаются исключительно на GNSS. Поэтому возможны отказы в случаях, когда уровень характеристик или геометрия спутниковой группировки недостаточны для поддержки того или иного вида применения. Этот недостаток должен быть устранен в будущих системах, позволяющих интегрировать информацию GNSS с данными от других навигационных датчиков. Кроме того, появление системы "Галилео" должно улучшить работу GNSS;
- c) следует предусмотреть возможность проверки точности передаваемых данных о местоположении.

5.5 СИСТЕМЫ SDP

5.5.1 Методы слежения за воздушными судами

5.5.1.1 Системы авиационного наблюдения часто включают в себя несколько источников (например, ПОРЛ, ВОРЛ и ADS-B), каждый из которых представляет информацию в систему обработки данных. После получения информации о воздушном судне от различных датчиков она должна обрабатываться системами SDP и передаваться на различные системы индикации, используемые диспетчерами воздушного движения.

5.5.1.2 В системах SDP применяются различные схемы слежения за воздушными судами, включая мозаичное слежение, слияние траекторий и системы интеграции данных донесений о местоположении, которые описаны ниже в пп. 5.5.2–5.5.4.

5.5.2 Системы мозаичного слежения

В системе мозаичного слежения воздушное пространство разбито на секции, и данные наблюдения по каждой секции обычно представляются одним источником. Система обработки данных наблюдения получает информацию от всех источников и использует соответствующие данные в зависимости от того, в какой секции обнаружено воздушное судно.

5.5.3 Системы слияния траекторий

При использовании методики слияния траекторий система SDP получает информацию о траектории и производит взвешивание каждой траектории для установления местоположения цели при каждом обновлении информации. В ходе взвешивания учитывается точность каждого источника в месте нахождения цели и время представления каждого донесения о местоположении из различных источников.

5.5.4 Системы интеграции данных донесений о местоположении

5.5.4.1 В системах интеграции данных донесений о местоположении система обработки данных принимает обновленную информацию о местоположении от каждого источника и объединяет эти данные для получения оптимальной оценки местоположения цели. Затем система генерирует траектории цели на основе интеграции нескольких последовательных донесений о местоположении.

5.5.4.2 Системы интеграции, как правило, дают наилучшие результаты, однако являются наиболее сложными. Они должны учитывать различные характеристики источников наблюдения и тот факт, что донесения о местоположении, как правило, поступают одновременно.

5.6 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ASTERIX

5.6.1 Описание

5.6.1.1 Спецификации системы ASTERIX были разработаны в Европе в целях упорядочения передачи информации наблюдения. В спецификациях ASTERIX описываются форматы обмена данными между датчиками наблюдения и системами обработки данных, а также типовые методы обмена информацией наблюдения между системами.

5.6.1.2 Система ASTERIX рассчитана на рассылку данных различных категорий. Эти категории приблизительно увязываются с разными типами датчиков, хотя некоторые категории допускают объединение данных от разных типов датчиков. По каждой категории в спецификациях определяются все возможные поля данных, которые могут передаваться. Эффективность системы ASTERIX заключается в том, что необходимо передавать только те поля, которые содержат последние данные. В спецификациях определены содержание и форматы полей сообщений. Сообщения можно передавать с использованием любых подходящих механизмов передачи данных, например, UDP или TCP. В последней версии документации ASTERIX содержится описание категорий для передачи данных радиолокационного наблюдения, систем мультilaterации, ADS-B и интегрированных средств наблюдения.

5.6.2 Схема адресации

Спецификации ASTERIX содержат схему адресации, предназначенную для идентификации источников данных. Она включает коды SAC и SIC. Более подробно о системе ASTERIX рассказывается в добавлении N.

Глава 6

БОРТОВОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

6.1 ВВЕДЕНИЕ

6.1.1 Системы наблюдения первоначально разворачивались таким образом, чтобы обеспечивать индикацию движения на земле для целей ОрВД. По мере развития технических средств стало возможным осуществлять функцию наблюдения и индикации данных о движении на борту воздушного судна; эта функция получила название бортового наблюдения.

6.1.2 Возможность получения полной картины воздушной обстановки на борту воздушного судна привела к появлению новых видов применения, которые в настоящее время разрабатываются, например:

- a) объединение и установление последовательности, когда диспетчер может дать указание летному экипажу использовать свою бортовую систему наблюдения и следовать за другим указанным воздушным судном;
- b) процедура полета в следе, когда воздушное судно в океаническом воздушном пространстве может осуществлять набор высоты (или снижение) через эшелон полета, который в иной ситуации был бы заблокирован из-за применяемых интервалов процедурного эшелонирования и близости другого воздушного судна.

6.2 ADS-B IN

ADS-B IN представляет собой бортовую функцию, которая получает данные наблюдения, передаваемые средствами ADS-B OUT, установленными на других воздушных судах. Кроме того, она может получать с земли дополнительные данные с других воздушных судов, которые не передают информацию ADS-B OUT (см. 6.3, TIS-B) или на которых средства ADS-B OUT используют другую технологию ADS-B (см. п. 6.4, ретрансляция сообщений ADS-B).

6.3 TIS-B

6.3.1 TIS-B представляет собой метод радиовещательной передачи данных наблюдения за воздушными судами наземными станциями с использованием линии передачи данных ADS-B. Эта информация используется летными экипажами для получения представления об обстановке вблизи воздушного судна, в том числе о воздушных судах, не оборудованных средствами ADS-B. Эта функция способствует повышению уровня ситуационной осведомленности и поддерживает ASA.

6.3.2 Наземные станции TIS-B получают данные наблюдения за воздушными судами из ряда источников, включая BOPЛ и MLAT. Наземная станция TIS-B не передает сообщения на борт воздушных судов, передающих информацию ADS-B, по той же линии передачи данных, поскольку она может быть получена непосредственно от данного воздушного судна.

6.3.3 Средства TIS-B являются эффективными в условиях, когда не все воздушные суда оборудованы системами ADS-B. Они позволяют "видеть" воздушное судно, не оборудованное средствами ADS-B, любому воздушному судну, которое может получать сообщения TIS-B. Сообщения TIS-B по формату аналогичны сообщениям ADS-B, передаваемым непосредственно с борта воздушного судна. Блок-схема функции TIS-B показана на рис. 6-1.

6.4 ADS-R

Система ADS-R обеспечивает функциональное взаимодействие между воздушными судами, оборудованными средствами ADS-B и использующими разные линии передачи данных. Наземная станция ADS-R получает сообщения ADS-B по одной линии (например, через UAT), обрабатывает это сообщение и ретранслирует его по другой линии передачи данных (например, ES 1090 МГц). Подробнее о функциях TIS-B и ADS-R рассказывается в документах Дос 9861 и Дос 9871.

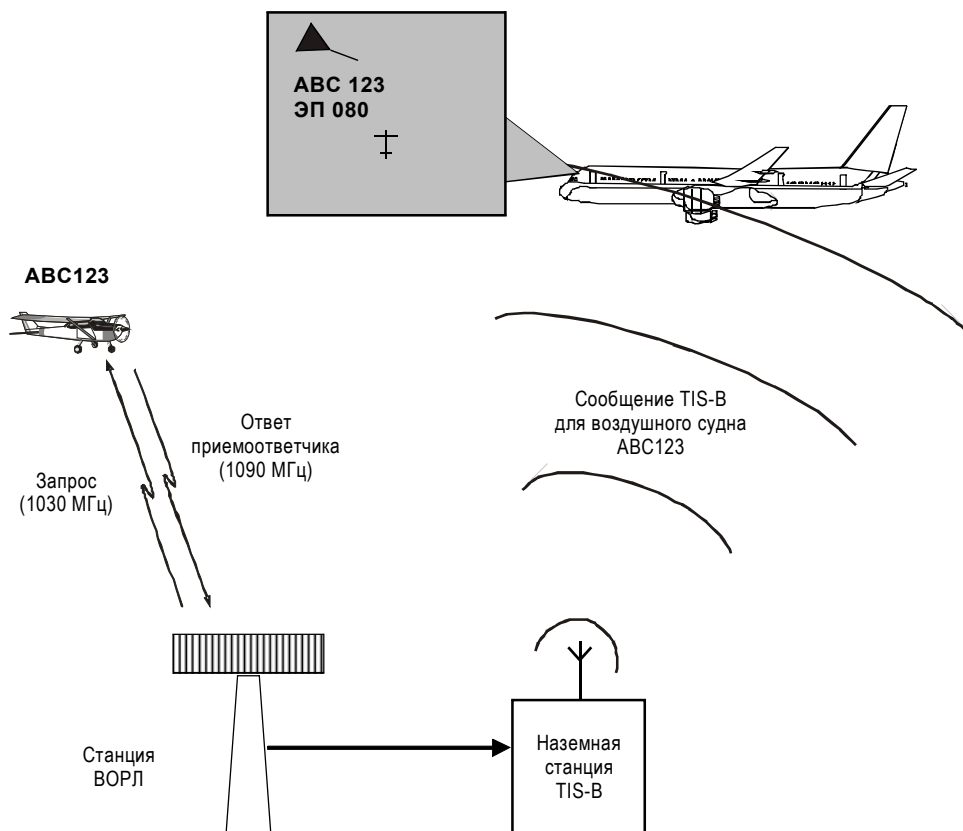


Рис. 6-1. TIS-B

6.5 БСПС

6.5.1 Описание

Система БСПС запрашивает приемоответчики режима A/C и режима S находящихся поблизости воздушных судов и получает их ответы. После обработки этих ответов БСПС устанавливает, какое воздушное судно представляет потенциальную угрозу столкновения, и передает летному экипажу соответствующую консультативную информацию о предотвращении столкновения.

6.5.2 Принцип действия

Система БСПС запрашивает оборудованное средствами режима A/C воздушное судно, передавая специальный сигнал режима S, который генерирует ответы режима C от воздушного судна режима A/C, но не от воздушных судов, оборудованных режимом S. БСПС определяет присутствие воздушных судов, оборудованных средствами режима S, получая их самогенерируемые сигналы обнаружения, а также путем мониторинга ответов наблюдения на запросы с земли, и после этого направляет этим воздушным судам запрос с использованием полученного 24-битного адреса.

6.5.3 Гибридная схема наблюдения

Этот метод позволяет БСПС использовать информацию, имеющуюся в сообщениях ADS-B OUT с борта надлежащим образом оборудованных воздушных судов. По получении этих данных и через установленные интервалы после этого БСПС оценивает точность данных о местоположении и абсолютной высоте, содержащихся в сообщениях ES, с помощью информации, полученной от собственной системы активного наблюдения. Воздушные суда, данные о местоположении и высоте которых проверяются, могут оставаться в зоне пассивного наблюдения, что приводит к уменьшению количества запросов БСПС. Пассивное наблюдение используется только в отношении воздушных судов, которые не рассматриваются в качестве угрозы. При приближении воздушного судна до статуса угрозы БСПС переходит на полное активное наблюдение.

6.5.4 Будущая БСПС

Проводятся исследования роли систем предотвращения столкновений и потребности в них в будущем в условиях повышения плотности движения воздушных судов и появления новых типов воздушных судов и эксплуатационных средств повышения пропускной способности. Вероятно, для предотвращения столкновений будут использоваться дополнительные данные от новых источников наблюдения. Эти данные могут включать информацию о скорости и намерениях воздушных судов, а также более точную информацию о местоположении. Потребуется усовершенствованные алгоритмы для использования улучшенной информации наблюдения. Основное внимание необходимо уделять поддержанию совместимости с эксплуатационным применением и сведению к минимуму таких негативных явлений, как ложное срабатывание. Полный инструктивный материал по БСПС содержится в *Руководстве по бортовой системе предупреждения столкновения (БСПС) (Doc 9863)*.

6.6 СРЕДСТВА ИНДИКАЦИИ ДЛЯ БОРТОВОГО НАБЛЮДЕНИЯ

6.6.1 Самая базовая функция ASA, обеспечиваемая системой ADS-B, позволяет повысить уровень осведомленности о воздушной обстановке на борту (ATSAW) с помощью CDTI. Этот вид применения предполагает отображение окружающей обстановки с помощью соответствующих символов.

6.6.2 В настоящее время индикатор БСПС предоставляет аналогичную информацию, но в ограниченном объеме. Как видно из рис. 6-2, в сценарии воздушной обстановки, основанном на данных наблюдения БСПС, дальность отображения ограничена и составляет менее 30 м. миль, информация опознавания и данные о курсе отсутствуют. Типичные примеры сценариев воздушной обстановки, составленные на основе данных моделирования, показаны на рис. 6-2–6-4. Вместе с тем на основе данных, содержащихся в полученных сообщениях ADS-B, можно детализировать воздушную обстановку на комплексном индикаторе с помощью новых символов, обозначающих курс, опознавательный индекс и скорость.

6.6.3 На рис. 6-3 показан тот же сценарий движения, что и на рис. 6-2, с дополнительными данными, а также с отображением движения за пределами дальности наблюдения системы БСПС. Ясно, что ведущее наблюдение воздушное судно "вписывается" в последовательность выполняющих снижение воздушных судов. Такая информация, несомненно, улучшит осведомленность летного экипажа о воздушной обстановке.

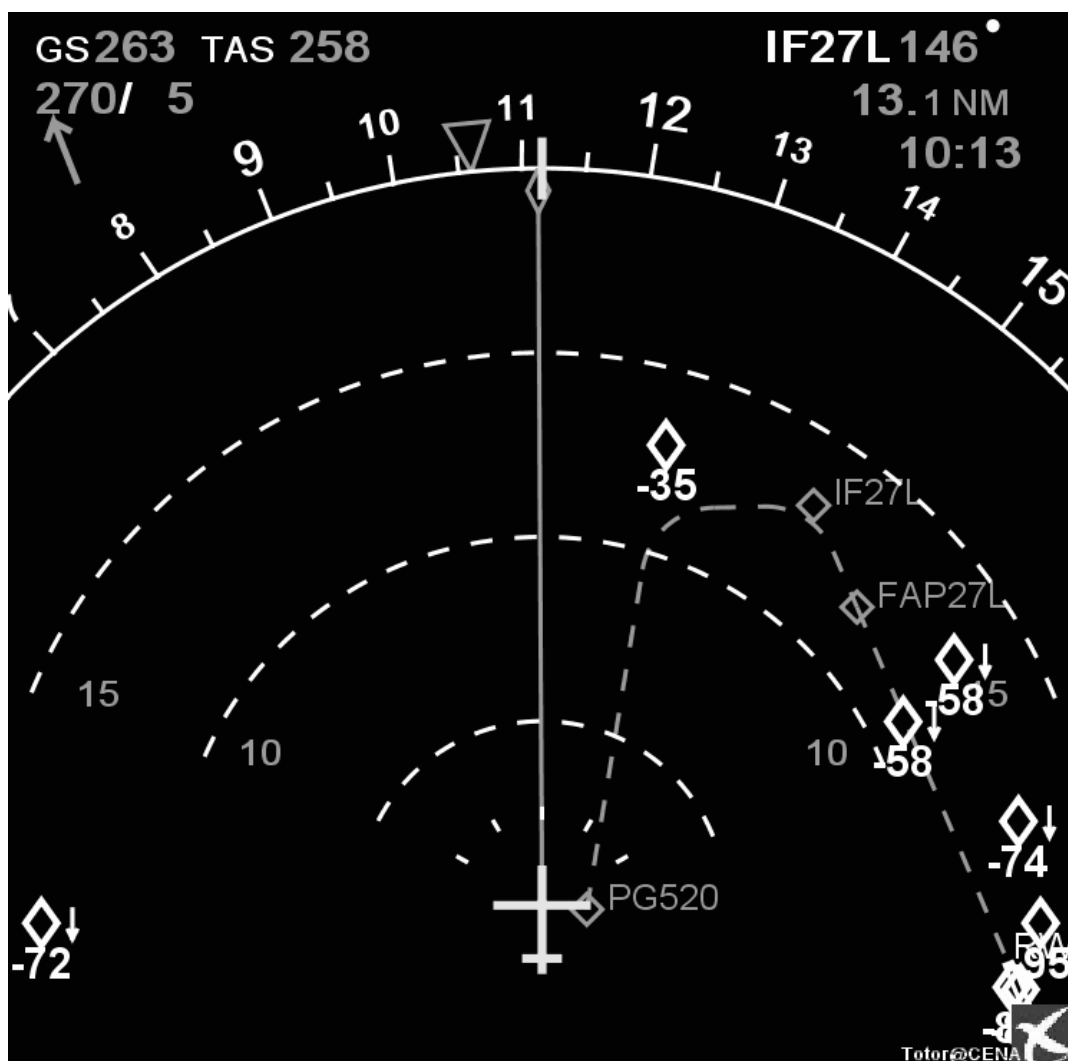


Рис. 6-2. Пример с интеграцией условных обозначений БСПС на навигационном индикаторе

6.6.4 Еще один пример показан на рис. 6-4. На этом рисунке, иллюстрирующем методику объединения и установления последовательности, показано, каким образом конкретное воздушное судно (AFR3141), назначенное диспетчером, может удерживаться на удалении ровно в 90 с от предыдущего благодаря процессу слежения на основе информации ADS-B, передаваемой выполняющему слежение воздушному судну. В этом примере красная точка соответствует положению данного воздушного судна на 90 с раньше. Любые другие воздушные суда можно удалить с экрана индикатора во избежание перегруженности картины или возникновения путаницы у членов летного экипажа, наблюдающих за процедурой. Прямоугольник в левой части рисунка показывает относительное расстояние в м. милях между ведущим наблюдение воздушным судном и наблюдаемым воздушным судном, а также воздушную скорость.

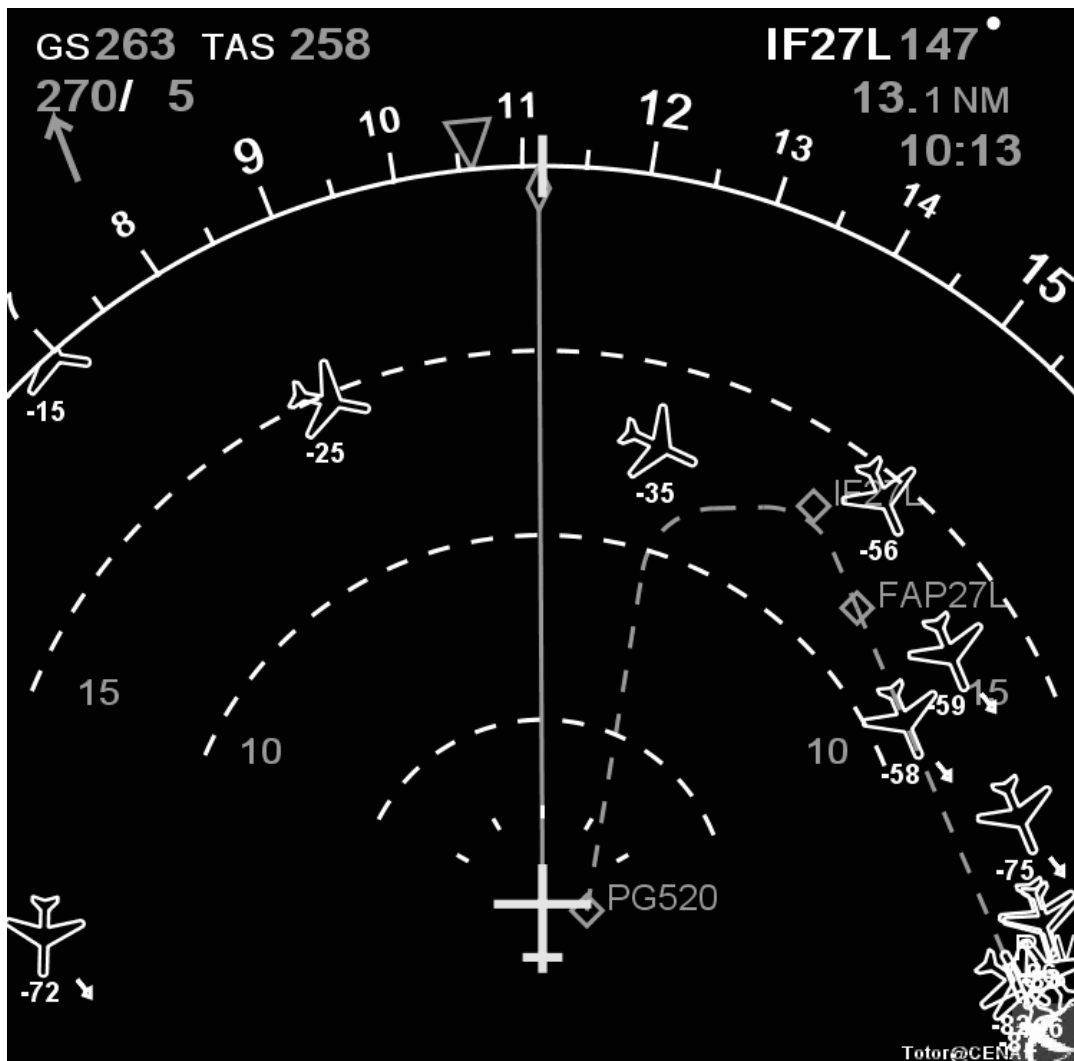


Рис. 6-3. Пример с тем же сценарием движения, что и на рис. 6-2, с новыми условными обозначениями системы ADS-B воздушного судна, не имеющего БСПС



Рис. 6-4. Пример возможного будущего применения функции ASA на комплексном индикаторе

Глава 7

АСПЕКТЫ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ

7.1 ПЕРЕДОВАЯ ПРАКТИКА: КОНТРОЛЬНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ

Ниже перечислены рекомендуемые этапы планирования и внедрения систем наблюдения (включая замену или модернизацию существующих средств):

а) *Определение эксплуатационных потребностей:*

- выбрать виды применения, которые должны поддерживаться: это позволит определить необходимые функциональные характеристики;
- установить зону действия: определение объема пространства, в пределах которого будет обеспечиваться эксплуатационное обслуживание, чрезвычайно важно, так как от этого будет зависеть стоимость системы. В частности, очень важно определить нижний предел высоты, так как от этого будет зависеть количество устанавливаемых датчиков;
- определить тип движения: например, полеты по ППП, полеты по ПВП, местные или международные полеты, гражданские или военные полеты.

б) *Определение местных условий (нынешних и будущих):*

- нынешние и ожидаемые будущие показатели плотности движения, включая возможные пиковые периоды;
- структура маршрутов;
- типы бортового оборудования, которое в настоящее время обязательно должно устанавливаться на воздушных судах, выполняющих различные виды полетов (обязательная установка и данные о фактическом наличии оборудования);
- типы воздушных судов: коммерческие, авиация общего назначения, вертолеты, планеры, сверхлегкие воздушные суда, сверхлегкие реактивные самолеты, военные воздушные суда и их динамические характеристики (максимальная скорость, скорость набора высоты, скорость разворота и т. д.);
- разделение между разными типами движения, возможный состав движения и вероятность вторжения воздушных судов, не оборудованных средствами кооперативного наблюдения;
- специфические местные условия прохождения радиоволн.

с) *Анализ вариантов проектирования и выбор технических средств, которые могут быть использованы:*

- выяснить, какие существующие датчики наблюдения можно продолжать использовать;
 - выяснить, какие новые датчики и средства наблюдения можно установить с минимальными затратами;
 - определить количество мест установки и выяснить их наличие. Проверить наличие бортового оборудования;
 - определить требуемый уровень избыточности и резервный режим работы;
 - определить, потребуется ли установка нового бортового оборудования;
 - определить последствия для эксплуатационных процедур;
 - при необходимости провести анализ затрат-выгод и подготовить технико-экономическое обоснование для различных вариантов.
- d) *Анализ безопасности полетов при использовании новой предлагаемой системы:*
- убедиться в том, что система будет обеспечивать необходимые функциональные характеристики при работе в штатном режиме;
 - продемонстрировать, что различные отказы анализировались;
 - продемонстрировать, что они признаны допустимыми или их последствия можно минимизировать.
- e) *Внедрение:*
- если требуется новое бортовое оборудование, подготовить документ об обязательной установке бортового оборудования;
 - приобрести и установить новую систему;
 - оценить работу новой системы.
- f) *Ввод в эксплуатацию:*
- переход от существующей системы к новой системе.
- g) *Практическая эксплуатация:*
- периодически проверять рабочие характеристики новой системы;
 - на регулярной основе проводить профилактические мероприятия по техническому обслуживанию.

7.2 ПЕРЕХОД К СИСТЕМАМ ЗАВИСИМОГО НАБЛЮДЕНИЯ

7.2.1 Любые новые методы наблюдения, рассматриваемые на предмет замены существующей системы наблюдения, должны обеспечивать по крайней мере такой же уровень характеристик, какой требуется для существующих видов применения. Для оказания помощи при установлении потребности в том или ином виде применения разрабатываются технические требования к характеристикам системы наблюдения.

7.2.2 В дополнение к параметрам точности, готовности, надежности, целостности и частоты обновления новая система наблюдения должна быть такой же отказоустойчивой, как и существующая система, которую планируется заменить. На период перехода к новой системе наблюдения необходимо иметь в виду следующие моменты:

- a) следует предусмотреть адекватный уровень защиты от наиболее типичных отказов;
- b) потребуется резервная система наблюдения и/или какие-либо эксплуатационные процедуры на случай отказа функции GNSS на отдельном воздушном судне (например, из-за сбоя оборудования);
- c) аналогичным образом следует учитывать возможные отказы функции GNSS на протяжении длительного участка полета (например, из-за влияния помех на работу средств GNSS);
- d) необходимо проводить оценку достоверности (или, по крайней мере, проверку на разумность) представленных ADS-B данных о местоположении для уменьшения вероятности существенного в эксплуатационном отношении необнаруженного отказа источника навигационных данных на борту;
- e) в условиях полета, когда угроза безопасности полета играет существенную роль, необходимо иметь возможность обнаруживать и подавлять включение в донесение ADS-B намеренно искаженной информации о местоположении;
- f) необходимо предусмотреть мероприятия, учитывающие ожидаемый рост объемов движения в течение планируемого срока эксплуатации системы.

7.2.3 Эксплуатационное применение систем ADS-B без учета вышеперечисленных мер защиты и предосторожности представляется нежелательным. Как правило, функциональные характеристики системы наблюдения для конкретного района и эксплуатационного сценария должны устанавливаться ответственным полномочным органом. В зависимости от специфики района воздушного пространства и вида применения в рамках этой работы может потребоваться сохранить определенный уровень функционирования систем ВОПЛ в течение переходного периода.

7.3 ПРОЧИЕ ВОПРОСЫ

Прочие вопросы, которые следует учитывать при проектировании системы наблюдения:

- a) необходимость идентификации источника наблюдения при отображении информации. Это может быть необходимым в случае, если тип или состояние источника влияют на процедуры;
- b) способность индивидуальной идентификации целей;
- c) последствия отказа функции наблюдения за отдельным воздушным судном в краткосрочном и долгосрочном плане;

- d) последствия отказа системы наблюдения в большом районе;
 - e) резервные или аварийные процедуры на случай отказа бортовой или наземной системы;
 - f) способность соответствовать техническим требованиям при ожидаемом уровне плотности движения;
 - g) способность к функциональному взаимодействию с другими системами, например, БСПС и ASA;
 - h) взаимодействие между функциями CNS.
-

Добавление А

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Цели

1.1.1 Как правило, требования к техническим характеристикам должны быть независимыми от технологии и архитектуры, используемых в системе наблюдения, которая поддерживает конкретный вид обслуживания или функцию ОВД (в настоящем документе именуются видами применения).

1.1.2 Требования к техническим характеристикам играют важную роль при реализации следующих целей:

- a) проектирование системы и установление требований к различным компонентам системы наблюдения;
- b) анализ аспектов безопасности полетов;
- c) закупка;
- d) ввод в эксплуатацию;
- e) контроль за работой.

В таком контексте требования к техническим характеристикам должны быть пригодными для измерения и проверки и определяться для конкретных видов применения.

1.2 Необходимость требований к техническим характеристикам

1.2.1 Как правило, для характеристик систем наблюдения используется набор критериев эффективности, таких как вероятность обнаружения, точность, частота обновления, целостность и готовность. Такие характеристики имеют следующие недостатки:

- a) перечисленные критерии, как правило, ориентированы на датчики. Например, параметр точности, выраженный в полярной системе координат (дальность и азимут), является логичным для радиолокатора, но не обязательно для других методов наблюдения;
- b) некоторые требования, как представляется, ориентированы только на используемые передовые технологии (например, точность в 15 м, установленная для современных радиолокаторов режима S);
- c) некоторые базовые требования могут быть опущены, так как они относятся только к одной конкретной технологии.

В этой связи представляется необходимым определить объективные требования к характеристикам, которые были бы применимы к системам наблюдения, использующим различные методы или их комбинации для поддержки разных видов применения. Следует также учитывать разработку новых видов применения, для которых могут потребоваться специальные характеристики. Кроме того, некоторые из этих новых видов применения могут вводить дополнительные требования к бортовому элементу системы наблюдения, в связи с чем желательно выработать общий подход к определению характеристик наблюдения.

1.2.2 Любые изменения в технических системах, поддерживающих ОрВД, должны анализироваться с точки зрения безопасности полетов. Требования к характеристикам, изложенные в настоящем добавлении, в основном касаются работы системы в штатном режиме эксплуатации. Эти требования можно использовать в качестве отправной точки при анализе аспектов безопасности полетов.

1.3 Недостатки и ограничения

1.3.1 Материал настоящего добавления следует рассматривать как минимальный набор требований к характеристикам, признанных и согласованных в качестве реально достижимых в системе наблюдения, предназначенной для поддержки конкретного вида применения. Вместе с тем необходимо понимать, что простое соблюдение этих требований не является гарантией безопасности того или иного вида применения, поскольку, как правило, в процесс вовлечены люди, процедуры или другие системы или оборудование. Требования к техническим характеристикам систем наблюдения не являются достаточным основанием для санкционирования того или иного минимума эшелонирования в полете. Существуют и другие факторы, которые требуют оценки в ходе анализа аспектов безопасности полетов (например, человеческий фактор, процедуры, структура воздушного пространства и плотность движения).

1.3.2 Тем не менее этот материал поможет авиационным полномочным органам при выработке технических спецификаций, испытании, приемке и контроле за работой своих систем наблюдения.

1.3.3 Одной из сложных задач при определении требований к характеристикам является выбор способов вывода поддающихся количественной оценке и пригодных для измерения требований на основе качественных параметров, установленных, выведенных или сформулированных людьми. Для этого используется ряд гипотетических допущений, позволяющих упростить сложные взаимосвязи между различными рабочими параметрами. Эти ограничивающие факторы необходимо понять и признать.

1.4 Назначение систем наблюдения

1.4.1 При рассмотрении требований к характеристикам термин "система наблюдения" включает все элементы цепочки наблюдения вплоть до момента представления данных наблюдения тому виду применения, в котором они используются. Поэтому в настоящем материале не определяются требования к самим видам применения, различным подсистемам взаимодействия "человек – машина" (HMI) и другим механизмам, которые могут использовать данные наблюдений.

1.4.2 В отношении требований к характеристикам можно исходить из того, что система наблюдения состоит из двух подсистем, соединенных линией радиосвязи:

- a) подсистема локального наблюдения – со стороны линии радиосвязи, относящейся к виду применения;
- b) подсистема дистанционного наблюдения – со стороны линии радиосвязи, относящейся к воздушному судну.

1.4.3 На рис. А-1, А-2 и А-3 показаны три типа систем наблюдения. На рис. А-1 показана мультисенсорная система наблюдения "воздух – земля", а на рис. А-2 – система наблюдения "воздух – земля" на базе одного радиолокатора. На рис. А-3 показан пример наземного и бортового использования ADS-B.

1.4.4 В сферу применения системы наблюдения не включены функции корреляции с планом полета и другие функции, например STCA.

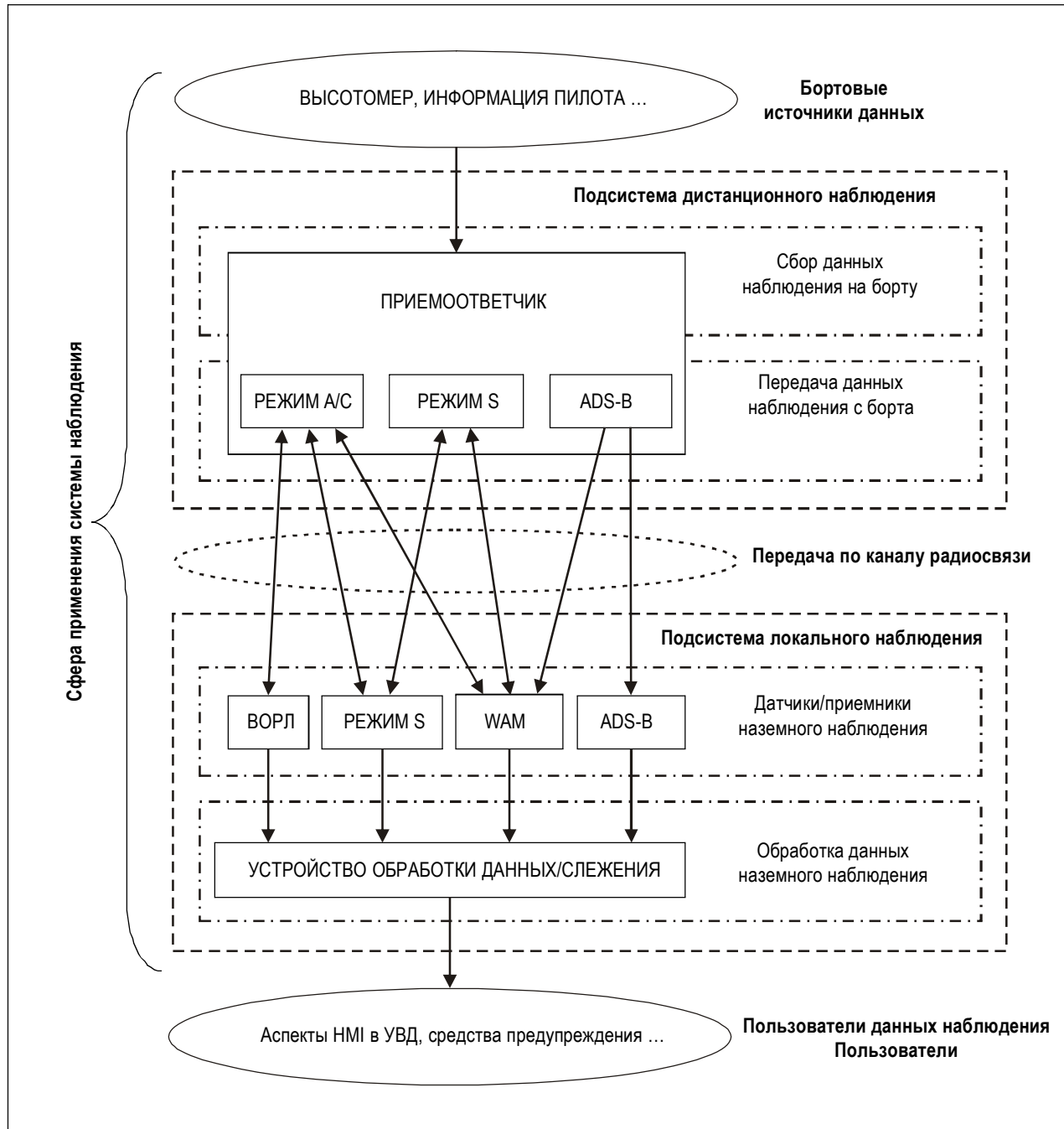


Рис. А-1. Мультисенсорная система наблюдения "воздух – земля"

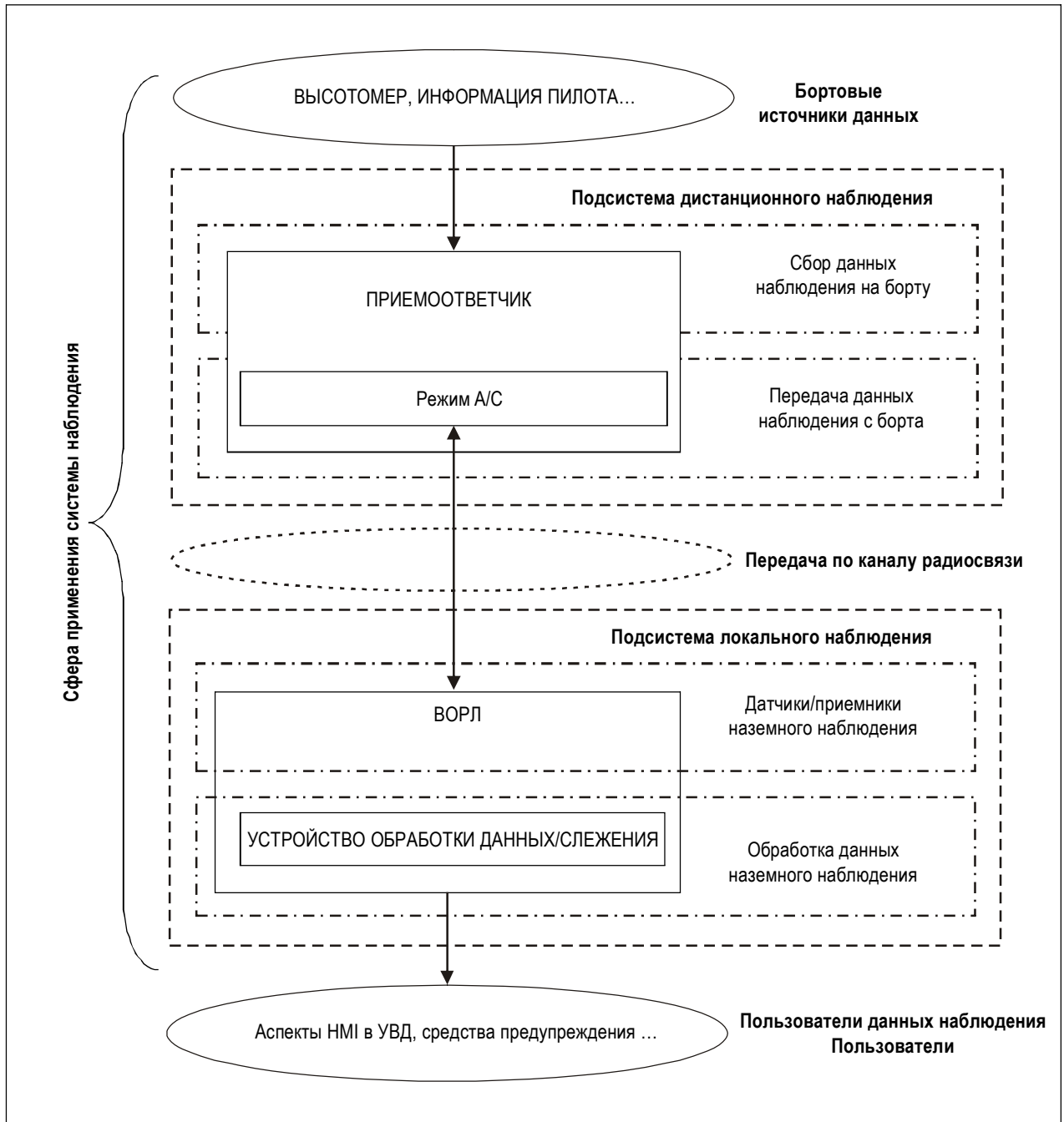


Рис. А-2. Система наблюдения "воздух – земля" на базе одного радиолокатора

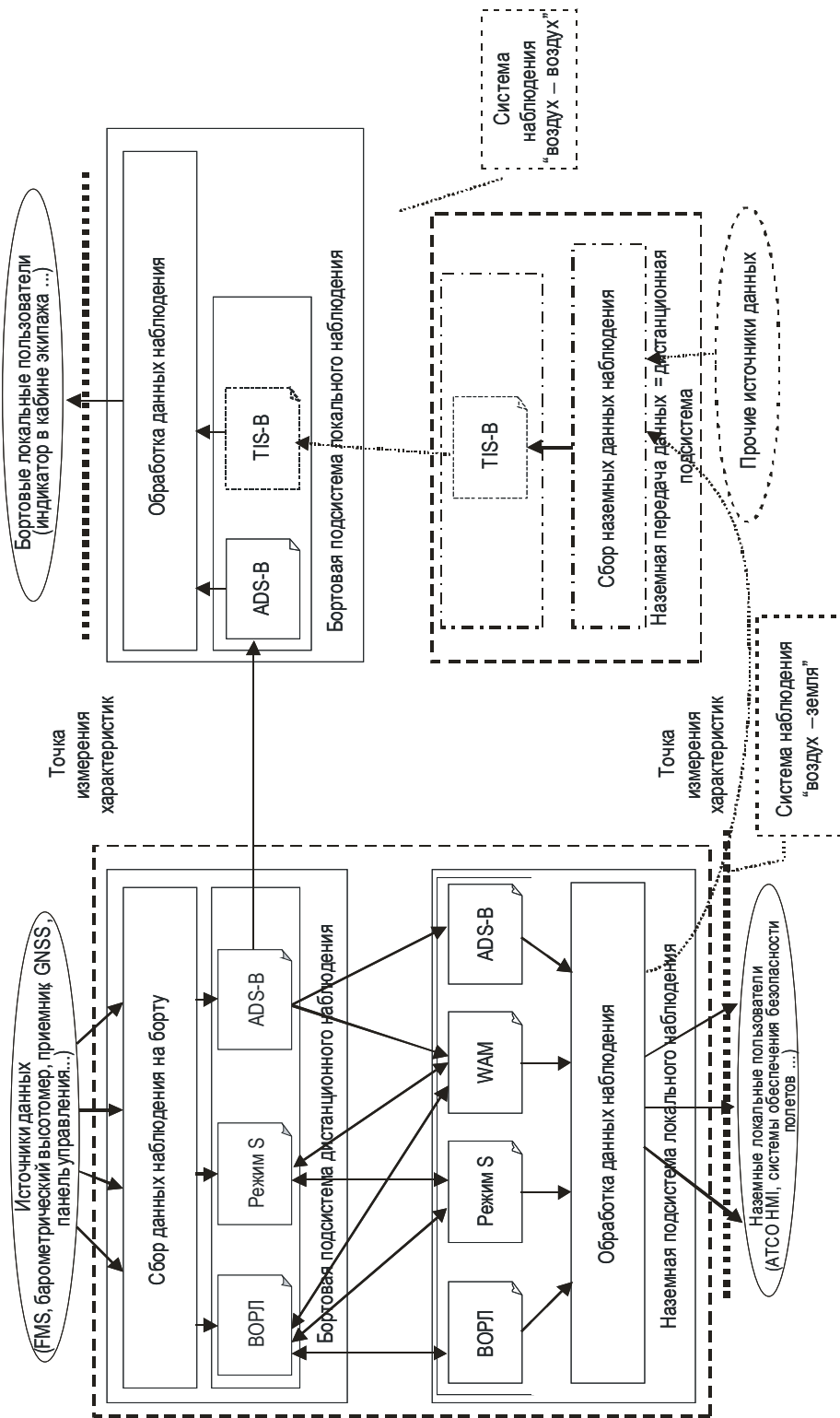


Рис. А-3. Пример системы наблюдения ADS-B

1.5 Качество обслуживания

1.5.1 Набор параметров и связанных с ними определений, используемых для установления характеристик, включает следующее:

- a) *элемент данных*: информация (например, о местоположении, опознавании и намерении), которую система наблюдения должна предоставить;
- b) *точность*: степень соответствия оценочного или измеренного значения истинному значению элемента данных. Точность определяется на момент использования данного параметра. Под "погрешностью" понимается разница между измеренным значением и фактическим значением, а значение точности используется для представления статистического распределения ошибок;
- c) *готовность*: вероятность того, что система будет выполнять требуемую функцию в момент инициирования планируемой операции;
- d) *целостность*: вероятность того, что ошибка в определенном объеме определенных данных не будет замечена системой;
- e) *целостность (системы)*: вероятность необнаруженного отказа какого-либо функционального элемента в течение установленного периода, результатом чего будет предоставление конечному пользователю ошибочной информации наблюдения;
- f) *задержка*: разница между временем, на которое информация сохраняет свою действительность, и временем ее предоставления конечному пользователю;
- g) *период обновления*: средняя разница по времени между двумя информационными донесениями, относящимися к одному и тому же воздушному судну и одному и тому же типу информации;
- h) *непрерывность*: вероятность того, что система наблюдения будет выполнять свою назначенную функцию без незапланированных перерывов в течение предполагаемой операции;
- i) *зона действия*: район воздушного пространства, который будет охватываться системой наблюдения и в пределах которого его характеристики будут отвечать требованиям;
- j) *надежность*: функция частоты отказов в системе. Вероятность того, что система будет выполнять свою функцию в рамках определенных пределов характеристик в течение установленного периода при заданных условиях эксплуатации.

1.5.2 На основе перечисленного может потребоваться вывести параметры характеристик более низкого уровня. Например, "время простоя из-за запланированных действий" можно определить как параметр более низкого уровня, являющегося производным от параметра готовности системы. Необходимо предусмотреть меры непрерывного (или периодического на постоянной основе) контроля за характеристиками системы наблюдения в целях обеспечения соблюдения первоначально установленных требований.

2. ПРИМЕНЕНИЕ В ЦЕЛЯХ ЭШЕЛОНИРОВАНИЯ

2.1 Общие положения

2.1.1 Материал данного раздела документа относится к случаям, когда система наблюдения используется для обеспечения эшелонирования. В этом контексте в целях упрощения вывода поддающихся количественной оценке требований к характеристикам на основе эксплуатационных требований использованы следующие гипотетические допущения:

- a) когда два воздушных судна выполняют полет на заданном расстоянии друг от друга, они не находятся в конфликтной ситуации. Аналогичным образом, когда два воздушных судна находятся на заданном минимальном расстоянии друг от друга, это расстояние не будет менее установленного минимума в любое время в течение периода индикации;
- b) рассматриваемый вид применения соответствует размеру буферной зоны, эквивалентной максимальной длине воздушного судна. При этом не учитываются минимумы эшелонирования для спутного вихря, которые могут требовать установления иных параметров буферной зоны;
- c) система способна поддерживать индикацию траекторий воздушных судов и различать воздушные суда;
- d) эшелонирование обеспечивается только для идентифицированных воздушных судов.

Элементы данных, которые обычно требуются для обеспечения эшелонирования, перечислены ниже в пп. 2.1.2–2.1.5.

2.1.2 *Местоположение в горизонтальной плоскости.* Данный элемент относится к базовой информации, используемой в большинстве видов применения. Он указывает на положение воздушного судна в горизонтальной плоскости. В зависимости от типа используемой системы наблюдения информация о местоположении в горизонтальной плоскости может предоставляться как элемент данных, полученных от подсистемы дистанционного наблюдения (например, в ADS-B), или рассчитываться с помощью подсистемы локального наблюдения (например, в радиолокаторе и системе MLAT). Информация о местоположении в горизонтальной плоскости используется при обеспечении эшелонирования для контроля за тем, чтобы минимальное расстояние между парами воздушных судов постоянно соблюдалось. Данные о местоположении в горизонтальной плоскости для разных видов применения могут предоставляться в различных формах, включая следующие:

- a) дальность и азимут (обычно предоставляются радиолокаторами);
- b) широта и долгота (обычно предоставляются системой ADS-B); или
- c) по конкретной системе координат X и Y (могут предоставлять мультисенсорные системы слежения).

2.1.3 *Высота по давлению* (также именуется барометрической высотой). Этот элемент данных, получаемый с высотомера воздушного судна, используют для отображения положения воздушного судна в вертикальной плоскости. Вопрос о локальной барометрической коррекции выходит за рамки тематики систем наблюдения, поскольку эту функцию выполняют прикладные системы пользователя.

2.1.4 *Идентификация.* Этот элемент данных представляет собой опознавательный индекс воздушного судна, получаемый с борта воздушного судна или в ответе в режиме А ВОРЛ. Идентификация используется для того, чтобы убедиться в передаче указаний УВД правильному адресату. Как правило, прикладная система пользователя коррелирует полученный системой наблюдения с борта воздушного судна опознавательный

индекс с данными плана полета. Тем не менее считается, что функция корреляции выходит за рамки определения системы наблюдения.

2.1.5 Выше перечислены основные элементы данных, необходимые для обеспечения эшелонирования; имеются и другие элементы данных, которые могут принести дополнительные выгоды там, где они предоставляются:

- a) SPI: этот элемент данных передается по просьбе органа УВД и может использоваться при обеспечении эшелонирования, чтобы убедиться в правильности идентификации воздушного судна и быстро обнаружить воздушное судно на индикаторе данных наблюдения;
- b) наземная скорость и траектория: с помощью этих двух элементов данных прикладная система пользователя может прогнозировать будущее местоположение воздушного судна;
- c) другие элементы данных наблюдения, например:
 - 1) тип датчика;
 - 2) данные, полученные с борта воздушного судна, в том числе:
 - магнитный курс;
 - выбранная абсолютная высота;
 - вертикальная скорость;
 - установка барометрического давления;
 - 3) период применимости представленных элементов данных для оценки соответствия.

2.2 Погрешность в горизонтальной плоскости на конец периода обновления

2.2.1 В первых моделях первичных радиолокаторов необработанная видеoinформация непосредственно отображалась на индикаторе кругового обзора на рабочем месте диспетчера. Такие системы имели следующие характеристики:

- a) очень маленькая задержка по времени с момента обнаружения цели до ее отображения;
- b) четкая индикация времени отображения новых данных (строка сканирования кругового обзора радиолокатора);
- c) указание на "старение" данных путем уменьшения яркости радиолокационных отметок на PPI.

Когда использовались такие системы, интервал эшелонирования между воздушными судами считался установленным, если на индикаторе можно было видеть отдельные радиолокационные отметки двух близко расположенных воздушных судов.

2.2.2 Современные системы наблюдения являются более сложными, используют множество подсистем и часто сочетают данные из различных источников для синтетического отображения воздушной обстановки на индикаторе. Современные системы имеют следующие характеристики:

- а) задержка по времени с момента определения местоположения до момента индикации (или обновления данных);
- б) отображение местоположения воздушного судна изменяется только во время каждого обновления синтетического отображения.

Поэтому отображаемую отметку воздушного судна можно использовать в любой момент времени, не зная точно, когда она получена.

2.2.3 В большинстве случаев неопределенность, связанная с отображением местоположения, достигает наивысшего уровня к моменту обновления данных, что главным образом объясняется тем, что в течение периода обновления рассматриваемое воздушное судно перемещается. Поэтому при анализе погрешности определения местоположения в горизонтальной плоскости существенными факторами являются скорость воздушного судна и частота обновления данных на индикаторе.

2.3 Ошибки, способствующие неопределенности при отображении конечного местоположения

2.3.1 Факторы, способствующие возникновению суммарных погрешностей определения местоположения в горизонтальной плоскости на выходе системы наблюдения, можно сгруппировать следующим образом:

- а) ошибки при измерении, преобразовании и других видах обработки, непосредственно влияющие на информацию о местоположении;
- б) старение данных, приводящее к явным ошибкам определения местоположения в связи с тем, что воздушное судно ко времени представления или использования данных переместилось из точки измерения местоположения.

2.3.2 На рис. А-4 показано, как сочетание этих общих источников ошибок может увеличить суммарную погрешность определения местоположения в горизонтальной плоскости.

2.3.3 Обычно принимается, что погрешности измерения, преобразования и другие ошибки при обработке данных равномерно распределены относительно истинного местоположения воздушного судна. На рис. А-5 показано, как такое распределение ошибок может отразиться на эшелонировании воздушных судов. На рисунке наблюдаемый интервал эшелонирования больше, чем действительный, однако возможно, что из-за случайного распределения ошибок, а также движения воздушных судов в течение периода обновления по наихудшему сценарию отображаемые отметки двух воздушных судов могут оказаться значительно ближе друг к другу или даже слиться.

2.3.4 Величина погрешности определения местоположения в горизонтальной плоскости на конец периода обновления данных в значительной степени зависит от летных характеристик отображаемого воздушного судна, поэтому ее трудно измерить и проверить. Чаще измерение ошибки производится на выходе данных из системы наблюдения, поскольку в этом случае проводится проверка характеристик самой системы без учета влияния летных характеристик наблюдаемых воздушных судов.

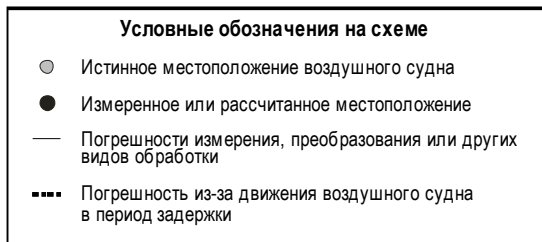
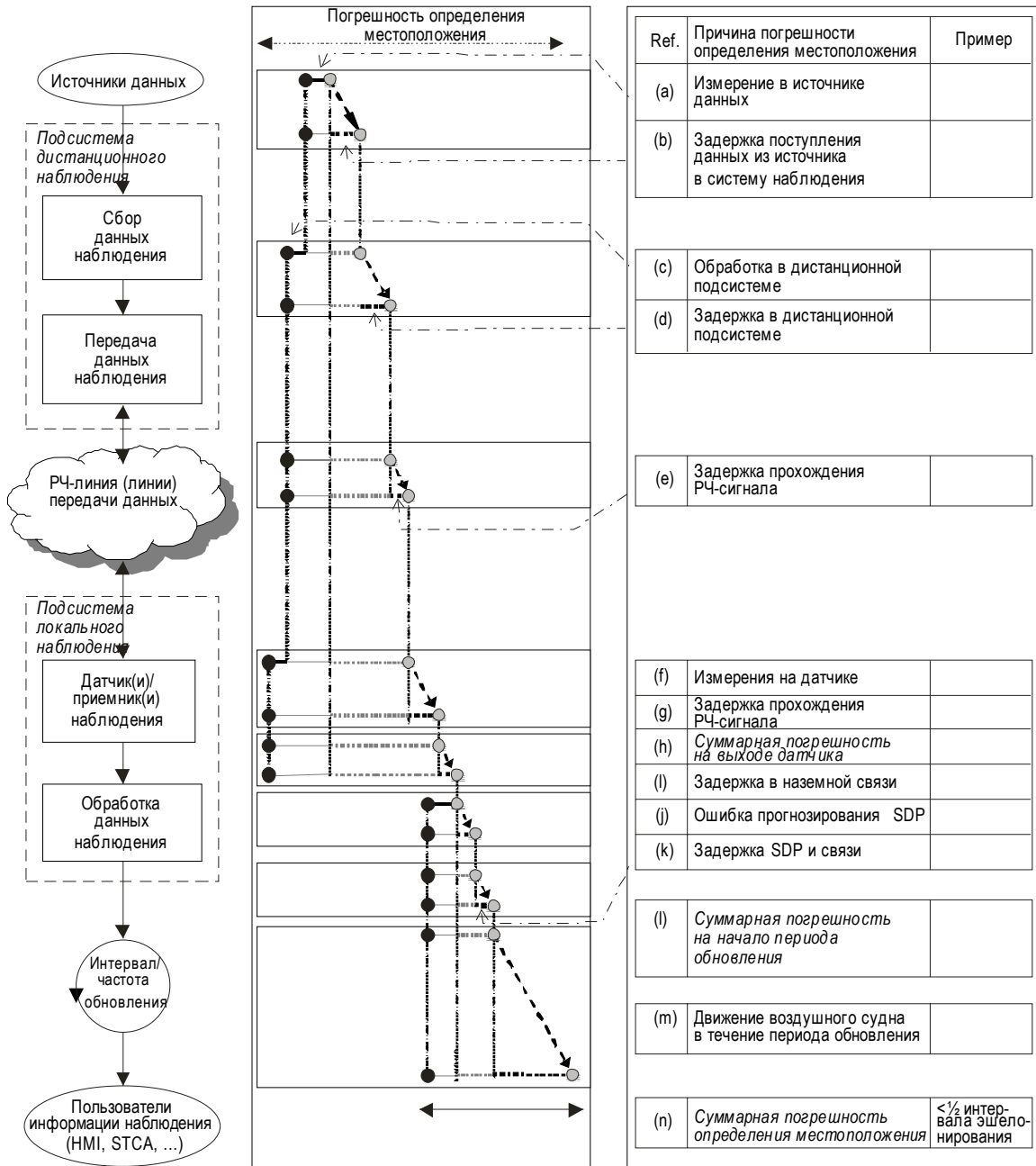


Рис. А-4. Пример источников погрешности определения местоположения в горизонтальной плоскости

2.4 Частота обновления данных/период обновления данных

2.4.1 Термин "частота обновления" обычно используется в отношении как информации на выходе датчика, так и отображаемых данных на индикаторе. В контексте характеристик второй вариант предполагает, что данные системы наблюдения подаются непосредственно на индикатор. Продолжительность интервала обновления зависит от местных ограничивающих факторов, таких как: тип движения, максимальная скорость набора высоты воздушными судами, тип структуры воздушного пространства, существующие системы и аспекты человеческого фактора.

2.4.2 Первоначально для обслуживания на маршруте выбирали длительные периоды обновления (обычно более 10 с), однако с внедрением новых систем наметилась тенденция к сокращению интервала. Например, в настоящее время в системах наблюдения на маршруте все чаще используются периоды обновления информации в 5–6 с.

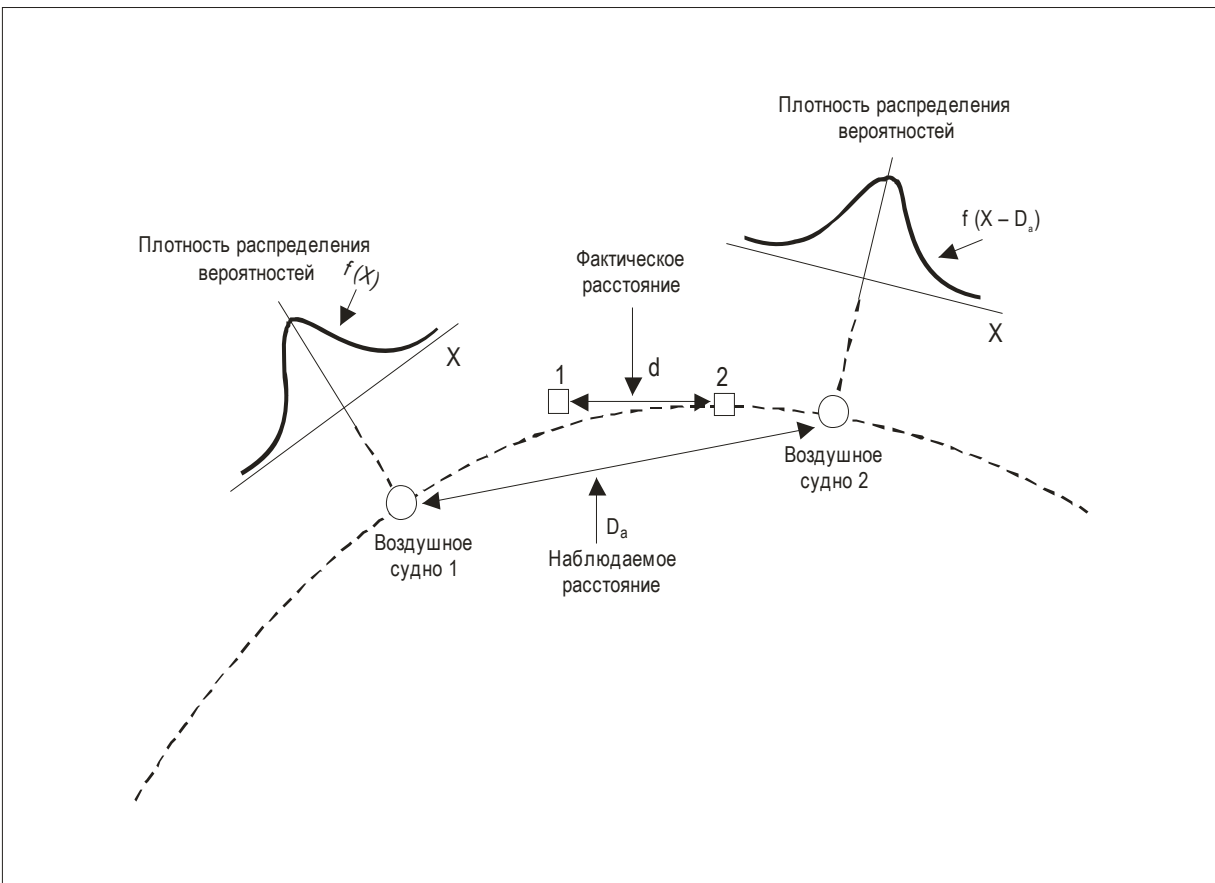


Рис. А-5. Фактическое и наблюдаемое расстояние между двумя воздушными судами

2.4.3 Считается, что воздушное судно выполняет полет на назначенном эшелоне, если получаемая диспетчером информация об эшелоне полета, выведенная на основе данных барометрического высотомера, показывает, что воздушное судно находится в пределах соответствующих допусков для назначенного эшелона (60 м (± 200 фут) в воздушном пространстве RVSM или ± 90 м (± 300 фут) в другом воздушном пространстве). Аналогичным образом, воздушное судно считается занявшим разрешенный эшелон по прошествии периода, равного трем интервалам обновления данных наблюдения или 15 с, в зависимости от того, какая из величин больше, после того, как полученная на основе данных барометрического высотомера информация об эшелоне полета указала на то, что воздушное судно выполняет полет в пределах соответствующих допусков для назначенного эшелона. Вмешательство диспетчера требуется лишь тогда, когда разница между назначенным и отображаемым эшелонами превышает значения, указанные выше. Если мы исходим из предположения о том, что система должна фиксировать изменения абсолютной высоты на 300 фут/200 фут в течение одного интервала обновления, то при скорости набора высоты или снижения воздушного судна в 3000 фут/мин это означает, что требуется интервал обновления в 6 с (для воздушного пространства без RVSM) и 4 с (для воздушного пространства RVSM).

2.4.4 Согласование конкретного значения для периода обновления на глобальном уровне не представилось возможным. На рис. А-6 показан пример зависимости величины погрешности определения местоположения в горизонтальной плоскости от периода обновления. В разделе 2.5 рассказывается о методе расчета погрешности определения местоположения в горизонтальной плоскости. Учитывая, что воздушное судно может в любой момент прекратить набор высоты/снижение, величина ошибки, вызванной экстраполяцией абсолютной высоты, вполне может превышать 300 фут/200 фут. Поэтому в современных системах наблюдения предусмотрено отображение последнего замеренного (выведенного) значения барометрической высоты. Эта практика может измениться в будущем, когда новые системы наблюдения смогут получать доступ к бортовой информации (например, о барометрическом давлении) с более высокой частотой.

2.5 Определение погрешности установления местоположения в горизонтальной плоскости в течение периода обновления

2.5.1 *Выбор эксплуатационного сценария.* В приводимом ниже примере предполагается (в качестве наихудшего сценария, маловероятного на практике), что два воздушных судна выполняют полет на одной высоте и следуют встречными курсами с максимальной скоростью.

2.5.2 *Расчет резерва, покрывающего перемещение воздушного судна в течение периода обновления.* При расчете остатка бюджета погрешностей определения местоположения в горизонтальной плоскости на момент выхода данных из системы наблюдения используются следующие параметры:

- S – максимальная скорость контролируемого воздушного судна в наблюдаемом воздушном пространстве;
- Z – максимальная длина воздушного судна;
- T – период обновления данных на выходе системы наблюдения;
- H – разделение по горизонтали.

2.5.3 *Совокупный максимальный бюджет погрешностей, принимаемый на момент выхода данных.* Описанный ниже метод можно использовать для расчета требуемых параметров точности определения местоположения на момент выхода данных из системы с фиксированным периодом обновления. Максимальный бюджет погрешностей (B), который должен неукоснительно выдерживаться на конец периода обновления, составляет половину интервала эшелонирования минус половина длины воздушного судна или:

$$B = H/2 - Z/2$$

2.5.3.1 В течение периода обновления воздушное судно может переместиться на максимальное расстояние $S \times T$. Таким образом, остаток бюджета погрешностей на начало периода обновления составляет:

$$\text{Макс. погрешность} = B - S \times T$$

Это учитывает все погрешности, включая погрешности измерения в датчике, погрешности расчета в системе ОрВД и любые другие погрешности (например, задержки при выходе). Следует иметь в виду, что погрешности, вызванные ускорением воздушного судна, обычно не принимают в расчет. Примеры расчета остатка бюджета погрешностей при различной скорости обновления (для минимумов эшелонирования 5 м. миль и 3 м. мили) показаны на таблице А-1. Из этого примера видно, что, как и ожидалось, увеличение периода обновления приводит к ужесточению предельного бюджета погрешностей системы наблюдения.

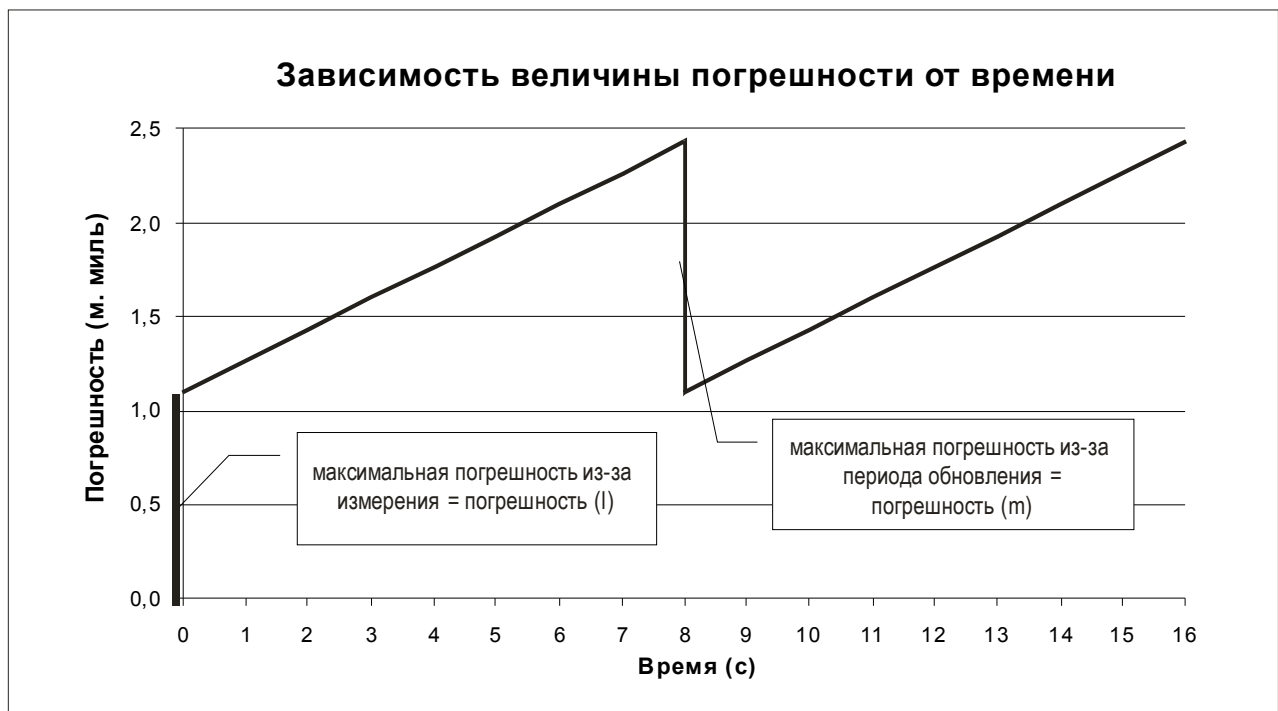


Рис. А-6. Пример погрешности, вызванной движением воздушного судна в течение периода обновления

Таблица А-1. Максимальная погрешность определения местоположения в горизонтальной плоскости на выходе системы наблюдения для различных периодов обновления при полете по маршруту с интервалом эшелонирования 5 м. миль

Допущения:		
<ul style="list-style-type: none"> • Максимальная скорость (уз) 600 • Длина воздушного судна (м) 100 • Минимум эшелонирования (м. миль) 5 		
Период обновления (с)	Максимальный остаток бюджета погрешностей на выходе системы наблюдения (или сразу после обновления)	
	(м)	(м. миль)
1	4271	2,3
2	3963	2,1
3	3654	2,0
4	3345	1,8
5	3037	1,6
6	2728	1,5
7	2419	1,3
8	2111	1,1
10	1493	0,8
12	876	0,5

2.5.4 *Определение допустимой вероятности ошибки, превышающей максимальное значение.* При анализе аспектов безопасности полетов необходимо определить, что произойдет при несоблюдении требования о максимальной погрешности. Для этого можно использовать два разных подхода:

- a) местные оценки аспектов безопасности полетов показывают, что малая вероятность такого события может быть приемлемой. В этом случае осуществляется контроль за системой для обеспечения того, чтобы вероятность события никогда не превышала приемлемого значения; или
- b) любое событие считается существенным с точки зрения безопасности полетов и должно анализироваться на предмет возможных последствий для безопасности полетов. Если такие последствия существуют, следует принять необходимые меры для продолжения выдерживания такого же минимума эшелонирования.

2.5.5 *Формулирование требования относительно базовой погрешности после установления максимальной погрешности.* С точки зрения безопасности полетов достаточно ограничить величину погрешности максимальным допустимым значением. Тем не менее требование о распределении базовых погрешностей необходимо для того, чтобы:

- a) обеспечить необходимый уровень уверенности (и поддержки) для диспетчеров. Например, траектории, показанные на рис. А-7, хотя и полностью вписываются в безопасные пределы, не будут использоваться;

- b) убедить технический персонал в том, что, судя по характеристикам распределения, вероятность превышения максимального значения чрезвычайно мала.

2.5.6 Тем не менее, распределение погрешностей варьируется в зависимости от типа системы, и распределение погрешностей установления местоположения невозможно моделировать на основании какого-либо одного простого теоретического распределения.

2.5.7 На приводимых ниже графиках показаны типичные распределения погрешностей определения местоположения в горизонтальной плоскости на выходе радиолокатора (рис. А-8), на выходе мультисенсорного устройства слежения (рис. А-9) и на выходе приемника ADS-B (рис. А-10), взятые из фактических записей.

2.5.8 Следует отметить, что оценки проводились в отношении всего объема радиолокационных данных, хотя лишь часть этих данных использовалась для обеспечения эшелонирования в 5 м. миль.

2.5.9 Приведенные на рис. А-8, А-9 и А-10 примеры показывают, что:

- a) распределение погрешностей не обязательно "центрировано" вокруг 0;
b) хвосты распределения совершенно различны для разных систем.

Критерии, используемые для ограничения базового распределения погрешностей, должны учитывать как систематические, так и случайные ошибки. Для характеристики базового распределения погрешностей рекомендуется использовать либо максимальную погрешность на процент измерений (например, ошибка на 95 %) или использовать среднеквадратичное значение, в котором бюджет погрешностей учитывает возможную ошибку в распределении. В пп. 2.5.10 и 2.5.11 ниже рассматриваются два подхода к определению базовой погрешности в приемлемой для всех сторон форме.

2.5.10 *Первый подход.* Использовать теоретическое распределение для получения гарантий в малой вероятности максимальной допустимой погрешности.

2.5.10.1 Первый шаг – выбрать распределение. Реальные распределения погрешностей зависят от конструкции и технологии системы наблюдения (см. примеры на рис. А-8, А-9 и А-10). Наиболее часто принимается модель простого распределения Гаусса.

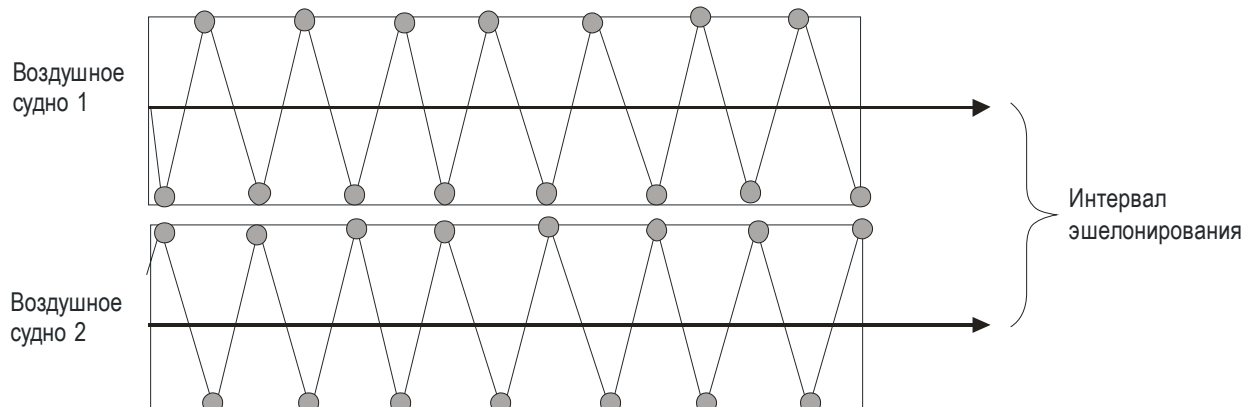


Рис. А-7. Пример двух траекторий, вписывающихся в рамки максимальных значений погрешности

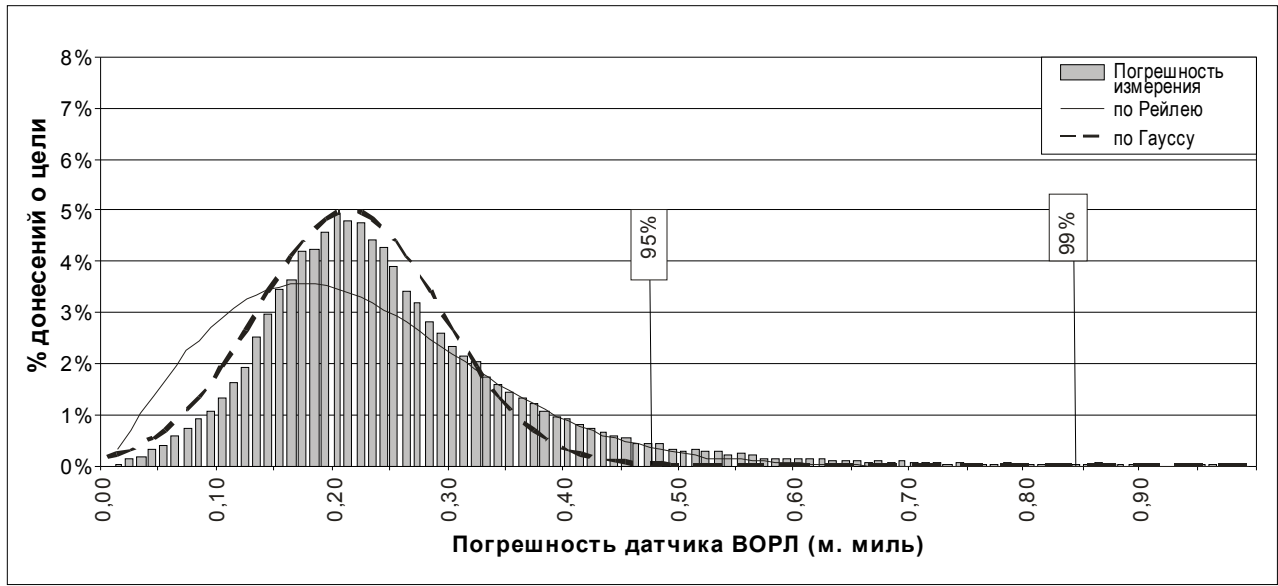


Рис. А-8. Пример распределения погрешностей установления местоположения в горизонтальной плоскости при измерении на выходе ВОРЛ

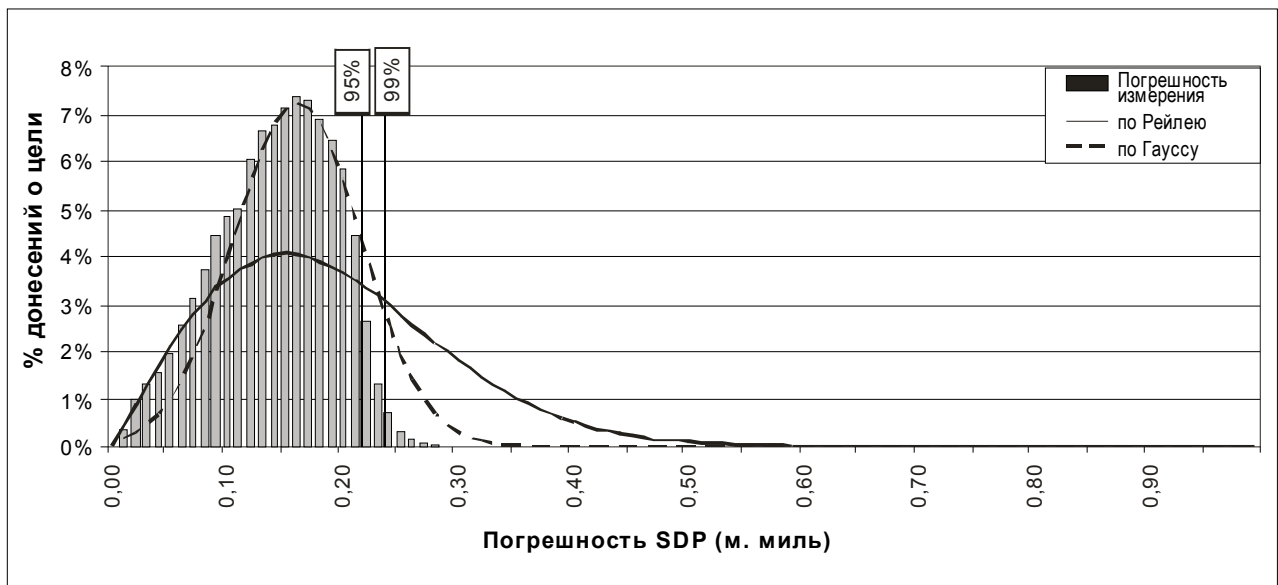


Рис. А-9. Пример распределения погрешностей установления местоположения в горизонтальной плоскости на выходе мультисенсорного устройства слежения

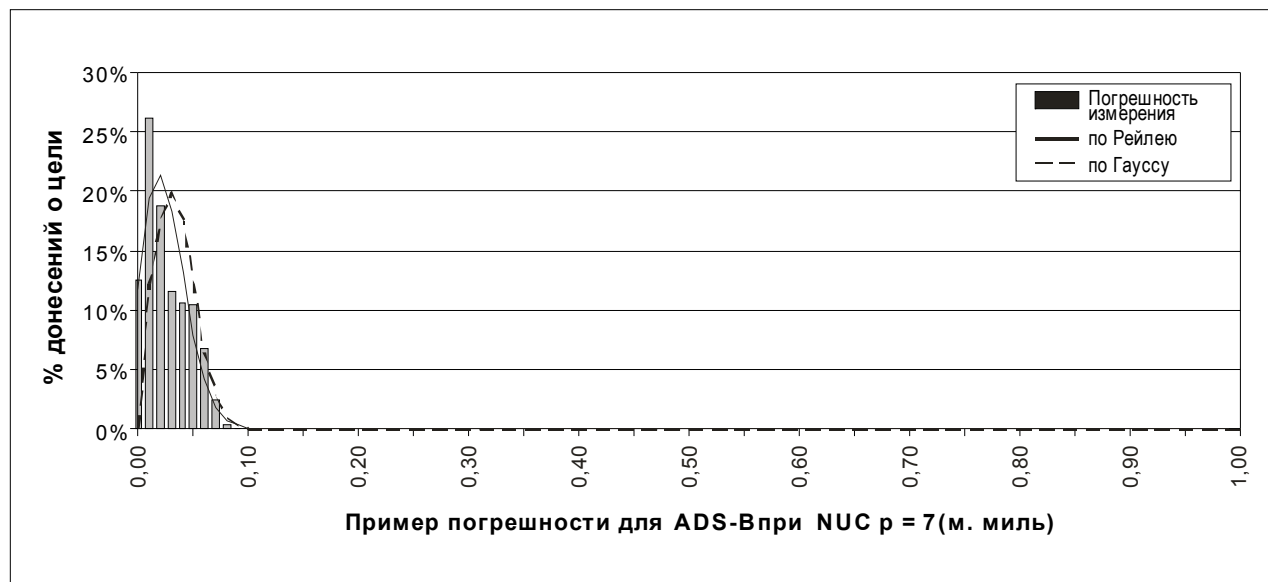


Рис. А-10. Пример распределения погрешностей установления местоположения в горизонтальной плоскости для ADS-B при $NUC_p = 7$

2.5.10.2 Второй шаг – выбрать вероятность погрешностей, превышающих максимальные значения погрешностей, указанные в таблицах А-2, А-3 и А-4. Например, для этой цели можно выбрать значение 1×10^{-5} , что соответствует 5 сигма для Гауссова распределения. Для такого же Гауссова распределения 95 % соответствует 1,96 сигма и устанавливает ограничение в 95 % ошибок, как показано в таблице А-5.

2.5.11 *Второй подход.* Базовая погрешность распределения находится в прямой зависимости от значения обеспечиваемого интервала эшелонирования.

2.5.11.1 Задача заключается в уменьшении вероятности нарушения интервала эшелонирования в случае, когда два воздушных судна уже находятся на минимальном расстоянии друг от друга.

2.5.11.2 Например, можно выбрать модель, при которой в 95 % случаев не превышает значение погрешности в 10 % величины интервала эшелонирования. Согласно функции Гауссова распределения при таком подходе максимальный остаток бюджета погрешностей составит 926 м для интервала 5 м. миль и 556 м для интервала 3 м. мили.

2.6 Примеры бюджета погрешностей определения местоположения в горизонтальной плоскости для различных конструкций систем наблюдения

2.6.1 Пример с одним радиолокатором

В таблице А-6 приведен пример погрешностей измерения и задержек при обработке для системы, основанной на одном радиолокаторе.

2.6.2 Пример системы с несколькими радиолокаторами

В таблице А-7 приведен пример погрешностей измерения и задержек при обработке для системы с несколькими радиолокаторами.

Таблица А-2. Максимальная погрешность определения местоположения в горизонтальной плоскости на выходе системы наблюдения для различных периодов обновления при заходе на посадку с интервалом эшелонирования 3 м. мили

Допущения:		
<ul style="list-style-type: none"> • Максимальная скорость (уз) 600 • Длина воздушного судна (м) 100 • Интервал эшелонирования (м. миль) 5 		
Период обновления (с)	Максимальный остаток бюджета погрешностей на выходе системы наблюдения	
	(м)	(м. миль)
1	2574	1,4
2	2419	1,3
3	2265	1,2
4	2111	1,1
5	1956	1,1
6	1802	1,0
7	1648	0,9
8	1493	0,8
10	1185	0,6
12	876	0,5

Таблица А-3. Пример погрешностей по радиолокатору ВОРЛ для разных значений вероятности

Пороговые значения по имеющимся данным	
Погрешность <0,4 м. миль (741 м)	95 %
Погрешность <0,83 м. миль (1537 м)	99 %
Погрешность <1,75 м. миль (3241 м)	99,9 %
Погрешность <2,42 м. миль (4482 м)	100 %

2.6.3 Пример бюджета погрешностей для системы ADS-B

В таблице А-8 приведен пример погрешностей измерения и обработки данных при использовании ADS-B с NIC установки = 5.

Таблица А-4. Пример погрешностей измерения на выходе системы SDP

<i>Пороговые значения по имеющимся данным</i>	
Погрешность <0,22 м. миль (407 м)	95 %
Погрешность <0,24 м. миль (444 м)	99 %
Погрешность <0,26 м. миль (482 м)	99,9 %
Погрешность <0,39 м. миль (722 м)	100 %

Таблица А-5. Требование по базовой погрешности для 95 % при интервале эшелонирования 5 м. миль

Допущения:		
<ul style="list-style-type: none"> • Максимальная скорость (уз) 600 • Длина воздушного судна (м) 100 • Интервал эшелонирования (м. миль) 5 		
<i>Период обновления (с)</i>	<i>Максимальный остаток бюджета погрешностей (м)</i>	<i>Ошибка для 95 %</i>
1	4271	1674
2	3963	1585
3	3654	1462
4	3345	1338
5	3037	1215
6	2728	1091
7*	2419	968
8	2111	844
10	1493	597
12	876	350
* Для периода обновления 7 с 95 % погрешностей должны быть менее $2419 \times (2/5)$ или 968.		

Таблица А-6. Пример бюджета погрешностей для системы с одним радиолокатором режима S

Сценарий полета по маршруту:			
<ul style="list-style-type: none"> • Зона действия 180 м. миль • Период обновления 6 с • Скорость воздушного судна 600 уз 			
<i>Причины ошибки определения местоположения:</i>	<i>Пример</i>	<i>Номинальное значение (м)</i>	<i>Максимальное значение (м)</i>
a) Измерение в источнике данных	n/a	–	–
b) Задержка поступления данных из источника в систему наблюдения	n/a	–	–
c) Обработка в дистанционной подсистеме	n/a	–	–
d) Задержка в дистанционной подсистеме	Флуктуация времени задержки приемопередатчика +/- 0,08 мс	–	Включено в погрешность измерения датчика
e) Задержка прохождения РЧ-сигнала	3 мс	–	0,9
f) Измерения на датчике/ погрешность обработки данных	Азимут (1 σ) = 0,068° Дальность (1 σ) = 15 м Азимут (5 σ) = 1978	440 м	1978
g) Задержка обработки на датчике	2 с (включая задержку в наземной связи)	–	617
h) Суммарная погрешность на выходе датчика	–	–	2596
i) Задержка в наземной связи	–	–	Как в g)
j) Ошибка прогнозирования SDP	–	–	–
k) Задержка SDP	–	–	1
l) Суммарная погрешность на начало периода обновления	–	–	2596
m) Движение воздушного судна в течение периода обновления	6 с	–	1852
n) Суммарная погрешность определения местоположения	Не более (1/2 интервала эшелонирования – буферная зона = 4580)	–	4448 (меньше, чем максимальное допустимое значение)

Таблица А-7. Пример бюджета погрешностей для системы слежения с несколькими радиолокаторами

<i>Причины погрешности определения местоположения:</i>	<i>Пример</i>	<i>Номинальное значение (м)</i>	<i>Максимальное значение (м)</i>
a) Измерение в источнике данных	n/a	–	–
b) Задержка поступления данных из источника в систему наблюдения	n/a	–	–
c) Обработка в дистанционной подсистеме	n/a	–	–
d) Задержка в дистанционной подсистеме	Флуктуация времени задержки приемоответчика +/- 0,08 мс	–	Включено в погрешность измерения датчика
e) Задержка прохождения РЧ-сигнала	3 мс	–	0,9
f) Измерения на датчике/ погрешность обработки данных	σ азимута = 0,068° σ дальности = 15 м (взято из европейских спецификаций для режима S) Азимут (5 σ)	395 м 15 м	1978
g) Задержка обработки на датчике	2 с (включая задержку связи)	–	617
h) Суммарная погрешность на выходе датчика	–	–	2596
i) Задержка в наземной связи	–	–	–
j) Ошибка прогнозирования SDP	95 % или погрешность <407 м Максимум = 722 м (см. пример в таблице А-5)	–	722
k) Задержка SDP	Несколько мс	–	1
l) Суммарная погрешность на начало периода обновления	–	–	–
m) Движение воздушного судна в течение периода обновления	Интервал обновления индикации = 5 с	–	1543
n) Суммарная погрешность определения местоположения	Не более (1/2 интервала эшелонирования – буферная зона = 4580)	–	–

Примечание. Сложная комбинация погрешностей измерения и задержек при передаче отмечается в мультисенсорном устройстве слежения, входящем в состав системы обработки информации датчиков. Результирующая погрешность показана в графе j), где приведена совокупность всех погрешностей от различных датчиков. Поэтому с графы j) начинается повторный расчет суммарной погрешности определения местоположения.

Таблица А-8. Пример бюджета погрешностей для автономной системы ADS-B

<i>Причины погрешности определения местоположения:</i>	<i>Пример</i>	<i>Номинальное значение (м)</i>	<i>Максимальное значение (м)</i>
a) Измерение в источнике данных	Погрешность GPS NIC = 5, Rc = 1 м. миль = 1852 м	–	1852
b) Задержка поступления данных из источника в систему наблюдения	Время между приемником GNSS и приемоответчиком не более 0,6 с	–	185,2
c) Обработка в дистанционной подсистеме	Погрешность экстраполяции приемоответчика	–	–
d) Задержка в дистанционной подсистеме	–	–	–
e) Задержка прохождения РЧ-сигнала	3 мс	–	0,9
f) Измерения на датчике/ обработка данных	–	–	–
g) Задержка обработки на датчике	–	–	–
h) Суммарная погрешность на выходе датчика	–	–	2038,1
i) Задержка в наземной связи	–	–	–
j) Ошибка прогнозирования SDP	–	–	–
k) Задержка SDP	–	–	–
l) Задержка в наземной связи	–	–	–
m) Суммарная погрешность на начало периода обновления	–	–	2038,1
n) Движение воздушного судна в течение периода обновления	6 с	–	1852
o) Суммарная погрешность определения местоположения	Не более (1/2 интервала эшелонирования – буферная зона = 4580)	–	3890 (меньше, чем максимальное допустимое значение)

Добавление В

ПОРЛ

1. ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ

1.1 В основе работы первичного обзорного радиолокатора лежит принцип отражения передаваемого из какой-либо точки излучения от неоднородностей в атмосфере. Часть этой энергии собирается в другой точке (или других точках), усиливается, обнаруживается и обрабатывается в целях установления местоположения неоднородности. Такой принцип отражения можно использовать для обнаружения воздушных судов, метеорологических явлений и других объектов. Обычно энергия излучается и собирается одной и той же антенной, т. е. ее направляют и получают в той же точке, и этот метод называют методом моностатической радиолокации. Если разделить передатчик и приемник (или приемники), система станет бистатической (или мультистатической).

1.2 Количество мощности P_r , возвращаемое на принимающую антенну, определяется по радиолокационному уравнению:

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \sigma \lambda^2 F_t^2 F_r^2}{(4\pi)^3 R_t^2 R_r^2}$$

где:

- P_t – передаваемая мощность;
- G_t – коэффициент усиления передающей антенны;
- G_r – коэффициент усиления принимающей антенны;
- σ – эффективная отражающая поверхность или коэффициент рассеяния цели;
- λ – длина волны;
- F_t – относительный коэффициент направленности при прохождении сигнала от передающей антенны до цели;
- F_r – относительный коэффициент направленности при прохождении сигнала от цели до принимающей антенны;
- R_t – расстояние от передатчика до цели;
- R_r – расстояние от цели до приемника.

1.3 Если передатчик и приемник находятся в одном и том же месте, мощность уменьшается пропорционально четвертой степени расстояния. Поэтому мощность сигнала, отраженного от удаленных целей, очень небольшая. Радиолокационное уравнение содержит коэффициент эффективной отражающей поверхности, означающий способность цели отражать сигнал. Его величина зависит от размеров и формы объекта, отражающей способности поверхности объекта и направления получаемого и отражаемого сигнала. Характеристики рассеяния радиоволны зависят от длины волны, ее поляризации и формы и типа цели. Выбор частоты и поляризации зависит от типа цели, которую предстоит обнаружить, и предполагаемой дальности действия. Круговая поляризация используется при ведении метеонаблюдений.

1.4 ПОРЛ давно используется для наблюдения при диспетчерском обслуживании. Система, состоящая из совместно установленных передатчика и приемника, излучает электромагнитный импульс и обнаруживает

присутствие и определяет характеристики отраженных от объектов сигналов. Расстояние определяют путем измерения времени между передачей радиолокационного импульса и получением отраженного сигнала. Узкий луч в горизонтальной плоскости обеспечивает высокую точность азимутальных характеристик. Курс цели по азимуту определяется положением вращающейся антенны в момент получения отраженных импульсов.

1.5 Обнаружение цели полностью зависит от получения отраженного сигнала. Для этого не требуется передачи каких-либо сигналов самой целью, т. е. наличия бортового оборудования.

2. ТИПЫ

2.1 ПОРЛ используется для наблюдения на маршрутах средней дальности, наблюдения в районе аэродрома, при заходе на посадку и наблюдения за наземным движением. Основные принципы работы остаются теми же, независимо от вида применения.

2.2 Средства ПОРЛ работают в следующих диапазонах частот:

L-диапазон, 1215–1350 МГц, обычно используется для радиолокационного наблюдения на маршруте. Скорость вращения антенны составляет 6–10 об/мин при дальности обнаружения в 120–200 м. миль;

S-диапазон, 2,7–3,5 ГГц, обычно используется для наблюдения в зоне захода на посадку и ТМА. Скорость вращения антенны 12–15 об/мин, приборная дальность обнаружения 60–80 м. миль. Военные радиолокаторы, радиолокаторы ПВО и системы дальнего обнаружения имеют скорость вращения антенны 6–10 об/мин и приборную дальность обнаружения до 200 м. миль;

X-диапазон, 8,0–10,5 ГГц, обычно используется радиолокаторами PAR и радиолокаторами управления наземным движением;

Ku-диапазон, 15,5–15,7 ГГц, в основном используется радиолокаторами управления наземным движением;

Ka-диапазон, 24–40 ГГц, и W-диапазон, 75–110 ГГц, используются радиолокаторами ближнего действия с высокой разрешающей способностью для управления наземным движением и в автоматизированных системах для обнаружения FOD на ВПП.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

3.1 Помехи

3.1.1 Электромагнитное излучение отражается не только от воздушных судов, но и от любых неоднородностей в атмосфере (например, дождь, снег или град). Значительная часть излучаемой энергии возвращается также от земли или находящихся поблизости зданий, деревьев, дорожного движения, ветропарков, а в прибрежных районах от волн. Такие отражения от объектов, не являющихся целью, называют помехами. Для фильтрации нежелательных отражений (помех) с разной степенью эффективности используют методы обработки сигнала.

3.1.2 В частности, установка ветряных турбин поблизости от первичных радиолокаторов может негативно отразиться на их характеристиках. Количественные оценки их влияния на работу систем наблюдения УВД еще

не завершены, а вопрос о кумулятивном воздействии крупномасштабных (т. е. насчитывающих более 100 турбин) ветропарков требует дополнительного изучения. Ветряные турбины могут вызывать:

- a) помехи;
- b) появление ложных целей в результате отражений от лопаток турбины;
- c) экранирующий эффект (невозможно обнаружить цели, расположенные дальше лопаток турбины);
- d) сокращение зоны действия в направлении ветряной турбины.

Высота современных ветряных турбин превышает 200 м, и максимальная площадь отражающей поверхности лопастей и мачты может быть довольно большой, как показано на рис. В-1.

3.1.3 Из-за ширины поверхности доплеровского отражения, создаваемого вращающимися лопастями, системы фильтрации Доплера не всегда эффективны в исключении ложных отметок, генерируемых ветряными турбинами. Поэтому рекомендуется проводить тщательный анализ последствий установок любых ветряных турбин в непосредственной близости от ПОРЛ. При установке ветряных турбин в зоне прямой видимости радиолокатора с высотой препятствия до 200 м или в пределах определенного радиуса в зоне действия ПОРЛ необходимо тщательно исследовать возможные последствия для органа УВД (например, при заходе на посадку, на маршруте).

3.2 Использование композитных материалов

В настоящее время в конструкции воздушных судов авиации общего назначения все шире используют композитные материалы. Это приводит к уменьшению эффективной отражающей поверхности и ухудшает характеристики обнаружения ПОРЛ.

4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРЛ L-ДИАПАЗОНА И S-ДИАПАЗОНА

4.1 Рабочие характеристики

Ниже приводятся типовые рабочие характеристики радиолокатора ПОРЛ:

- a) общая вероятность обнаружения местоположения цели: >90 %;
- b) среднее количество сообщений о ложных целях на один оборот антенны: <20;
- c) систематические погрешности:
 - 1) погрешность по наклонной дальности: <100 м;
 - 2) погрешность по азимуту: <0,1°;
 - 3) прирост погрешности по наклонной видимости: <1 м/м. миля;
 - 4) погрешность фиксации времени <100 мс;

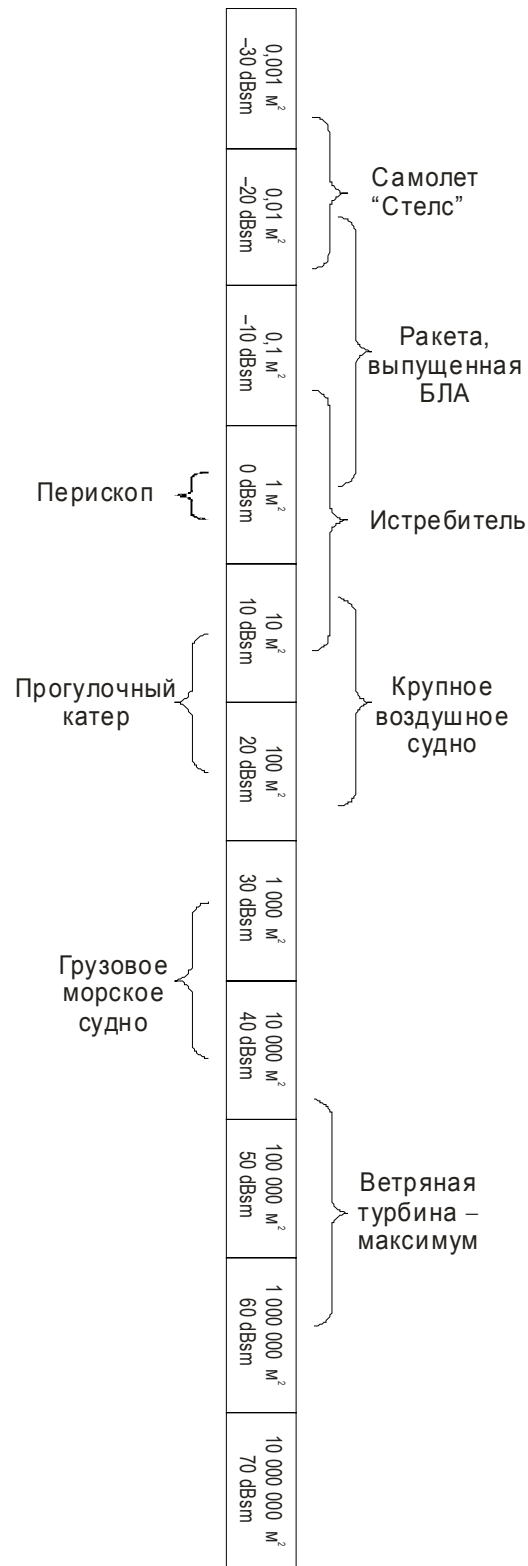


Рис. В-1. Площадь эффективной отражающей поверхности ветряной турбины по сравнению с другими отражающими объектами

d) случайные погрешности (стандартные отклонения):

- 1) по наклонной дальности (м): <120 м;
- 2) по азимуту (градусов): <0,15°.

4.2 Наблюдение при полете по маршруту и заходе на посадку

На протяжении десятилетий ПОРЛ используется как основное средство наблюдения за воздушным движением. Постепенно на смену ПОРЛ приходят ВОРЛ и другие кооперативные средства наблюдения, позволяющие определять местоположение в горизонтальной и вертикальной плоскости и идентифицировать цель. Тем не менее ПОРЛ по-прежнему используется для обнаружения:

- a) проникновения некооперативных целей;
- b) случаев отказа приемоответчика;
- c) особых явлений погоды.

4.3 SMR

4.3.1 SMR является наиболее широко применяемой системой некооперативного наблюдения для наблюдения на аэродромах. SMR представляет собой первичный радиолокатор, обеспечивающий зону действия функции наблюдения в рабочей площади, определяемой как площадь, используемая для взлета, посадок и руления воздушных судов. В системе А-SMGCS функции некооперативного наблюдения обычно выполняют один или несколько SMR.

4.3.2 Для систем SMR также используется сокращение "ASDE", означающее "оборудование обнаружения на поверхности аэропорта". Ниже приводятся типовые характеристики SMR:

- a) размеры антенны: 50–70 см;
- b) частота вращения: 60 об/мин;
- c) дальность действия: 4 км;
- d) разрешающая способность: 5–20 м.

4.3.3 Функция наблюдения на аэродроме требует высокой разрешающей способности, позволяющей различать близкорасположенные цели. Она также требует точной и своевременной информации о местоположении с соответствующей частотой обновления для определения скорости и направления цели. У простых датчиковых систем ожидаемая дальность эксплуатационного применения при всех оговоренных погодных условиях обычно не превышает 4 км. Система SMR осуществляет наблюдение за всеми воздушными судами и наземными транспортными средствами в этой зоне с высокой частотой обновления (например, один раз в секунду).

4.3.4 Система SMR призвана обеспечивать оптимальный охват поверхности аэропорта. Как правило, требуется, чтобы обеспечиваемый обзор был эквивалентным визуальному наблюдению с вышки диспетчерского пункта. Однако в отдельных конкретных ситуациях от системы SMR может потребоваться расширение зоны обзора за рамки обеспечиваемого из диспетчерского пункта. В таких случаях для получения желаемой зоны действия может потребоваться установка дополнительных датчиков SMR.

4.3.5 Учитывая требование обеспечения обзора "с высоты птичьего полета", антенну SMR необходимо устанавливать как можно выше. Зона действия SMR определяется отрицательным углом линий ограничения высоты препятствий, которые характеризуют видимость, например в зонах стоянки и ожидания воздушных судов. Поэтому при прогнозировании зоны действия SMR требуется тщательный анализ локальных препятствий. Мероприятия по модернизации аэропорта могут иметь существенные последствия с точки зрения зоны действия SMR, и поэтому их следует тщательно анализировать.

4.3.6 С учетом необходимости контролировать движение на поверхности аэропорта зона действия по высоте ограничена 100 м с целью свести к минимуму влияние воздушного движения. Поэтому требования к зоне действия SMR противоположны принятым для обычных средств радиолокационного наблюдения. Узкий луч антенны направляет энергию излучения в сторону земли, сводя при этом к минимуму мощность излучения, направленную выше линии горизонта.

5. РАДИОЛОКАТОР МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

5.1 Наблюдение на аэродроме

5.1.1 Радиолокация в миллиметровом диапазоне представляет собой новую технологию, используемую для наблюдения на аэродроме и позволяющую получить более высокую разрешающую способность, чем традиционные средства SMR. Из-за очень короткой длины волны у таких систем хуже характеристики при неблагоприятных погодных условиях и более ограниченная зона действия. С другой стороны, преимуществами радиолокатора в миллиметровом диапазоне являются небольшие размеры и вес, а также, как правило, более низкая потребляемая мощность по сравнению с SMR. Радиолокаторы миллиметрового диапазона обычно используют в качестве резервного средства в зонах с плохим покрытием SMR. Для расширения зоны наблюдения несколько антенн и центральный процессор могут устанавливаться в кластерной конфигурации.

5.1.2 Типовые рабочие характеристики радиолокатора миллиметрового диапазона следующие:

- a) размер антенны: 20 см;
- b) скорость вращения: 60 об/мин;
- c) дальность действия: 1 км;
- d) разрешающая способность: 0,25–5 м.

5.2 Обнаружение FOD

5.2.1 Ключевым требованием для обнаружения FOD является способность обнаруживать очень маленькие предметы. При создании системы, способной обнаруживать такие маленькие предметы, необходимо добиться максимальной силы сигнала, отражаемого целью (т. е. FOD), и минимизировать любой другой сигнал, который может скрывать цель. Такие посторонние сигналы могут генерироваться шумом внутри самой системы и отражением излучения от ВПП.

5.2.2 Можно сконструировать радиолокатор, в котором сведены к минимуму отражения от ВПП, путем уменьшения размера ячейки детектора, который может рассматриваться как размер отметки от индивидуального луча на ВПП. При большом размере ячейки значительная часть излучения отражается от поверхности ВПП, из-за чего может остаться незамеченным слабый сигнал от объекта FOD. Как правило, размер ячейки уменьшают путем повышения частоты и увеличения ширины полосы радиолокатора. При

использовании радиолокатора миллиметрового диапазона, работающего на частоте более 90 ГГц (более чем в 10 раз выше, чем большинство SMR) при ширине полосы 600 МГц, система будет иметь ячейку обнаружения $0,6 \text{ м}^2$ на расстоянии 1 км. Для сравнения, размер ячейки у стандартного SMR составляет около 30 м^2 . Такой радиолокатор позволяет четко различать предметы, невидимые для SMR.

5.2.3 Радиолокаторы миллиметрового диапазона, используемые для обнаружения FOD, устанавливаются в сетевой конфигурации для обеспечения полного покрытия ВПП. Обнаружение FOD осуществляется в результате обработки цифровых сигналов последовательного радиолокационного сканирования. Для идентификации FOD обычно используют дополнительные оптические или тепловые камеры.

5.2.4 Ниже приводятся типовые рабочие характеристики радиолокатора миллиметрового диапазона:

- а) время сканирования: 30 с;
- б) дальность действия: 0,1–1 км;
- в) размер наименьшего обнаруживаемого объекта FOD: 2 см;
- г) время обнаружения FOD: 60–180 с;
- д) точность определения местоположения FOD: лучше 3 м.

6. MSPSR

6.1 Принципы работы

6.1.1 Системой MSPSR называют сеть из нескольких передатчиков (Tx) и одного приемника (Rx) или сети принимающих наземных станций, использующих статические (т. е. невращающиеся) антенны (см. рис. В-2). Такие установки получают сигналы, отраженные от воздушных судов, и подготавливают их для дальнейшей передачи в центральный пункт обработки данных. Полученный сигнал определяет эллипсоид постоянных значений бистатической дальности, в пределах которого находится цель. Местоположение передатчика и приемника соответствует двум кривым такого эллипсоида. В CPU рассчитывают точку пересечения нескольких эллипсоидов (по крайней мере трех), получая таким образом трехмерное местоположение отражающей сигналы цели.

6.1.2 В таких системах могут использоваться пригодные существующие передатчики – например, станции радио- и телевизионного вещания и базовые станции мобильной телефонной связи, или зарезервированные передатчики, специально установленные для того, чтобы не зависеть от источников излучения третьих сторон.

6.1.3 Сигнал, полученный в результате переотражения, проходит перекрестную корреляцию с прямым сигналом от передатчика для определения местоположения цели, отражающей сигналы, как показано на рис. В-3.

6.1.4 Хотя этот принцип не нов, разработка таких систем для гражданских видов применения еще находится на начальных этапах, поскольку требует большого объема вычислительных работ.

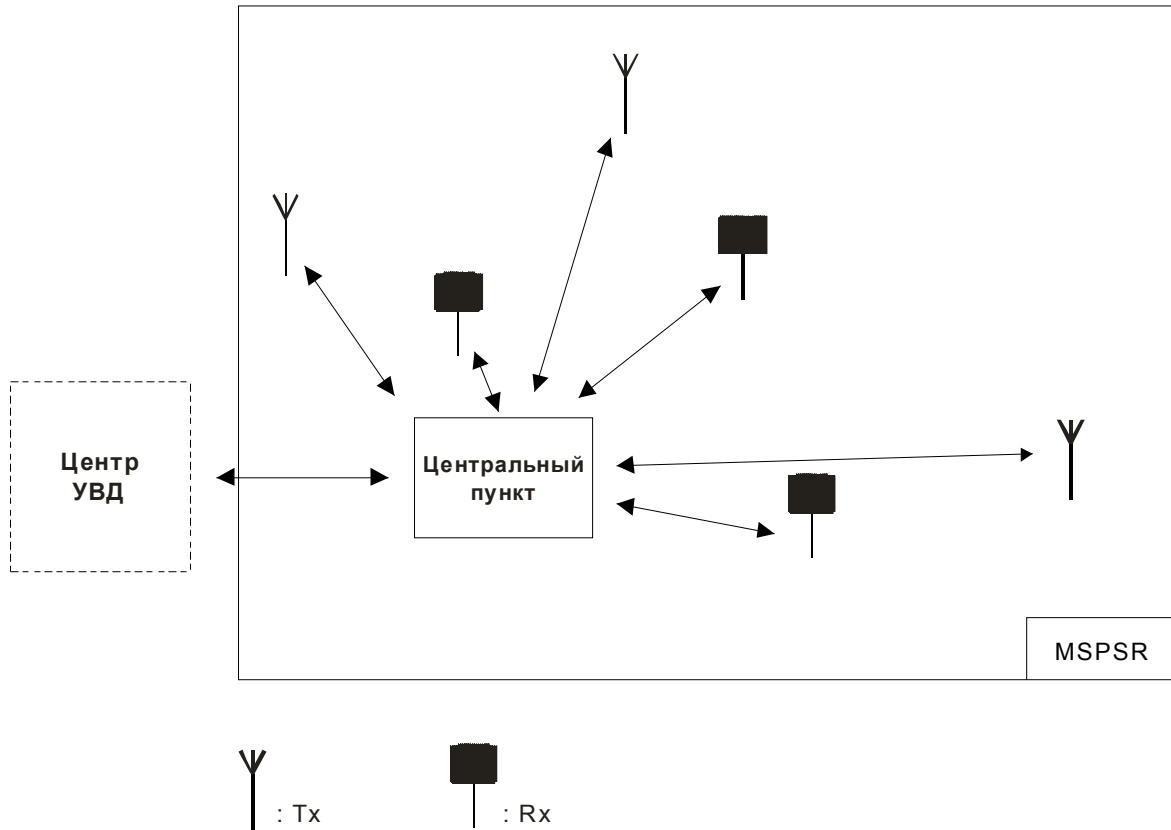


Рис. В-2. Общая концепция MSPSR

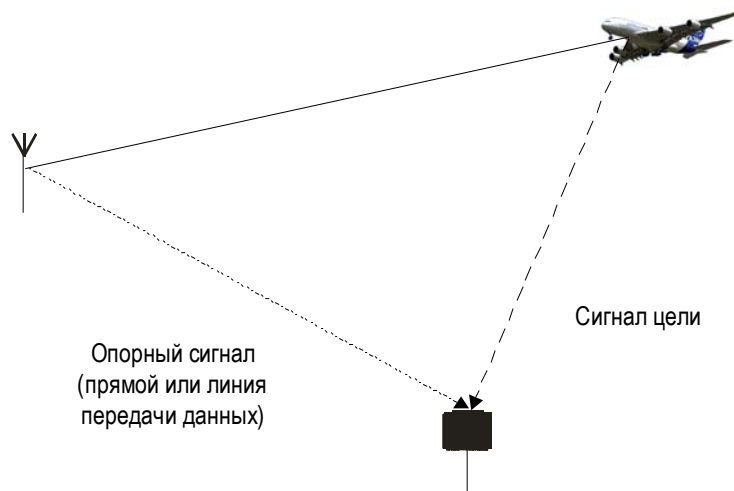


Рис. В-3. Принцип работы MSPSR

6.2 Пассивный MSPSR

Пассивный MSPSR также называют пассивным радиолокатором, пассивным когерентным локатором или паразитным радиолокатором. Вместо собственного передатчика, как у обычных ПОРЛ, эта система использует излучение из случайных источников (например, ЧМ-радиопередатчики или цифровые телевизионные передатчики). Возмущения, создаваемые воздушным судном во время передачи, обрабатываются наземными принимающими станциями, которые могут зафиксировать присутствие воздушного судна. Рабочие характеристики при использовании ЧМ-радиопередатчиков сравнительно низкие, а предполагаемые характеристики при возможном применении наземных цифровых телевещательных передач несколько лучше.

6.3 Активный MSPSR

6.3.1 Чтобы не зависеть от случайных источников, активный MSPSR использует сеть зарезервированных наземных передатчиков. Такие системы основаны на бистатистических методах, которые ранее использовались в военных целях. Система должна использовать методы амплитудной модуляции или импульсного излучения и когерентной обработки. Первоначальные исследования приносят весьма обнадеживающие и позитивные результаты в части возможности использования активной мультистатистической системы ПОРЛ для поддержки функций ОрВД. Согласно оценкам потенциальные характеристики системы удовлетворяют требованиям для захода на посадку/ТМА даже по целям с малой отражающей поверхностью (например, БАС). При необходимости зону действия можно увеличить путем добавления Tx и Rx для поддержки различных видов применения, а также при работе на сложнопереесеченной местности.

6.3.2 Мультистатистические радиолокаторы по ряду параметров превосходят традиционные ПОРЛ. В частности, они обеспечивают:

- а) трехмерное обнаружение по местоположению и скорости;
 - б) более высокую частоту обновления (например, 1,5 с вместо 4–5 с);
 - в) устойчивость к воздействию промышленных радиопомех и, возможно, помех в результате отражений от ветропарков.
-

Добавление С

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОРЛ

Примечание. Вторичный обзорный радиолокатор (ВОРЛ) обеспечивает улучшенное наблюдение (EHS) за воздушными судами в сравнении с первичным радиолокатором. Помимо сообщений о местоположении режим A/C обеспечивает базовые возможности линии передачи данных по передаче опознавательного индекса воздушного судна и данных о барометрической высоте. Режим S обеспечивает более широкие возможности линии передачи данных, которые описываются в последующих разделах.

1. ИНФОРМАЦИЯ НАБЛЮДЕНИЯ

1.1 Так же как и первичный радиолокатор, ВОРЛ в дополнение к данным опознавания обеспечивает получение информации о местоположении (дальность и азимут). ВОРЛ способен предоставлять информацию, указанную в пп. 1.2 и 1.3 ниже.

1.2 *Информация в режиме A/C.* Ответы в режиме A обеспечивают передачу кодов для опознавания воздушных судов. Код режима A, содержащийся в ответе, используется для соотнесения опознавательного индекса воздушного судна с информацией о местоположении. В дополнение к кодам режима A для подтверждения опознавательного индекса воздушного судна может быть использован импульс SPI. Об определенных аварийных условиях может быть сообщено с использованием специальных кодов режима A, зарезервированных исключительно для этой цели. Ответы в режиме S предоставляют данные о барометрической высоте с шагом 100 футов.

1.3 *Информация в режиме S.* В дополнение к вышеуказанной информации наземная станция режима S может получить от приемопередатчика режима S часть или всю нижеуказанную информацию:

- a) индивидуальный 24-битный адрес воздушного судна;
- b) информацию о нахождении воздушного судна на земле (используемую для облегчения обработки ответов ВОРЛ в системах предупреждения о конфликтных ситуациях и в системах обработки радиолокационных данных/данных FDPS);
- c) опознавательный индекс воздушного судна (в той форме, в какой он указан в пункте 7 плана полета ИКАО);
- d) данные о барометрической высоте воздушного судна с шагом 25 футов;
- e) другую информацию за счет использования линии передачи данных режима S, включая специальные виды обслуживания, предоставляемые режимом S.

За исключением информации в первых двух пунктах, которая может быть получена от всех типов приемопередатчиков, возможность получения вышеупомянутой информации зависит от уровня функциональных возможностей приемопередатчика, которым оснащено воздушное судно.

2. НАДЕЖНОСТЬ И ЦЕЛОСТНОСТЬ

2.1 *Вероятность обнаружения.* В связи с использованием приемоответчиков зависимость уровней принимаемых сигналов от дальности определяется как $1/R^2$, а не $1/R^4$, как у первичного радиолокатора. Поэтому система ВОРЛ способна достичь высокой вероятности обнаружения (например, свыше 97 %) даже на большой дальности с использованием передатчиков относительно небольшой мощности и простых приемников. Возможности работы на большой дальности определяются характеристиками запросчика/приемника наземной станции и приемоответчика, а не размером или формой воздушного судна.

2.2 *Ложные цели.* Использование в ВОРЛ разных частот для запроса и ответа исключает появление ложных целей, возникающих в системах первичного радиолокатора в результате переотражений от рельефа, отражений от метеообразований и из-за "призраков". Передача ответов на боковых лепестках предотвращается с помощью схемы SLS в приемоответчиках. Дополнительная защита может быть обеспечена подавлением боковых лепестков в приемнике (RSLs) в наземной системе. Запросы и ответы, получаемые через переотражатели, могут вызывать появление ложных целей в системах ВОРЛ режима А/С. Для сведения данной проблемы к минимуму может быть использован ряд методов. При полном обеспечении режима S ВОРЛ не должно быть устойчивых ложных целей, потому что избирательный запрос будет передаваться только тогда, когда воздушное судно находится в направленном луче.

2.3 *Защита данных.* Защита от искажения информации в коде ответа в режиме А/С ВОРЛ зависит от частоты повторения информации кода в ответе, как средства подтверждения. Данный процесс может быть улучшен с помощью траекторной обработки, определения уровня доверительности и других аналогичных процедур. Защита от искажения данных, содержащихся в запросах и ответах в режиме S, обеспечивается путем процедур контроля с помощью кода CRC, которые предназначены для достижения частоты ошибок, меньшей, чем одна необнаруженная ошибка на 10^7 112-битных сообщений. В том случае, когда в наземной системе используются процессы траекторной обработки и определения уровня доверительности, они могут применяться для оценки действительности данных о барометрической высоте.

2.4 *Разрешающая способность.* Разрешающая способность в режиме наблюдения является мерой способности радиолокатора различать ответы двух или более воздушных судов, находящихся вблизи друг от друга. Разрешающая способность оказывает влияние на стандарты эшелонирования, применяемые службами УВД в зоне действия радиолокатора.

2.5 *Разрешающая способность по азимуту.* Разрешающая способность по азимуту наземных станций ВОРЛ режима А/С, в которых используется обработка сигналов с помощью метода "движущегося окна", обычно несколько превышает ширину луча антенны по азимуту. С другой стороны, разрешающая способность по азимуту наземных станций ВОРЛ режима А/С, в которых используется моноимпульсный метод обработки сигнала, может быть улучшена до доли ширины луча антенны по азимуту. У наземной станции режима S не должно быть проблем с разрешающей способностью в отношении любой пары воздушных судов, если, по крайней мере, одно из них имеет приемоответчик режима S.

2.6 *Разрешающая способность по дальности.* Пачки ответных импульсов в режиме А/С от **воздушных судов**, расположенных вблизи друг друга по азимуту, могут перекрывать друг друга по времени, если воздушные суда находятся близко друг от друга по дальности. Цель может быть потеряна, если ВОРЛ при обработке сигнала **неспособен** выделить кадрирующие импульсы. Если при следующих друг за другом запросах импульсы кодовой информации одного ответа перекрывают импульсы другого ответа, то возникают синхронные помехи. Моноимпульсная обработка пачки ответных импульсов в режиме А/С дает некоторое улучшение по сравнению с обработкой по методу "движущегося окна", так как в большинстве случаев перекрывающиеся пачки импульсов могут быть разделены на основе оценок угла ОВА импульсов. В режиме S не происходит потеря цели или искажение кодов воздушных судов, находящихся вблизи друг от друга потому, что только один приемоответчик режима S отвечает на определенный избирательный запрос.

2.7 *Сообщения о точном местоположении.* Наземные станции ВОРЛ должны обеспечивать предоставление сообщений о точном местоположении целей, которые правильно обнаружены. Требуемая

точность зависит от необходимых минимумов эшелонирования (элементы определения минимумов эшелонирования содержатся в главе 8 документа PANS-ATM). Применение в ВОРЛ обычного метода "движущегося окна" обеспечивает действующие в настоящее время минимумы радиолокационного эшелонирования, равные 18,5 км (10 м. миль), 9,3 км (5 м. миль) и 5,6 км (3 м. мили), в зависимости от расстояния РЛС до воздушного судна. Моноимпульсная наземная станция и наземная станция режима S имеют более высокую точность, и поэтому могут обеспечить меньшие минимумы эшелонирования на большем расстоянии.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ВОРЛ

3.1 *Аналоговая индикация ответных импульсов ВОРЛ.* В первых моделях системы пачки видеоимпульсов, содержащихся в ответах в режиме A/C, отображались на индикаторе PPI либо отдельно, либо с наложением на ответные сигналы первичного радиолокатора. В настоящее время экстракторы целей ВОРЛ (цифровые преобразователи ВОРЛ) обрабатывают все ответы от воздушного судна в период каждого сканирования антенны для формирования цифровых данных о цели ("отметка цели"), в которых может содержаться информация о местоположении воздушного судна, код опознавания и эшелон полета (системы режима S могут также обеспечивать ряд дополнительных данных). Информация о "цели" ВОРЛ может быть далее обработана, до индикации, в системах RDPS, которые могут осуществлять радиолокационное слежение по данным одной или нескольких наземных станций, обработку для предупреждения конфликтной ситуации, формирование предупреждения о высоте MSAW и т. п. Информация о "цели" ВОРЛ обычно отображается в виде символа местоположения цели, рядом с которым может стоять буквенно-цифровая метка, содержащая данные опознавания ВОРЛ и информацию о барометрической высоте. Кроме того, информация режима S, например данные о намерениях воздушного судна, также может отображаться на буквенно-цифровой метке или в виде выбираемых блоков данных.

3.2 *Зона действия.* ВОРЛ должен обеспечивать зону действия в любых погодных условиях во всех направлениях и при любых дальностях в диапазоне, по крайней мере, от 1,85 км (1 м. мили) и до максимальной дальности в соответствии с эксплуатационными требованиями (обычно 370 км (200 м. миль) для систем дальнего радиуса действия и 150 км (80 м. миль) для систем ближнего радиуса действия), а также на всех эксплуатационных высотах, по крайней мере, до 30 480 м (100 000 фут) над средним уровнем моря, и, по крайней мере, при углах места от 0,5 до 40° (или 0,5° над препятствием в направлениях затенения от рельефа). Для некоторых видов применения линии передачи данных режима S ВОРЛ может потребоваться зона действия на поверхности летного поля.

3.3 *Помехи.* Системы ВОРЛ должны выполнять свои эксплуатационные функции, не снижая характеристик другого радиооборудования, других РЛС или электронного оборудования на борту воздушного судна или на земле, а также не подвергаясь влиянию помех со стороны такого оборудования.

3.4 *Маневры воздушных судов.* Вероятность обнаружения воздушных судов, осуществляющих маневры, может снизиться в результате экранирования антенны приемопередатчика; этого можно избежать за счет тщательного выбора места установки антенны или обработки информации нескольких РЛС, а также применения приемопередатчиков с разнесенными антеннами.

4. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КРИТЕРИИ

4.1 *Вероятность обнаружения.* P_D измеряется в пределах зоны действия. Она должна составлять, по крайней мере, 95 % в любой точке зоны действия. Величина P_D зависит от места установки оборудования, бюджета мощности по линиям связи "вверх" и "вниз", а также от других факторов.

4.2 *Ложное обнаружение.* Появление ложных целей вызвано в основном отражениями в пределах главного лепестка, обнаружением в зонах боковых лепестков, которое может вызвать срабатывание ответчика

на более коротких расстояниях, и обнаружением запаздывающих вторичных ответов от воздушного судна, находящегося за границами максимальной зоны действия, которые принимаются за ответы с более короткого расстояния. В рамках любого сканирования количество ложных целей должно быть менее 2 % от общего числа целей. Количество ложных обнаружений может быть сокращено за счет хорошего среза вертикальной диаграммы направленности антенны, тщательного выбора места установки, управления чувствительностью по времени (STC) и последовательной обработки сканирований.

4.3 *Искажение информации.* Наложение ответов может привести к пропускам обнаружения, неточным обнаружениям и искажению кода в режимах А и С, в частности, когда цели находятся достаточно близко друг от друга, вызывая появление синхронных помех.

4.4 *Точность определения местоположения.* В первом приближении точность обнаружения можно охарактеризовать математическим ожиданием и среднеквадратичным отклонением по дальности и азимуту во всей зоне действия. Типичными величинами среднеквадратичного отклонения являются 250 м и $0,15^\circ$ для обычного ВОРЛ и 100 м и $0,06^\circ$ для моноимпульсных наземных станций и наземных станций режима S. Квантование данных должно согласовываться с точностью. Погрешности по дальности и азимуту должны быть сведены к минимуму. Их следует весьма тщательно отслеживать, особенно, если происходит комплексирование данных от нескольких РЛС с перекрывающимися зонами действия. В частности, север радиолокатора должен быть совмещен с географическим севером с точностью до $0,1^\circ$ (отклонение по азимуту в $0,3^\circ$ на расстоянии 370 км соответствует погрешности, равной 2 км). В случае одной РЛС такого рода отклонения менее важны, поскольку расстояние между находящимися вблизи друг от друга воздушными судами будет правильным.

4.5 *Режим А и режим С.* В течение любого сканирования донесения с отсутствующими или недействительными кодами режима А должны иметь место с вероятностью менее 2 %. При любом сканировании целей, оснащенных оборудованием режима С, представление донесений с отсутствующими или недействительными кодами режима С должно происходить с вероятностью менее 4 %. При любом сканировании представление донесений с необнаруженными искаженными кодами режима А должно происходить с вероятностью менее 0,1 %. В течение любого сканирования донесения с необнаруженными искаженными кодами режима С должны представляться с вероятностью менее 0,1 %.

4.6 *Режим S.* Частота необнаруженных ошибок в сообщениях режима S должна быть менее чем одна необнаруженная ошибка на 10^7 112-битных сообщений. Такая защита сообщений обеспечивается проверкой с помощью кода CRC, предусматриваемой при кодировании в режиме S.

4.7 *Пропускная способность наземной станции* (максимальное количество воздушных судов на одно сканирование) должна устанавливаться в соответствии с прогнозами плотности местного воздушного движения. Например, для запросчиков в районах с большим объемом движения может требоваться пропускная способность 900 воздушных судов.

4.8 *Критерии обработки и индикации.* Оборудование обработки и индикации данных должно быть способно справляться с указанной пропускной способностью наземной станции. Оно не должно создавать больших задержек (например, не более половины периода сканирования) между обнаружением и индикацией.

4.9 *Методы контроля и оценки.* Технические характеристики ВОРЛ могут контролироваться и оцениваться путем измерений на самой наземной станции, а также путем сравнения выходных данных наземной станции с опорными данными, полученными в летных проверках с использованием либо независимых средств траекторных измерений, либо воссоздания траектории на основе траекторной обработки регистрируемых радиолокационных данных не в реальном масштабе времени. Эти вопросы подробно изложены в томе III "Испытания обзорных радиолокационных систем" Руководства по испытаниям радионавигационных средств (Doc 8071).

Добавление D

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ВОРЛ

1. АСПЕКТЫ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ

1.1 Соотношение бюджетов мощности линий связи "вверх" и "вниз"

1.1.1 Системы ВОРЛ, применяемые в гражданской авиации, проектируются обычно таким образом, чтобы линия связи "вниз" была более чувствительная, чем линия связи "вверх", как правило, на 3–6 дБ. Это обеспечивает то, что каждый раз, когда наземный запросчик запускает приемоответчик, существует высокая степень вероятности того, что передаваемый в результате ответ будет должным образом получен соответствующим наземным приемником. Максимальное расстояние по линии связи "вверх" представляет собой расстояние, на котором получаемый приемоответчиком уровень мощности соответствует MTL приемоответчика. MTL определяется как уровень сигнала, при котором приемоответчик отвечает на сигнал запроса или приемник наземной станции реагирует на сигнал ответа с вероятностью ответа в 90 %. MTL приемоответчика измеряется на антенном входе линии передачи. В первом приближении вероятность завершения замкнутого цикла "запрос – ответ" на выходе наземного приемника принимается также равной 90 % (а не 81 %, чему она была бы равна, если бы каждая из обеих линий передачи данных "вверх" и "вниз" была "сбалансирована" на уровне 90-процентной вероятности). Следует также отметить, что это является вероятностью единичного полного цикла "запрос – ответ". Фактическая "вероятность обнаружения" после фильтрации помех и выделения сигнала зависит от достаточного количества завершенных единичных циклов "запрос – ответ", составляющих выборку для применяемого метода обработки.

1.1.2 Система ВОРЛ может оказаться перенасыщенной и ее характеристики снизятся, если приемоответчики слишком часто запрашиваются и/или подавляются.

1.1.3 Приемоответчики воздушных судов могут одновременно принимать запросы и посылать ответы только одной наземной станции, поэтому важно, чтобы они не были "заняты" передачей ответов большему количеству станций, чем это абсолютно необходимо.

1.1.4 Чрезмерное превышение мощности может вызвать срабатывание приемоответчика за счет запросов на боковых лепестках или за счет ложных пар P_1 - P_2 . При этом могут возникнуть нежелательные подавления, которые снизят возможность передачи ответов другим наземным станциям.

1.1.5 К ВОРЛ применимо следующее радиолокационное уравнение:

$$P_{\text{rec}} = P_{\text{trd}} \frac{G_A G_T}{L_{\text{at}} L_l L_T} \frac{1}{(4\pi)^2} \frac{\lambda^2}{R^2},$$

где:

P_{rec} – принимаемая мощность на входе приемника (ватты);

P_{trd} – передаваемая мощность на выходе передатчика (ватты);

G_A – коэффициент усиления антенны наземной станции по сравнению с изотропной антенной в направлении приемопередатчика;

G_T – коэффициент усиления антенны приемопередатчика по сравнению с изотропной антенной;

L_i – суммарные потери энергии между запросчиком и антенной;

L_T – суммарные потери в кабеле между антенной и приемопередатчиком;

L_{at} – атмосферное затухание;

λ – длина волны (в метрах);

R – расстояние между антенной наземной станции и антеннами приемопередатчика (в метрах).

Примечание. Величины G_A и G_T , используемые в данном уравнении, необходимо выбирать тщательно. Величина G_A , коэффициент усиления антенны наземной станции, будет варьироваться в зависимости от азимута и угла места в пределах диаграммы направленности. Для надежной работы в требуемой зоне действия коэффициент усиления не должен быть ниже выбранной величины для всех углов места в данной зоне действия для любого заданного расстояния. Более того, коэффициент усиления не должен быть ниже установленной величины по всей ширине луча по азимуту, в пределах которой требуется получать ответы. Из данных положений вытекает величина коэффициента эффективного усиления, которая будет меньше, чем пиковое значение коэффициента усиления антенны наземной станции. Можно ожидать, что при обычных обстоятельствах величина G_T , коэффициент усиления антенны приемопередатчика, будет более постоянной, однако она будет варьировать в зависимости от угла места и коэффициент эффективного усиления будет определяться пространственным положением воздушного судна.

1.1.6 Количество ответов за время прохождения луча пропорционально времени прохождения луча и PRF. Время прохождения луча определяется как ширина луча (в градусах), отнесенная к скорости сканирования антенны (в градусах на секунду).

$$\text{Число ответов} = \frac{\text{ширина луча (градусы)} \times \text{PRF (s}^{-1}\text{)}}{\text{скорость сканирования антенны (градус/с)}}$$

1.2 Бюджет мощности линии связи "вверх"

1.2.1 Элементы линии связи "вверх" представлены в виде блок-схемы на рис. D-1. Анализ линии связи "вверх" облегчается, если общие для наземной станции элементы (мощность передатчика, потери в фидере запросчика и коэффициент усиления запросчика) объединены в уравнение для уровня ERP:

$$\text{ERP}_{(l)} = P_{\text{trd}} G_A / L_i,$$

где $\text{ERP}_{(l)}$ и P_{trd} выражены в ваттах, а G_A и L_i являются коэффициентами.

1.2.2 Уровень мощности на входе антенны приемопередатчика вычисляется следующим образом:

$$P_{\text{ant}(T)} = \text{ERP}_{(l)} \frac{1}{L_{at}} \frac{1}{R^2} \frac{\lambda^2}{(4\pi)^2},$$

где $P_{\text{ant}(T)}$ и $\text{ERP}_{(l)}$ выражены в ваттах, L_{at} является коэффициентом, а λ и R даны в метрах.

1.2.3 Если $\lambda = 29,13$ см ($f = 1030$ МГц), то атмосферные потери (которые зависят от длины волны) составляют 0,0065 дБ на морскую милю (1,85 км). Если R выражается в морских милях, приведенное выше уравнение можно записать в логарифмической форме:

$$P_{ant(T)} = ERP_{(I)} - 0,0065 R - 20 \log(R) - 98,05,$$

где $P_{ant(T)}$ и $ERP_{(I)}$ выражены в дБ относительно 1 милливатт (дБмВт).

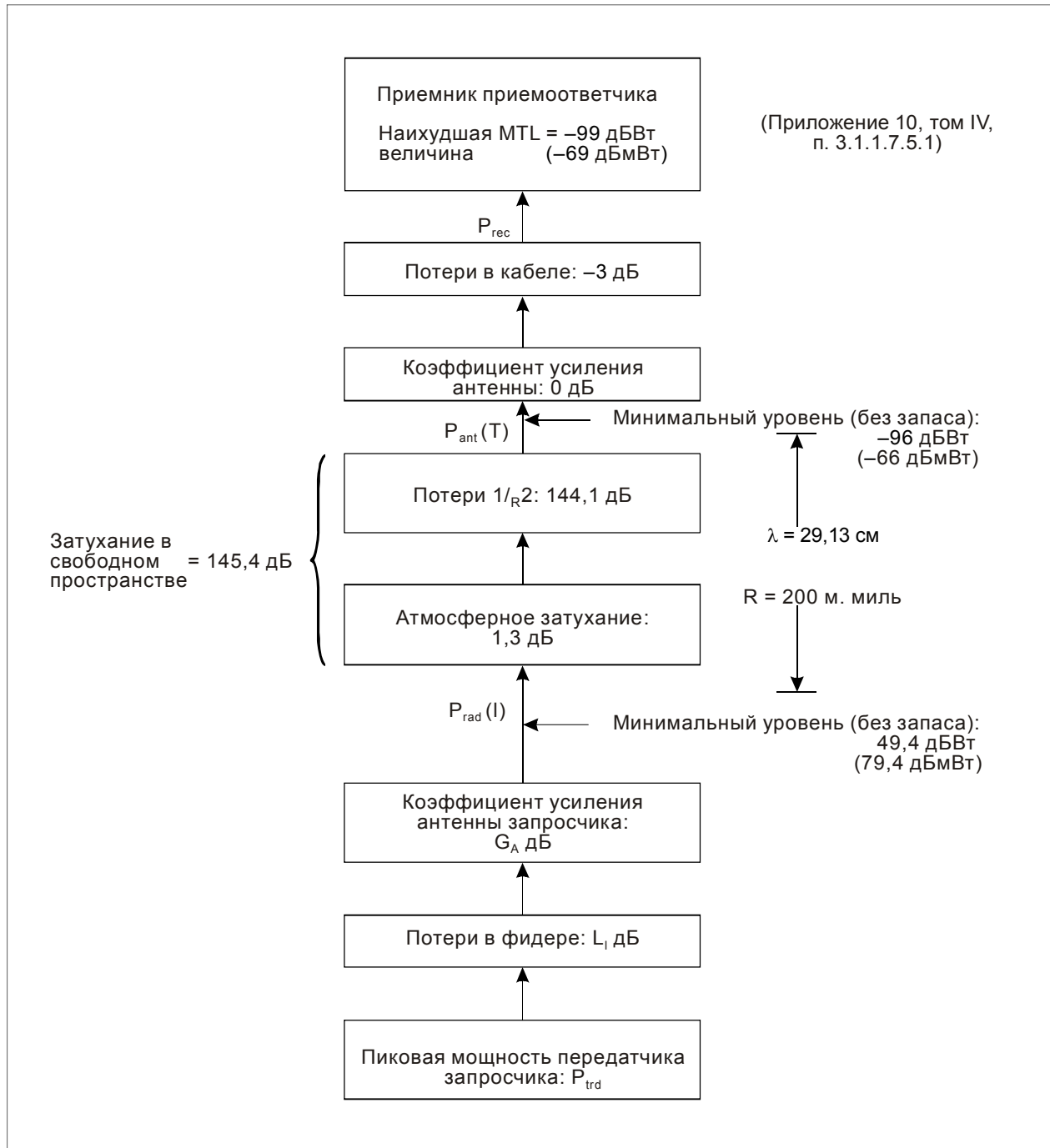


Рис. D-1. Запас мощности линии связи "вверх": ERP равна 79,4 дБмВт

1.2.4 На рис. D-2 показан график величины $ERP_{(l)}$, уровень мощности, которая должна излучаться антенной наземной станции для обеспечения определенной мощности $P_{ant(T)}$ в антенне приемопередатчика на расстоянии R при величинах R от 18,5 до 555 км (10 до 300 м. миль). Фактическая мощность в приемнике приемопередатчика рассчитывается с учетом коэффициента усиления антенны приемопередатчика и потерь в кабеле:

$$P_{rec} = P_{ant(T)} G_T / L_T,$$

где P_{rec} и $P_{ant(T)}$ выражены в ваттах, а G_T и L_T являются коэффициентами (в линейном выражении).

$$P_{rec} = P_{ant(T)} + G_T - L_T,$$

где P_{rec} и $P_{ant(T)}$ выражены в дБмВт, а G_T и L_T – в дБ (в логарифмической форме).

1.2.5 На рис. D-1 приводятся величины атмосферных потерь для расстояния в 370 км (200 м. миль) и параметры приемопередатчика, соответствующие тем, которые определены в стандартах для наилучших допусков на характеристики приемопередатчика. Запас по мощности для линии передачи "вверх" выражается величиной, на которую уровень излучаемой мощности превышает минимум, необходимый для срабатывания приемопередатчика. Получаемый запас по мощности для линии связи "вверх" определяется мощностью передатчика, коэффициентом усиления антенны и потерями в фидере наземной станции. Следует отметить, что два последних фактора также влияют на запасы по мощности для линии связи "вниз".

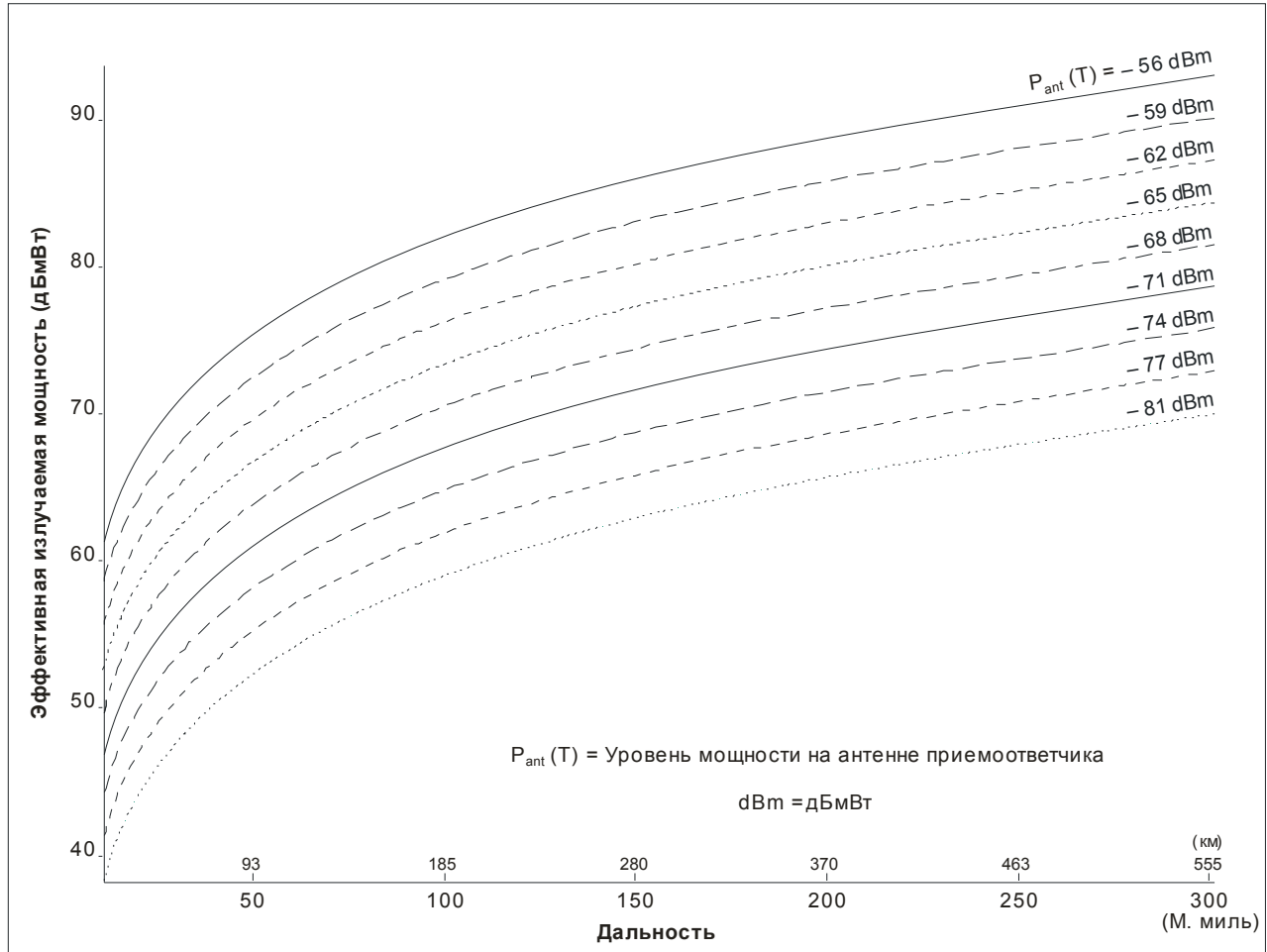


Рис. D-2 Зависимость мощности от дальности на частоте 1030 МГц

1.2.6 При передаче данных по линии связи режима S на борт воздушного судна, находящегося на земле в аэропорту, принимаемый приемопередатчиком сигнал может иметь чрезмерный динамический диапазон вследствие очень коротких минимальных расстояний. В связи с таким очень большим динамическим диапазоном следует рассмотреть возможность использования вспомогательной системы с регулированием мощности передатчика для ее согласования с расстоянием до приемопередатчика.

1.2.7 Необходимо обеспечить, чтобы приемопередатчик воздушного судна получил достаточное количество запросов, превышающих MTL, в пределах ширины луча антенны наземной станции (номинально при ширине луча на уровне 3 дБ), чтобы получить необходимое количество ответов для последующей обработки (например, для выделения цели). В зависимости от частоты запросов, скорости вращения антенны, диаграммы направленности антенны по азимуту и по углу места, для получения такого числа ответов потребуется работать ниже пикового уровня усиления антенны. Такой уровень располагается обычно в диапазоне от 2 до 4 дБ ниже пикового. Следует отметить, что приведенные уровни сигнала основаны на распространении в свободном пространстве. Эффект бокового распространения может вызвать значительные изменения в данных уровнях.

1.3 Бюджет мощности линии связи "вниз"

1.3.1 Элементы линии связи "вниз" показаны в виде блок-схемы на рис. D-3. Анализ линии связи "вниз" упрощается, если общие для приемопередатчика элементы (мощность передатчика, потери в фидере приемопередатчика и коэффициент усиления антенны приемопередатчика) объединены в формуле для ERP:

$$ERP_{(T)} = P_{trd} G_T / L_T,$$

где $ERP_{(T)}$ и P_{trd} выражены в ваттах, а G_T и L_T – коэффициенты, или при выражении в логарифмической форме:

$$ERP_{(T)} = P_{trd} + G_T - L_T,$$

где $ERP_{(T)}$ и P_{trd} выражены в дБмВт, G_T и L_T – в дБ.

1.3.2 Принимаемый антенной наземной станции уровень мощности составляет:

$$P_{ant(l)} = ERP_{(T)} \frac{1}{L_{at}} \frac{1}{R^2} \frac{\lambda^2}{(4\pi)^2},$$

где $P_{ant(l)}$ и $ERP_{(T)}$ выражены в ваттах, L_{at} является коэффициентом, а λ и R даны в метрах.

1.3.3 При $\lambda = 27,52$ см ($f = 1090$ МГц) атмосферные потери (которые зависят от длины волны) составляют 0,0090 дБ на морскую милю (1,85 км). Если R дано в морских милях, вышеуказанное уравнение можно записать в логарифмической форме:

$$P_{ant(l)} = ERP_{(T)} - 0,0090 R - 20 \log(R) - 98,54,$$

где $P_{ant(l)}$ и $ERP_{(T)}$ выражены в дБ относительно 1 мВт (дБмВт).

1.3.4 На рис. D-4 приведены кривые зависимости $ERP_{(T)}$, то есть ERP антенны приемопередатчика, и мощности, принимаемой антенной наземной станции, $P_{ant(l)}$, как функции дальности R при величинах R от 18,5 до 555 км (от 10 до 300 м. миль). Фактическая мощность в приемнике наземной станции рассчитывается с учетом коэффициента усиления антенны наземной станции:

$$P_{rec} = P_{ant(l)} G_A / L_I,$$

где P_{rec} и $P_{ant(l)}$ выражены в ваттах, а G_A и L_I являются коэффициентами.

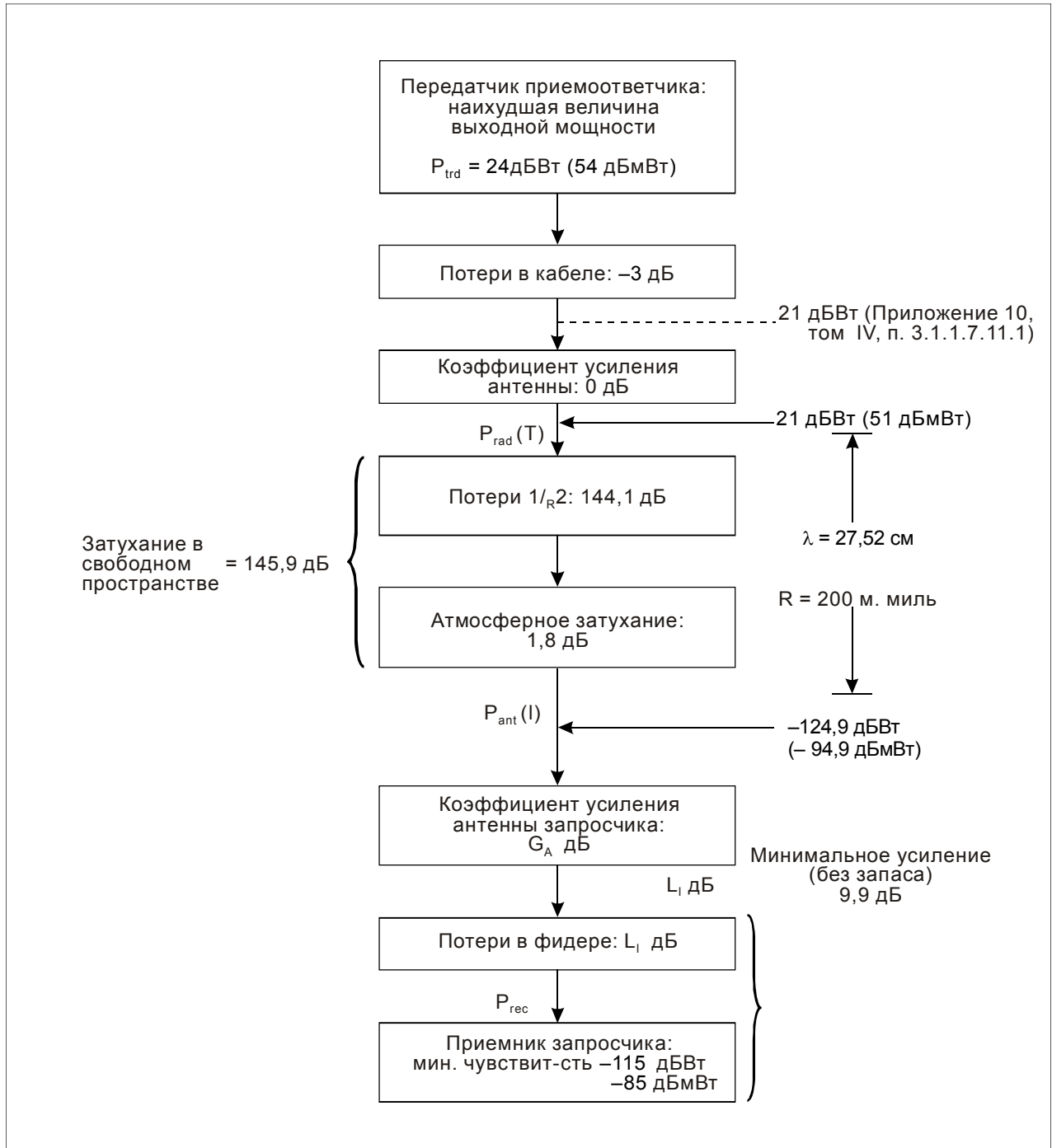


Рис D-3. Запас мощности линии связи "вниз": минимальный уровень чувствительности приемника на входе приемника

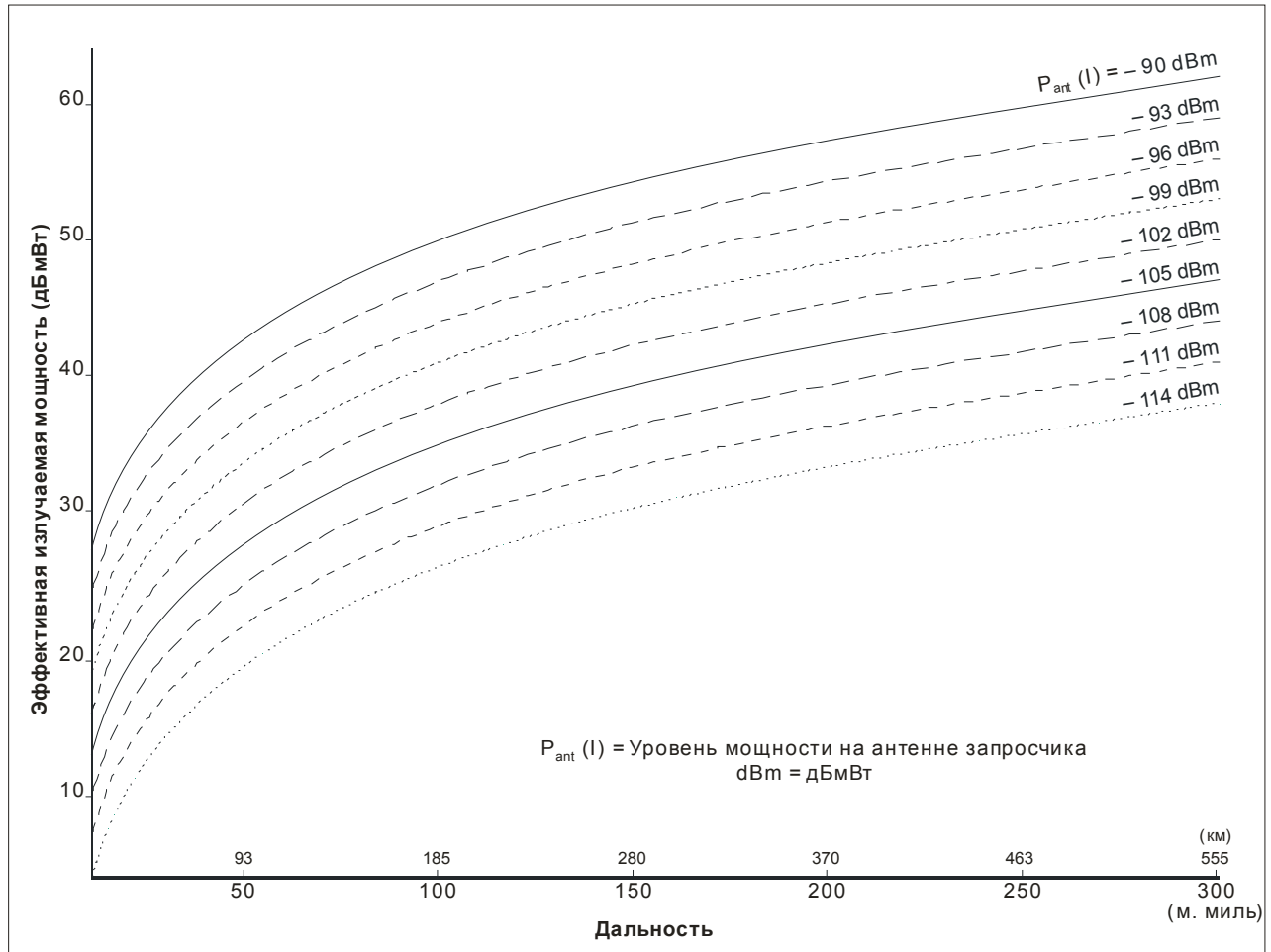


Рис. D-4 Зависимость мощности от дальности на частоте 1090 МГц

1.3.5 На рис. D-3 приведены величины атмосферных потерь для расстояния в 370 км (200 м. миль), а также выходная мощность приемопередатчика на самом низком уровне, допускаемом в стандартах, 24 дБВт (250 Вт). Запас по мощности линии связи "вниз" представляет собой величину, на которую уровень принимаемой мощности превышает уровень чувствительности приемника. Обычно чувствительность запросчика/приемника ВОРЛ определяется как "тангенциальная" чувствительность (см. п. 2.4.2.1 ниже в отношении чувствительности приемника). Во многих видах применения более реалистичной величиной для использования может быть минимальное значение SNR, которое необходимо для надежной работы последующих процессоров сигналов (экстракторов цели). В частности, это относится к моноимпульсным системам, использующим методы суммарно-разностных диаграмм, когда должно быть обеспечено соответствующее SNP в разностном канале для ответов с максимального расстояния.

1.4 Взаимосвязь уровней абсолютной мощности и уровней плотности мощности

1.4.1 В некоторых случаях удобно работать с уровнем плотности мощности, выраженной в ваттах на квадратный метр, на различных расстояниях по направлению распространения сигнала по линиям связи "вверх"

и "вниз". Уровень принимаемой мощности затем может быть рассчитан на основе знания эффективной площади принимающей антенны. Соотношения для таких расчетов кратко излагаются ниже:

- a) при мощности, излучаемой изотропной антенной P_T , плотность мощности на расстоянии R метров составляет $P_D = P_T / (4\pi R^2)$ W/m^2 ;
- b) если коэффициент усиления G_T передающей антенны в заданном направлении определяется как отношение излучаемой мощности в этом направлении к излучаемой в том же направлении мощности стандартной (изотропной) антенны, тогда плотность мощности в этом направлении равна:

$$P_D = G_T P_T / (4\pi R^2) \text{ W/m}^2$$

Примечание. G_T – безразмерный коэффициент (не в логарифмической форме), не выраженный в дБ;

- c) для заданной передающей системы с помощью этой формулы можно рассчитать плотность мощности на любом расстоянии;
- d) приемная антенна с коэффициентом усиления G_R имеет эффективную площадь A_R , определяемую следующим образом:

$$A_R = G_R (\lambda^2 / 4\pi) \text{ m}^2, \text{ где } \lambda \text{ выражена в метрах;}$$

- e) в таком случае мощность, передаваемая согласованной антенной на приемник, определяется как

$$P_{\text{rec}} = P_D A_R W;$$

- f) в результате подстановок из предыдущих формул получается следующее уравнение радиолокации для системы приемоответчика:

$$P_{\text{rec}} = P_T G_T G_R \lambda^2 / (4\pi R)^2.$$

2. УСТАНОВКА НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ

2.1 Размещение

2.1.1 Количество наземных станций

При планировании размещения наземных станций следует стремиться к тому, чтобы количество наземных станций с перекрывающимися зонами действия сводилось к минимуму, соответствующему эксплуатационным требованиям.

2.1.2 Влияние препятствий

2.1.2.1 Природные и искусственные препятствия, расположенные вокруг места установки ВОРЛ, могут оказать неблагоприятное воздействие, в частности, из-за отражений или эффекта дифракции. Следует подчеркнуть, что отражения по основному лепестку могут вызвать серьезные проблемы, например, ложные цели.

2.1.2.2 Дифракция может происходить в тех случаях, когда для частей луча создаются препятствия в виде зданий или других поверхностей. Расхождения между прямой траекторией луча и траекторией, преломленной препятствием, могут исказить результаты измерения азимута. Отражение от горизонтальной земной поверхности может вызвать смещение цели по азимуту. Наложение прямого и отраженного сигналов искажает форму луча, поэтому рекомендуется избегать больших вертикальных отражающих поверхностей на достаточном расстоянии от антенны наземной станции ВОРЛ. Такое расстояние будет зависеть от эффективной площади поперечного сечения отражающей поверхности и от ее превышения относительно наземной станции.

2.2 Антенна запросчика

2.2.1 HRP

2.2.1.1 Импульсы запроса излучаются направленной антенной. Ширина азимутального луча для антенны с механическим вращением должна быть достаточно узкой, обычно между 2 и 3° на уровне 3 дБ, однако следует отметить, что существует минимальное количество ответов, необходимое для надежной обработки и индикации. Такое минимальное количество будет зависеть от конкретных имеющихся средств обработки и индикации. Обычно для цифровых преобразователей отметок ВОРЛ, работающих по принципу "движущегося окна", требуется при каждом режиме запроса 4–8 ответов на ширину луча. Для цифровых преобразователей МВОРЛ при каждом режиме запроса обычно требуется 2–4 ответа на ширину луча. Следует также отметить, что существует прямая зависимость между требуемым количеством ответов на ширину луча, частотой запросов, шириной луча антенны и скоростью вращения антенны (см. п. 1.1.6 данного добавления).

2.2.1.2 Ширина луча антенны в горизонтальной плоскости часто делается по возможности более узкой для повышения точности по азимуту. Для антенн с механическим вращением узкий луч в горизонтальной плоскости сокращает время нахождения в луче и соответственно снижает пропускную способность режима S наземной станции. В качестве приемлемого компромисса выбрана моноимпульсная антенна с шириной луча порядка 2,4°.

2.2.1.3 Боковые лепестки диаграммы направленности по азимуту должны быть, насколько это возможно, небольшими. Желательно, чтобы их уровень был по крайней мере на 24 дБ ниже основного лепестка.

2.2.2 VRP

2.2.2.1 Импульсы запроса должны излучаться антенной, которая обеспечивает достаточный уровень сигнала при углах от 0,5 до 40° на расстояниях и высотах, определяемых с эксплуатационными требованиями.

2.2.2.2 Другой важной характеристикой является возможность уменьшения уровня энергии, направленной в сторону земли. Отраженная от земной поверхности энергия может оказать значительное влияние на диаграмму излучения антенны ВОРЛ в пространстве. Для целей, находящихся под определенным углом места, энергия прямого и отраженного сигналов совмещается по фазе, значительно повышая уровень сигнала, в то время как при других углах эти сигналы не совпадают по фазе, вызывая значительное снижение уровня сигнала. Все это может оказать нежелательное влияние, включая:

- a) потерю ответов от воздушных судов в зонах, где уровень сигнала ослаблен;
- b) запрос воздушных судов за пределами эксплуатационных требований в зонах с повышенным уровнем сигнала, создание возможных помех для работы приемников других наземных станций;
- c) снижение точности по азимуту, когда уровень отраженного сигнала не одинаков в пределах луча антенны. Это приводит к меньшим отклонениям уровня сигнала на одной стороне луча, чем на другой, смещая фактическую ось луча.

2.2.3 Методы снижения уровня излучения на малых углах

Ограничения, свойственные антеннам с малым вертикальным раскрытием (например, "желобковым антеннам"), могут быть преодолены путем разработки антенн LVA (с вертикальным раскрытием, равным пятикратной длине волны и более). Антенны такого типа обычно представляют собой антенные решетки из совмещенных столбцов диполей, на которые подаются сигналы соответствующей амплитуды и фазы. Антенны LVA обычно используются в системах МВОРЛ и режима S.

2.2.4 Влияние высоты установки антенны над землей на VRP

2.2.4.1 В большинстве случаев на VRP до некоторой степени будет оказывать влияние отраженная от земли энергия. Величины максимумов и провалов, возникающих в результате этого, будут зависеть от отражающих характеристик поверхности земли, а число максимумов и провалов будет зависеть от высоты, на которой находится антенна над отражающей земной поверхностью.

2.2.4.2 Максимумы и провалы будут иметь место через интервалы, кратные приблизительно $n\lambda/4h$ радиан, где λ – длина волны, h – действующая высота антенны и n – нечетное количество максимумов и четное количество провалов. На рис. D-5 приводится геометрия отражения, результирующая структура и изменение уровня сигнала в зависимости от расстояния до воздушного судна, находящегося на постоянной высоте. Такая аппроксимация применима для расчета максимумов и провалов при условии, что отражающая земная поверхность является относительно горизонтальной на расстоянии приблизительно 2,8–5,6 км (1,5–3 м. миль) в зависимости от высоты антенны.

2.2.4.3 Наклон земной поверхности может перемещать диаграмму направленности лепестков вверх или вниз. Особое внимание следует уделять выбору места и высоте установки антенны для достижения наилучших эксплуатационных характеристик. Увеличение высоты установки антенны имеет тенденцию к увеличению числа провалов, однако уменьшает глубину каждого отдельного провала. Это отражено на рис. D-6, на котором представлены диаграммы боковых лепестков определенного типа антенны для действующих значений высоты 8,5 и 25 м.

2.2.5 Антенна SLS

2.2.5.1 Основное требование заключается в том, чтобы диаграмма излучения управляющих импульсов перекрывала боковые и задние лепестки диаграммы направленного излучения. Другой важной характеристикой для правильной работы является согласование диаграмм направленности антенны излучающего импульса и направленной антенны в вертикальной плоскости с тем, чтобы отношение по мощности P_1/P_2 выдерживалось при всех углах места. Если для излучения импульсов P_1 и P_2 (или P_6 и P_5 для режима S) используются отдельные передатчики, то необходимо обеспечить, чтобы отношение по мощности P_1/P_2 (или P_6/P_5 для режима S) в пространстве выдерживалось на уровнях, требуемых для SLS (Приложение 10, том IV, глава 3, пп. 3.1.1.7.4.1 и 3.1.2.1.5.2.5).

2.2.5.2 Наилучшим способом удовлетворения данных требований является создание единой конструкции: антенны SLS и направленной антенны. Обычно диаграмма SLS создается за счет подачи сигнала соответствующей амплитуды и фазы на центральную часть направленной антенны. Для перекрытия задних лепестков можно использовать специальный излучатель.

2.2.5.3 Другое решение состоит в использовании отдельной всенаправленной антенны для излучения диаграммы SLS. Из-за физических ограничений фазовый центр отдельной антенны зачастую будет смещен относительно фазового центра направленной антенны. Это вынуждает изменять отношение между P_1 и P_2 в зависимости от угла азимута и угла места цели. Отдельную антенну можно использовать при модернизации старого оборудования, но ее не следует применять в новых установках.

2.2.6 Диаграммы направленности моноимпульсных антенн

Для систем МВОРЛ требуются антенны, которые обеспечивают информацию о величине ОВА принимаемых сигналов, как правило, в виде "суммарного" и "разностного" выходных сигналов. Подробное описание моноимпульсной обработки сигналов приводится в добавлении Е. Поскольку для определения азимутального угла относительно оси диаграммы направленности антенны при моноимпульсной обработке используются относительные амплитуды или фазы суммарных и разностных выходных сигналов, важно, чтобы эти относительные параметры выдерживались в пределах соответствующих допусков для угла относительно оси диаграммы направленности антенны в границах всей зоны действия антенны по углу места. Использование моноимпульсных методов является необходимым предварительным условием для применения запросчика режима S со сканирующим лучом.

2.2.7 Фидерные системы

Фидерная система наземной станции обеспечивает соединение антенны с передатчиками и приемниками; она состоит из вращающихся сочленений, коаксиальных кабелей и ВЧ-коммутаторов. Характеристики фидерной системы имеют важное значение для всей системы, особенно в моноимпульсных системах, в которых согласование каждого канала фидерной системы по фазе и амплитуде должно выдерживаться в пределах соответствующих допусков для используемого типа обработки.

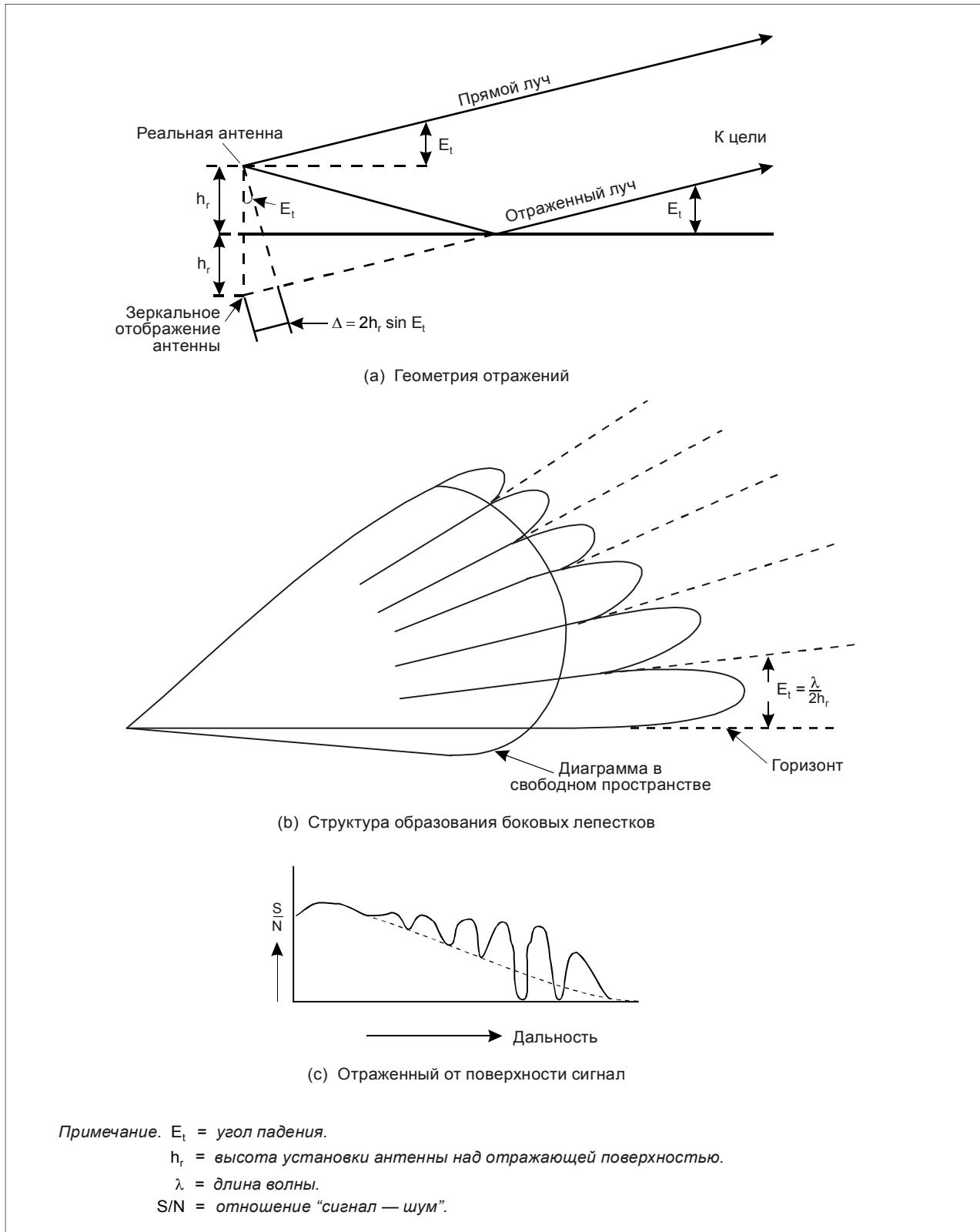


Рис. D-5. Влияние отражений от поверхности

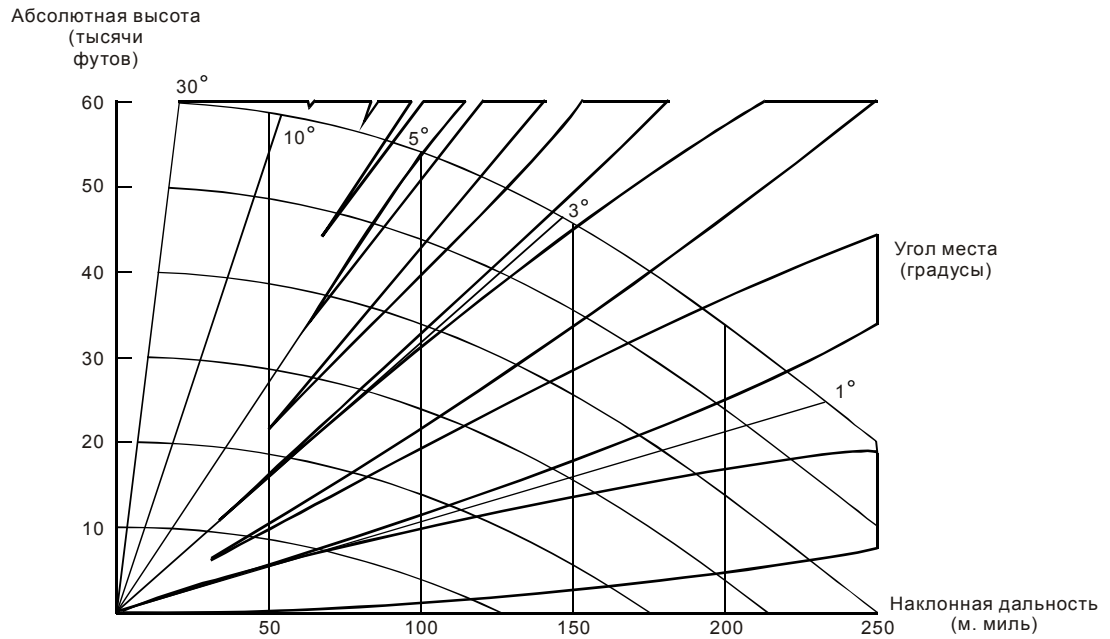
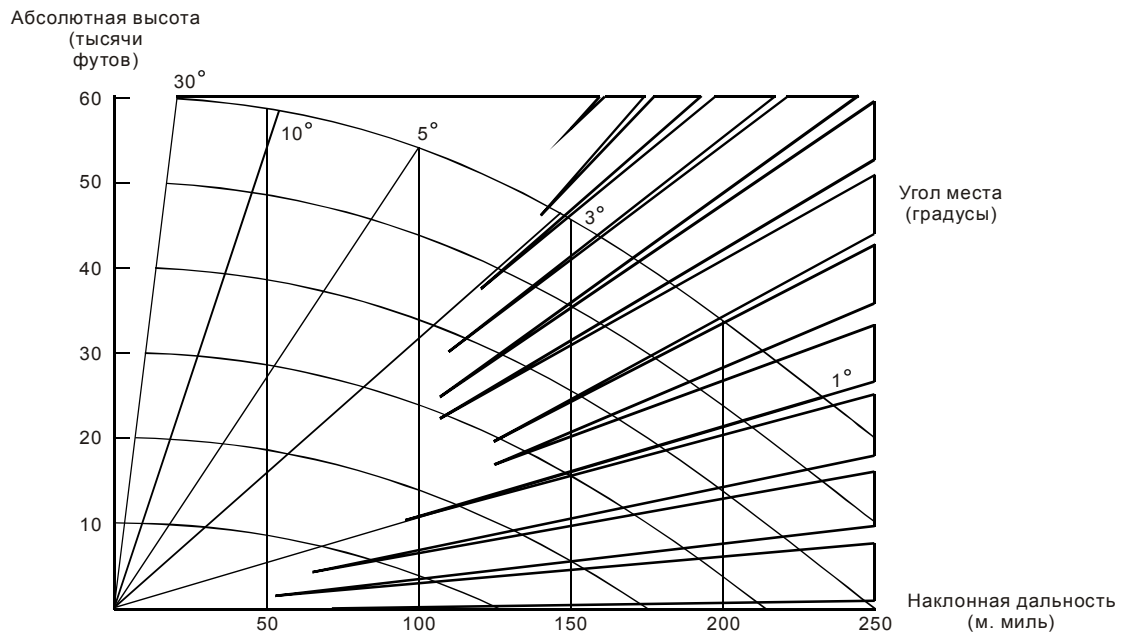
А. Высота подвеса антенны — 8,5 м**В. Высота подвеса антенны — 25 м**

Рис. D-6. Типичная структура лепестков антенны, обеспечивающей 90-процентную вероятность обнаружения

2.3 Передатчик наземной станции

2.3.1 Мощность передатчика

2.3.1.1 Выходная мощность передатчика, необходимая для достижения заданных эксплуатационных характеристик, в значительной степени зависит от коэффициента усиления и диаграммы направленности антенны, с которой используется передатчик. Бюджет мощности линии связи "вверх" рассмотрен в п. 1.2.1 данного добавления.

2.3.1.2 Если диаграмма излучения управляющего импульса для ISLS обеспечивается без применения антенны, объединенной с направленной антенной, для соответствующего питания антенны излучения управляющего импульса может потребоваться другой уровень мощности. Раздельные антенны такого типа не рекомендуется применять в новых установках.

2.3.1.3 Как рекомендовано в п. 3.1.1.8.2 главы 3 тома IV Приложения 10, в тех случаях, когда не требуется полная зона действия системы, мощность запросчика должна быть снижена. В качестве примера следует отметить, что цифровые методы позволяют снизить уровень излучаемой мощности в заранее определенных азимутальных секторах для того, чтобы избежать нежелательных ответов, вызванных отражениями.

2.3.2 Методы подавления ISLS

Как показано на рис. D-7, приемопередатчики режима A/C запираются при поступлении пар импульсов P_1 - P_2 (см. п. 3.1.1.7.4 главы 3 тома IV Приложения 10). Приемопередатчики режима S не посылают ответа при поступлении импульсов P_5 , которые нейтрализуют синхронное опрокидывание фазы импульса P_6 (п. 3.1.2.10.3.1 главы 3 тома IV Приложения 10). Импульсы P_2 или P_5 излучаются запросчиком посредством диаграммы излучения "управляющего импульса", которая перекрывает все боковые лепестки диаграммы направленного излучения при соответствующих эксплуатационным требованиям углах места. Для этого может потребоваться создание единой конструкции, состоящей из антенны направленного излучения и антенны для излучения управляющего импульса, что обеспечивает одинаковую действующую высоту обеих антенн над поверхностью земли и постоянное соотношение фаз их сигналов при вращении направленной антенны.

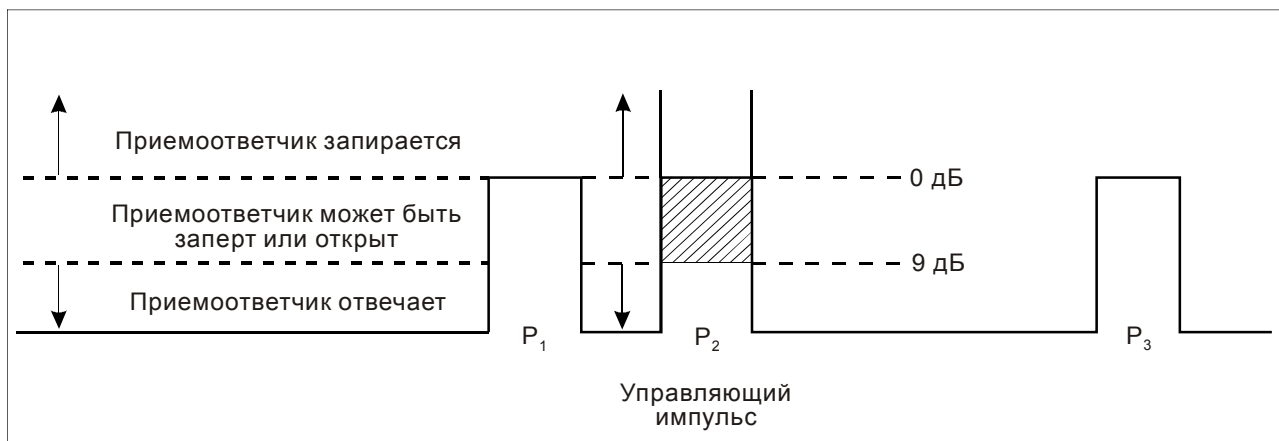


Рис. D-7. Амплитудная дискриминация импульсов в приемопередатчике при SLS

2.4 Приемник наземной станции

2.4.1 Ширина полосы пропускания приемника и фазовые характеристики

2.4.1.1 Ширина полосы пропускания приемника должна быть достаточной для точного воспроизведения импульсов, передаваемых приемоответчиком (время нарастания импульса 0,1 мкс), и для приема сигнала при уходе частоты передатчика приемоответчика. В частности, минимальная ширина полосы пропускания приемника, которая обычно определяется фильтром ПЧ, должна составлять, по крайней мере, ± 4 МГц на уровне 3 дБ.

2.4.1.2 Фазовая характеристика приемника должна быть линейной в пределах $\pm 10^\circ$ при девиации частоты в диапазоне ± 4 МГц для достоверного обнаружения ответных импульсов в режиме А/С. Однако на основе наблюдений фактических частотных искажений в ответах приемоответчика режима А/С целесообразно установить такую амплитуду и ширину полосы в фазочастотной характеристике фильтра, чтобы он обеспечивал прием ответных сигналов на несущих частотах в диапазоне приблизительно 1085 МГц – 1095 МГц. Для удовлетворения требований наземной станции по моноимпульсной обработке могут потребоваться более жесткие характеристики приемника по амплитуде и фазе (см. п. 2.3 добавления Е).

2.4.2 Чувствительность приемника

2.4.2.1 Для приемника наземной станции ВОРЛ чувствительность обычно определяется, как тангенциальная чувствительность, устанавливаемая вручную с помощью осциллографа. Тангенциальная чувствительность равна амплитуде входного импульса приемника, который поднимает амплитуду принимаемого шума на высоту его размаха (т.е. уравнивает отрицательные пиковые значения шума на импульсе с положительными пиковыми значениями самого шума). Такие измерения для квадратичного детектора могут быть выполнены с помощью приемника с линейной или нелинейной (например, логарифмической) передаточной характеристикой, как это показано на рис. D-8. При измерении этим методом чувствительность приемника, как показано на рис. D-3, должна превышать 85 дБмВт. При использовании соответствующей антенны и фидерной системы такая чувствительность достаточна для обеспечения дальности по линии связи "вниз", равной 370 км (200 м. миль), при выходной мощности приемоответчика, соответствующей минимальным эксплуатационным требованиям.

Примечание. Следует проявлять осторожность в отношении измерения и использования данной величины чувствительности. Данное определение основано на измерении одного ответного импульса. В тех случаях, когда выходной сигнал приемника подается на цифровой экстрактор цели, необходимо также учитывать требования к отношению сигнал/шум для экстрактора цели, обеспечивающие надежное подавление несинхронных сигналов, выделение цели и подтверждение кода при приеме пачек ответных импульсов.

2.4.2.2 Имеется несколько альтернативных методов определения чувствительности приемника. Эти методы включают:

- a) измерение уровня среднеквадратичной мощности шума приемника;
- b) измерение коэффициента шума приемника;
- c) измерение перекрытия распределений вероятностей самого шума и сигнала с шумом.

Примечание. Оборудование, прошедшее простые испытания с помощью осциллографа, может оказаться непригодным при точных количественных измерениях. При желании, к существующему и старому оборудованию могут предъявляться менее жесткие требования, однако новое оборудование должно отвечать более строгим техническим требованиям.

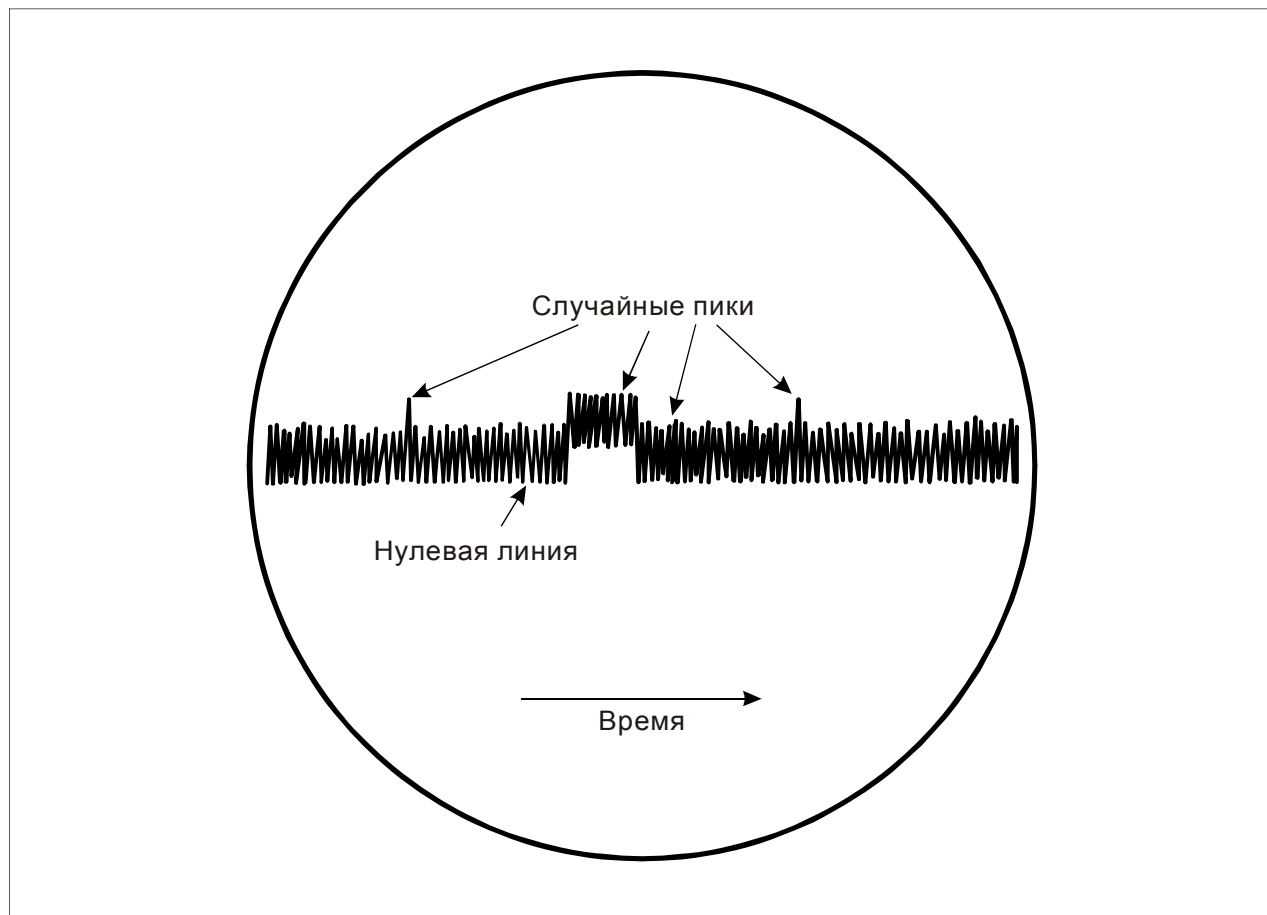


Рис. D-8. Импульсный сигнал на экране осциллографа типа А с квадратичным вторым детектором

2.4.2.3 Среднеквадратичное значение мощности шума может быть определено непосредственно путем калибровки коэффициента усиления приемника и выборочным измерением значений выходной мощности приемника при отсутствии ответного сигнала с целью получения нескольких независимых измерений мгновенного значения мощности шума приемника и определения с помощью статистической обработки полученных результатов среднеквадратичного значения гауссова шума приемника. Тангенциальная чувствительность, измеряемая по методу, иллюстрируемому на рис. D-8, приблизительно на 9 дБ превышает среднеквадратичное значение мощности шумов приемника, т. е. тангенциальная чувствительность, равная -85 дБмВт, соответствует среднеквадратичному значению уровня мощности шума -95 дБмВт.

2.4.2.4 Коэффициент шума приемника может быть измерен непосредственно с помощью любого из нескольких серийно выпускаемых приборов для измерения коэффициента шума, в которых используются калиброванные источники шумов. Коэффициент шума, выраженный в дБ, приблизительно равен $114 - B + N$, где B – ширина полосы приемника в дБ на уровне 3 дБ относительно 1 МГц, а N – среднеквадратичная мощность шума в дБмВт. То есть среднеквадратичный уровень шума -93 дБмВт и эффективная ширина полосы пропускания в 10 МГц (10 дБ относительно 1 МГц) соответствует коэффициенту шума приемника в 11 дБ.

Примечание. Ширина полосы шума зависит от характеристик фильтра и может значительно отличаться от ширины полосы на уровне 3 дБ.

2.4.2.5 Если распределения вероятностей самого шума и сигнала с шумом наносятся на одних осях для случая, когда SNR составляет 8 дБ, что равно тангенциальной чувствительности, то область распределения самого шума, которая лежит выше точки пересечения двух распределений, и область распределения сигнала с шумом, которая лежит ниже точки пересечения двух распределений, будут постоянными и независимыми от приемника. Площади этих областей, выраженные в процентах от общей площади распределения, составляют соответственно 6,6 и 8,1 % и могут быть легко измерены с помощью дискретных методов автоматического контроля.

2.4.2.6 Рекомендуется применять метод, обеспечивающий снижение чувствительности приемника до заданного уровня в момент передачи импульсов запроса и повышение чувствительности до обычного уровня с заданной скоростью.

2.4.2.7 Через 15,36 мкс (что соответствует 1,85 км (1 м. миля) плюс задержка в приемопередатчике) после импульса P_3 коэффициент усиления обычно нужно снижать до 10–50 дБ ниже максимальной чувствительности. Скорость восстановления должна быть отрегулирована в соответствии с местными условиями. Для большинства видов применения удовлетворительной является скорость, равная 6 дБ на каждое двукратное увеличение дальности.

2.4.2.8 Управление чувствительностью приемника имеет два преимущества:

- а) нормализует амплитуду принимаемых сигналов с тем, чтобы их различия в зависимости от дальности были меньше, что *сокращает* необходимый динамический диапазон приемника, снижая восприимчивость к изменению ширины и искажению импульсов;
- б) позволяет различать несинхронизованные ответы от воздушных судов на большом расстоянии, которые создают помехи подлинным ответам, идущим от воздушных судов на ближнем расстоянии.

2.4.2.9 Следует отметить, что цифровые методы посекторного управления диаграммой направленности обеспечивают снижение чувствительности по соответствующему закону в зависимости от азимута там, где были зарегистрированы отраженные сигналы.

2.4.3 Методы подавления ответов по боковым лепесткам

Если единая конструкция антенны ВОРЛ и вращающейся антенны SLS позволяет как принимать, так и передавать управляющие импульсы, то можно распознавать ответы, принимаемые по боковым лепесткам, различая их по относительным амплитудам сигналов в канале направленного излучения и канале передачи управляющих импульсов. Данный метод обеспечивает защиту от приемоответчиков с неисправной схемой ISLS. Поскольку значительная часть несинхронных ответов принимается по боковым лепесткам антенны, данный метод также позволяет сильно сократить удельный вес несинхронных сигналов.

2.5 Дополнительные методы борьбы с отраженными сигналами

2.5.1 Обработка данных наблюдения или сопровождения

2.5.1.1 Цифровые системы, обеспечивающие обработку данных наблюдения или радиолокационного сопровождения на основе данных, накопленных за несколько оборотов антенны, могут использовать ряд признаков для идентификации отраженных сигналов. Основным критерием распознавания является дублирование кодов: если определенный код опознавания может принадлежать только одному воздушному судну в зоне действия станции, то наличие ложных целей можно распознать в том случае, когда две или более целей передают один и тот же код опознавания.

- 2.5.1.2 Обычно, такое распознавание основывается на одном или нескольких из нижеуказанных методов:
- a) сравнение дальности целей, дающих ответы с одинаковыми кодами. Ложному ответу обычно соответствует несколько большая дальность;
 - b) прогнозирование ложных целей путем географической привязки известных отражателей и расчетов с использованием законов геометрической оптики;
 - c) сравнение амплитуд. При использовании приемника с широким динамическим диапазоном амплитуда видеосигнала, соответствующего сообщению, может быть использована в качестве дискриминатора. Сообщения, имеющие более слабую амплитуду, как правило, вызваны отраженным сигналом;
 - d) наличие отметки первичного радиолокатора в том же месте. Принцип заключается в том, что первичный радиолокатор из-за потерь четвертого порядка на распространение не принимает того отраженного сигнала, который регистрируется маячной системой.

2.5.2 I²SLS

2.5.2.1 Следует отметить, что при данном методе закирание приемопередатчика происходит в широком диапазоне по азимуту, что может снизить вероятность ответа приемопередатчика на запросы от других станций ВОРЛ. Поэтому он должен использоваться только в случаях крайней необходимости.

2.5.2.2 В данном методе используется тот факт, что приемопередатчики (согласно требованиям главы 3 тома IV Приложения 10,) не отвечают в течение $35 \text{ мкс} \pm 10 \text{ мкс}$ после закирания их парой импульсов. Поскольку в период закирания приемопередатчики не будут отвечать на запросы, необходимо обеспечить дополнительное подавление в тех зонах, где имеет место отражение. Этого можно достичь за счет излучения импульса P_1 в дополнение к управляющему импульсу P_2 , используемому обычно для SLS. Подавление таким образом осуществляется по всей зоне боковых лепестков.

2.5.2.3 Цифровые методы посекторного управления диаграммой направленности позволяют свести к минимуму указанные недостатки за счет использования этого метода только в тех азимутальных секторах, где зарегистрировано отражение сигналов.

2.5.3 Избирательный запрос

Системы, осуществляющие избирательный запрос в режиме S, могут преодолеть проблемы, связанные с отраженными сигналами. Отраженные сигналы могут иметь место на этапе выделения общего вызова в режиме S, однако их можно с высокой степенью достоверности идентифицировать, как отраженные сигналы, поскольку два воздушных судна не могут посылать ответы с одним и тем же адресом в режиме S. Неоднозначность может быть разрешена путем обработки данных наблюдения, как указано в п. 2.5.1.1 данного добавления. (Обработка данных наблюдения является важным элементом в режиме S для сопровождения воздушного судна, с тем чтобы избирательные запросы можно было посылать по необходимым азимутам.) После выделения цели и перехода в режим сопровождения избирательные запросы излучаются только тогда, когда антенна направлена в сторону воздушного судна, и никогда не посылаются, когда она направлена в сторону отражателя.

2.6 Подавление нежелательных ответов

2.6.1 В тех районах, где расположено большое количество наземных станций, будет иметь место значительное количество ответов от приемопередатчиков, вызванных запросами других наземных станций, которые будут приниматься любой наземной станцией. Ответы будут приниматься при частотах повторения импульсов, которые, при условии тщательного планирования, будут отличаться от частот повторения наземной станции, получающей информацию, и будут представлять помеху на индикаторе РЛС, именуемую "несинхронной импульсной помехой". Для исключения таких несинхронных ответов должны использоваться методы подавления несинхронных импульсов, при которых происходит запоминание принимаемых ответов для подавления несинхронных импульсов по каждому ответу. Функция подавления несинхронных сигналов может быть также составной частью процесса цифровой селекции.

2.6.2 Поскольку данный процесс основывается на оценке нежелательных ответов, которые являются несинхронными, интервалы между запросами рекомендуется изменять на небольшую величину от запроса к запросу. Таким образом улучшается декорреляция сигналов ложных ответов и "повторных" ответов, которые могут иметь место при определенных условиях распространения сигналов и образования боковых лепестков антенны.

2.7 Контроль за работой наземных станций ВОРЛ

2.7.1 Контроль за работой запросчика

2.7.1.1 *Общие положения.* Контроль характеристик наземной станции, о котором говорится в главе 3 тома IV Приложения 10, необходим для того, чтобы информировать персонал, отвечающий за работу системы, об удовлетворительном функционировании оборудования в рамках допусков, предписанных в главе 3 тома IV Приложения 10, и для немедленного уведомления о любой значительной неисправности, появляющейся в оборудовании. Рекомендуется осуществлять постоянный контроль параметров системы, указанных в пп. 2.7.1.2 и 2.7.1.3 ниже, и обеспечивать тревожную сигнализацию в случае неисправности самого контрольного устройства. Помимо контрольного приемопередатчика, описываемого ниже, необходимо использовать контрольный генератор целей, вырабатывающий тестовые видеосигналы, которые подаются на вход системы режима S с целью имитации ответов от воздушных судов, оснащенных оборудованием режима S. Такой генератор может использоваться для контроля целостности системы и для проверки искаженных наложениями преамбул ответов, искаженных наложениями сообщений, неразборчивых ответов, зашумленных видеосигналов и т. д.

2.7.1.2 *Межимпульсные интервалы.* Следует обеспечить средство для измерения интервала между импульсами во всех режимах, которые будут использоваться (глава 3, том IV, Приложение 10).

2.7.1.3 *Относительная амплитуда излучаемых импульсов запросчика.* В случае подавления боковых лепестков чрезвычайно важно обеспечить контроль за соответствующим параметром и его соответствие допускам, указанным в главе 3 тома IV Приложения 10.

2.7.1.4 *Другие параметры системы.* Рекомендуется контролировать (или периодически проверять) также нижеуказанные параметры системы ВОРЛ:

- а) *Радиочастоты запросчика.* Если для задания частоты в системе ВОРЛ используется высокостабильный кварцевый генератор, то проверку соблюдения допуска, указанного в п. 3.1.2.1.1 главы 3 тома IV Приложения 10, необходимо будет осуществлять только на периодической основе.

- b) *Длительность импульсов запросчика.* Точные измерения длительности импульса в запросчике являются одним из способов подтверждения передачи правильного запросного сигнала. Менее точным способом является использование фиксированного приемоответчика, расположенного вблизи наземной станции (см. контроль за работой системы в п. 2.7.3 ниже). Постоянное присутствие ответов от данного фиксированного приемоответчика является показателем нормального функционирования запросчика.
- c) *Излучаемая мощность.* Непрерывное измерение мощности передатчика является одним из способов проверки того, что рекомендованное в п. 3.1.1.8.2 главы 3 тома IV Приложения 10 ограничение эффективной излучаемой мощности (ERP) соблюдается. В случае внедрения этого метода, контрольное устройство должно регистрировать положительные и отрицательные отклонения мощности передатчика относительно установленных пределов.
- d) *Паразитное излучение.* Контроль за соблюдением требований пп. 3.1.1.11.1 и 3.1.2.11.3.1 главы 3 тома IV Приложения 10 необходимо осуществлять только на периодической основе.
- e) *Расположение контрольного устройства.* Точное местоположение индикатора контрольного устройства определяется соответствующей администрацией с учетом местных условий, однако при этом следует учитывать необходимость предотвращения предоставления ошибочной информации диспетчеру без его уведомления.

2.7.2 Контроль за работой приемника

2.7.2.1 Следует постоянно контролировать чувствительность приемника (см. п. 2.4.2.1 данного добавления). В приемниках, где используется моноимпульсный метод и/или метод RLS, следует контролировать чувствительность всех каналов приемника.

2.7.2.2 Проверку правильности согласования чувствительности, коэффициентов усиления и фазовых характеристик каналов приемника, используемых при моноимпульсных методах или методах RLS, необходимо осуществлять на периодической основе.

2.7.3 Контроль за работой системы

2.7.3.1 Штатное контрольное устройство, установленное в соответствующей фиксированной точке, может обеспечить хороший контроль за работой всей системы ВОРЛ. Помимо простой проверки работы линий связи "вверх" и "вниз", наблюдения за ответами установленного неподвижно штатного контрольного устройства позволяют проверять точность выдачи данных по дальности и азимуту системой обработки и индикации. Во многих случаях целесообразно применять задержку ответов фиксированного штатного контрольного устройства, что позволяет скорректировать выдаваемые системой индикации данные по дальности в соответствии с местными эксплуатационными и техническими требованиями. Кроме того, для обеспечения контроля всех режимов работы наземной станции можно осуществлять регулировку MTL приемника и выходной мощности передатчика фиксированного штатного контрольного устройства.

2.7.3.2 Штатное контрольное устройство режима S представляет собой дистанционный радиомаяк, используемый для проверки станции режима S. Он работает во многом аналогично приемоответчику режима S ИКАО, с такими дополнительными возможностями, как программируемые ослабления сигнала и дальность действия, а также специальные протоколы режима S. Несколько штатных контрольных устройств можно разместить вблизи каждого приемоответчика (см. аспекты размещения в томе III "*Испытания радиолокационных систем наблюдения*" документа Doc 8071). Штатные контрольные устройства являются основой всех эксплуатационных проверок наблюдения, предоставляя ответы от "воздушного судна" с известными данными об опознавании и местоположении. Все эксплуатационные проверки связи

осуществляются путем испытаний по шлейфу с использованием штатного контрольного устройства. Поскольку станция режима S может работать с кодом SI, штатное контрольное устройство режима S должно также обрабатывать коды SI, обеспечивая возможность проверки по шлейфу станции режима S.

2.7.3.3 Штатное контрольное устройство режима S используется для:

- a) испытаний станции режима S в диалоговом режиме – проверка осуществляется с использованием запросов штатного контрольного устройства и ответов от него;
- b) калибровки станции режима S в процессе монтажа системы, проводимой на месте установки станции режима S, – используя запросы штатного контрольного устройства и ответы от него;
- c) технического обслуживания станции режима S – путем просмотра данных штатного контрольного устройства на дисплее.

2.7.3.4 Многие характеристики штатного контрольного устройства аналогичны характеристикам приемопередатчика режима S, однако имеется ряд важных отличий. Основные отличия должны заключаться в следующем:

- a) При нормальной работе запросчик режима S обеспечивает наблюдение за воздушными судами режима A/C, используя запрос общего вызова только в режиме A/C. Этот запрос не вызывает ответы от приемопередатчика режима S. Для проверки интервала P₁–P₃ и формы импульсов следует предусмотреть, чтобы контрольное устройство отвечало на запрос общего вызова только в режиме A/C.
- b) Управление блокировкой общего вызова приемопередатчика режима S зависит от тайм-аута в 18 с ± 1 с после последней команды блокировки. Эта задержка по времени является нежелательной с точки зрения обеспечения возможности штатного контрольного устройства отвечать на общие вызовы. Желательно предусмотреть способ выдачи команды штатному контрольному устройству входить в состояние блокировки и выходить из такого состояния без каких-либо задержек по времени.
- c) В штатном контрольном устройстве следует предусмотреть возможность добавления к номинальной длительности двустороннего цикла дополнительной задержки, позволяющей сдвигать кажущееся местоположение штатного контрольного устройства относительно его фактического местонахождения. Это может использоваться для предотвращения синхронного искажения, если два штатных контрольных устройства размещаются на одной вышке, т. е. искусственно разместить штатное контрольное устройство в месте отсутствия помех.
- d) Штатное контрольное устройство не должно выдавать самогенерируемые сигналы обнаружения для исключения возможности обнаружения штатного контрольного устройства оборудованием БСПС.
- e) Конфигурация штатного контрольного устройства может предусматривать использование внутреннего или внешнего передающего источника. В любом случае выходная мощность должна быть регулируемой предпочтительно с шагами в 1 дБ.
- f) MTL приемника штатного контрольного устройства должен регулироваться с шагами в 1 дБ таким образом, чтобы приемник имел достаточный динамический диапазон (например, 40 дБ). Этот переменный MTL предусматривается для различных установленных диапазонов, как указывается в подпункте e) выше;

- g) Штатное контрольное устройство должно распознавать любой отказ, который вызывает непрерывную передачу несущей частоты 1090 МГц. В случае его обнаружения передатчик штатного контрольного устройства должен прекращать работу предпочтительно через 100 мс. Цель этой особенности заключается в предотвращении интерференции штатного контрольного устройства с работающим датчиком, если штатное контрольное устройство отказывается таким образом, что генерируется CW.

2.7.3.5 Имеется ряд протоколов, которые могут предусматриваться для управления штатным контрольным устройством:

- a) использование запросов в режиме S с особыми значениями RR;
- b) использование запросов Comm-A со специальными значениями поля MA; и
- c) использование канала 6 линии передачи "вверх" MSP, содержащего поле SR со значением 2. Такой SR данного канала линии связи "вверх" был зарезервирован для данной цели (см. Doc 9871, A.3.2.6.3).

2.7.3.6 Штатное контрольное устройство должно выполнять предпочтительно следующие функции:

- a) *Проверка с использованием SLM.* Штатное контрольное устройство должно обеспечивать проверку по шлейфу связи, используя SLM (Comm-A/Comm-B). В этом случае будет проверяться способность датчика правильно доставлять и получать сообщения SLM. Может предусматриваться ряд решений, одно из которых заключается в передаче сообщения Comm-A штатному контрольному устройству, которое может вызывать генерирование сообщения AICB с аналогичным содержанием. Датчик будет затем проверять, является ли содержание поля MB аналогичным содержанию поля MA.
- b) *Проверка сообщений ELM.* Данная проверка должна быть аналогичной проверке SLM, однако основываться на протоколе ELM.
- c) *Инициирование предупреждающего бита.* Штатное контрольное устройство будет устанавливать предупреждающий бит (изменение кода режима A) по получении указания от станции режима S. Например, такое указание может состоять из запроса Comm-A со специальным значением поля MA или запроса с особым значением RR. Это предназначается для проверки правильности обработки датчиком режима S такого события.
- d) *Объявление сообщения о возможности использования линии связи "вниз".* Штатное контрольное устройство будет инициировать объявление сообщения о возможности использования линии связи "вниз" по получении указания от станции режима S. Например, такое указание может состоять из запроса Comm-A со специальным значением поля MA или запроса с особым значением RR. Это предназначается для изменения BDS 1,0 на проверочное значение и проверки правильности обработки датчиком режима S такого события.
- e) *Изменение ID воздушного судна.* Штатное контрольное устройство будет инициировать изменение идентификатора воздушного судна по получении указания от станции режима S. Например, такое указание может состоять из запроса Comm-A со специальным значением поля MA или запроса с особым значением RR. Это предназначается для изменения BDS 2,0 на проверочное значение и проверки правильности обработки датчиком режима S данного события.
- f) *Всенаправленная передача RA.* Штатное контрольное устройство будет инициировать всенаправленную передачу RA по получении указания от станции режима S. Например, такое

указание может состоять из запроса Comm-A со специальным значением поля MA или запроса с особым значением RR. Это предназначается для изменения BDS 3,0 на проверочное значение и проверки правильности обработки датчиком режима S данного события.

- g) *Доставка кода II/SI.* Штатное контрольное устройство будет передавать коды II/SI, на которых блокируется штатное контрольное устройство. Это предназначается для проверки того, что датчик режима S работает с назначенными ему кодами II/SI. Данное сообщение может содержаться в одном из двух регистров приемоответчика, предназначенных для данной цели (доступ к которым осуществляется с помощью кода E,1 или E,2 BDS), как указывается в Doc 9871, A.2.1. Для извлечения данных такого регистра будет использоваться протокол GICB.

2.7.3.7 Штатное контрольное устройство может предоставлять информацию о состоянии оборудования при получении соответствующего запроса.

2.7.3.8 Эта информация может содержаться в одном из двух регистров данных приемоответчика, предназначенных для данной цели (доступ к которым осуществляется с помощью кода E,1 или E,2 BDS), как указано в Doc 9871, A.2.2.1. Для выделения этого регистра данных приемоответчика будет использоваться протокол GICB.

2.7.3.9 Для использования специфических особенностей штатного контрольного устройства требуются соответствующие органы управления, помимо тех, которые необходимы для приемоответчика режима S. К ним относятся органы управления мощностью передачи и МТ приемника. Требуются интерфейсы для ввода такой информации, как высота и позывной.

2.7.3.10 Пользователь должен иметь возможность программировать, по крайней мере, следующие эксплуатационные параметры:

- a) адрес в режиме S;
- b) эшелон полета штатного контрольного устройства;
- c) режим A (и проверочное значение);
- d) ID воздушного судна (и проверочное значение);
- e) инициирование предупреждающего бита;
- f) BDS 1,0 (и проверочное значение);
- g) BDS 3,0 (и проверочное значение);
- h) имитируемый динамический диапазон штатного контрольного устройства;
- i) ослабление мощности;
- j) уровень срабатывания приемника;
- k) двустороннюю задержку;
- l) статус "на земле".

2.7.3.11 Проверка динамического диапазона должна осуществляться при изменении какого-либо из эксплуатационных параметров.

2.7.3.12 Должна обеспечиваться возможность использования перезаряжаемых аккумуляторов для электропитания штатного контрольного устройства. Рекомендуется обеспечить автономную работу устройства в течение 2 ч.

2.7.4 Взаимодействие контрольных приемопередатчиков с БСПС

2.7.4.1 Фиксированные штатные контрольные приемопередатчики, также называемые PARROT, могут также отвечать на запросы воздушных судов, оснащенных БСПС. Во многих случаях в формате ответа в режиме С целесообразно включать закодированную информацию о статусе, относящуюся к функционированию приемопередатчика. Однако следует соблюдать осторожность и не использовать таких кодов в режиме С, которые при декодировании БСПС будут признаны в качестве действительной высоты, в результате чего система БСПС может выдать ложные TA и RA (см. рис. D-9). Инструктивный материал по предотвращению такого взаимодействия с БСПС при проведении испытаний приемопередатчиков на земле приведен в п. 3.5.2 данного добавления и в добавлении O. Для исключения или снижения влияния этой потенциальной проблемы могут использоваться отдельно или в сочетании несколько соответствующих методов.

2.7.4.2 Для штатных контрольных устройств, использующих приемопередатчики режима S, следует применять один из следующих двух методов:

- a) установить бит VS в статус "на земле". Это сведет к минимуму запросы от БСПС.

Примечание. В этом случае штатное контрольное устройство должно иметь конфигурацию, которая обеспечивает представление ответов на запросы общего вызова и в режиме A/C;

- b) отключить, если это возможно, функцию "самогенерируемые сигналы". Это предотвратит обнаружение приемопередатчика системой БСПС, поскольку приемопередатчик режима S штатного контрольного устройства не будет отвечать на запросы, посылаемые БСПС только в режиме С, и, следовательно, не проявит себя (посылкой самогенерируемых сигналов) для пассивного обнаружения системой БСПС.

2.7.4.3 К контрольным устройствам, использующим приемопередатчики режима A/C, применимы следующие методы (они также применимы и к штатным контрольным устройствам режима S):

- a) В посылаемом штатным контрольным устройством ответе в режиме С, содержащем информацию о барометрической высоте, установить, после внесения соответствующей поправки, такую величину, которая при декодировании всегда оказывается за пределами диапазона высот, на которых выполняют полеты воздушные суда, оснащенные БСПС, а именно:
 - 1) по крайней мере, ниже 150 м (500 фут) истинной абсолютной высоты (на земле) установки штатного контрольного устройства, когда атмосферное давление принимается равным 1013 гПа;
 - 2) очень большие значения абсолютной высоты, например, между 24 000 и 37 800 м (80 000 и 126 000 фут).
- b) Включить в код ответа комбинацию импульсов С и D, которые при декодировании образуют незаконные для режима С комбинации битов:

	A	B	C	D
	X	X	0	0
или	X	X	5	7
или	X	X	7	7

где X = 0 – 7. В тех случаях, когда величину в коде, посылаемом штатным контрольным устройством в режиме C, можно изменять (например, для указания статуса оборудования), это дает возможность передавать 64 различных кода статуса. Следует, однако, отметить, что некоторые типы серийных приемопередатчиков не позволяют передавать незаконные для режима C комбинации битов.

- c) Ввести в ответ приемопередатчика задержку по дальности. Такой способ часто используется для предотвращения синхронных помех в тех случаях, когда штатное контрольное устройство географически располагается на пути прохождения авиатрассы. Еще одно преимущество такого способа заключается в том, что при относительно большой величине задержки система БСПС никогда "не увидит" такое "воздушное судно" на расстоянии, достаточно близком для выдачи консультативной информации о воздушном движении или рекомендаций по разрешению угрозы столкновения. Возможный недостаток состоит в том, что в тех случаях, когда штатное контрольное устройство, использующее задержку, могут запрашивать несколько радиолокаторов, регистрируемое ими местоположение штатного контрольного устройства будет различным. В некоторых системах индикации такая ситуация может привести к определенным трудностям. Второй недостаток, относящийся к случаям запроса контрольного приемопередатчика несколькими радиолокаторами, заключается в том, что на период задержки приемопередатчик не способен отвечать на другие запросы, что может привести к потере ответов.
- d) Использовать в штатных контрольных устройствах узконаправленные антенны, с тем чтобы осуществлять прием только в узком секторе, в котором расположен контролируемый радиолокатор. Такой способ может уменьшить, но не исключить полностью, вероятность приема запросов от БСПС.

2.7.4.4 Рекомендуется:

- a) для штатного контрольного устройства режима S осуществить практическую реализацию обоих методов, описанных в п. 2.7.4.2 а) и b);
- b) для штатного контрольного устройства режима A/C, либо:
 - 1) реализовать метод, описанный в п. 2.7.4.3 а), для того, чтобы ответы в режиме C после декодирования давали значения высоты, лежащие далеко за пределами абсолютных высот, на которых выполняют полеты воздушные суда, оснащенные БСПС; или
 - 2) реализовать метод, описанный в п. 2.7.4.3 с), с тем чтобы кажущаяся дальность до штатного контрольного устройства, воспринимаемая БСПС, всегда оставалась достаточно большой для выдачи БСПС консультативных сообщений и рекомендаций.

2.7.4.5 Контрольное оборудование приемопередатчиков может генерировать аналогичные ложные ответы воздушных судов, в частности при контроле кодовой информации о барометрической высоте, если не предусмотреть надежное экранирование такого контрольного оборудования от приема/передачи сигналов воздушных судов, оснащенных БСПС.

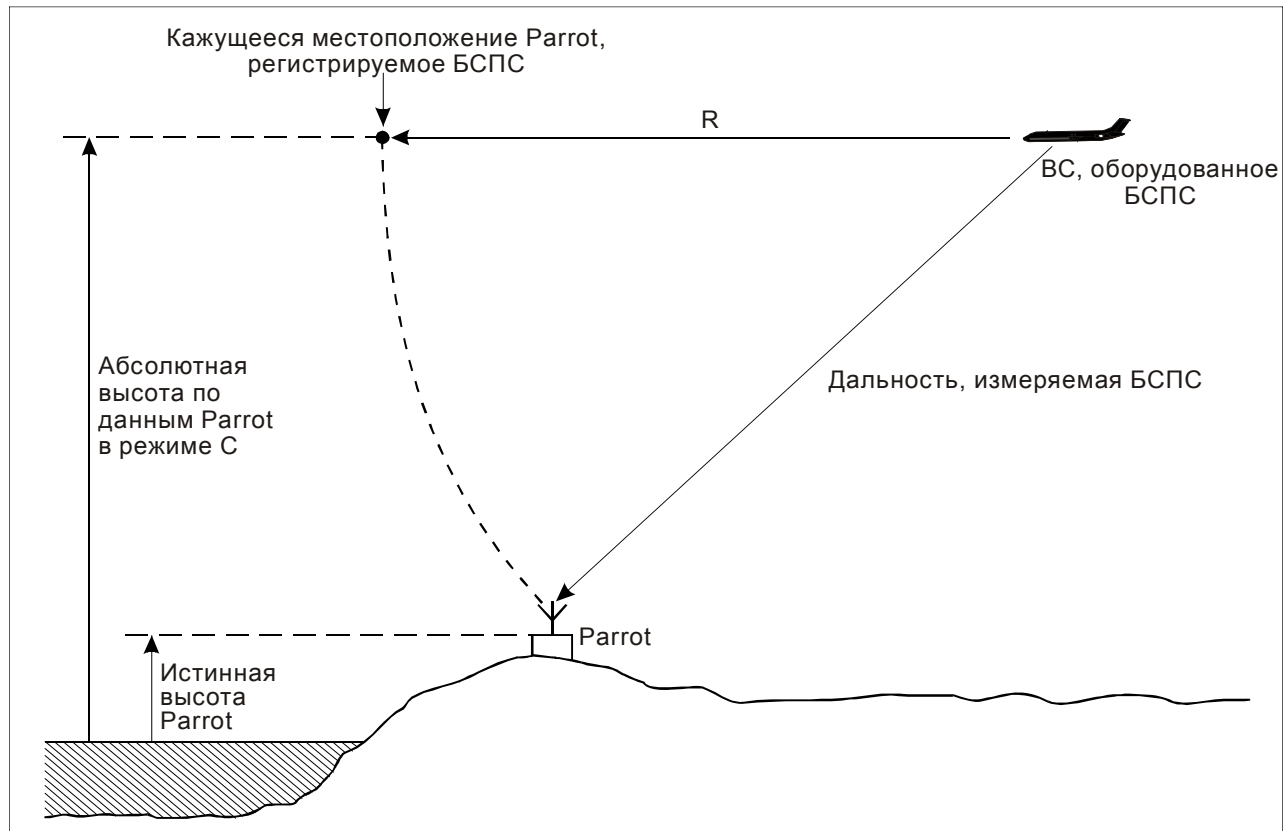


Рис. D-9. PARROT, воспринимаемый БСПС как воздушное судно-нарушитель

3. БОРТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Примечание. См. в добавлении О дополнительный инструктивный материал, касающийся установки и испытаний оборудования.

3.1 Характеристики стандартной бортовой установки

Предполагается, что стандартная бортовая установка имеет следующие характеристики:

- а) характеристики антенны эквивалентны характеристикам простой четвертьволновой антенны;
- б) выходная мощность приемопередчика составляет от 21 до 27 дБВт (т. е. 125–500 Вт), за исключением приемопередчиков, используемых только на высоте менее 4570 км (15 000 фут), или приемопередчиков режима S, используемых воздушными судами на высоте менее 4570 м (15 000 фут) при максимальной крейсерской скорости менее 324 км/ч (175 уз), которые могут иметь на антенном входе линии передачи минимальную выходную мощность на уровне 18,5 дБВт (70 Вт) (см. пп. 3.1.1.7.11.1 и 3.1.2.10.2 главы 3 тома IV Приложения 10). Минимальная пиковая мощность выходного РЧ-сигнала оборудования ADS-B класса А3, использующего приёмопередчик, должна составлять 23,0 дБВт (200 Вт). Не являющееся приемопередчиком

устройство, установленное на аэродромном наземном транспортном средстве и использующее ES на частоте 1090 МГц, может работать при более низкой минимальной мощности выходного сигнала, как указано в п. 5.1.1.2 главы 5 тома IV Приложения 10;

- с) MTL приемника приемоответчика режима A/C, который измеряется на антенном входе линии передачи, составляет от -69 до -77 дБмВт (п. 3.1.1.7.5 главы 3 тома IV Приложения 10), а для приемников приемоответчиков режима S MTL равен от -71 до -77 дБмВт (п. 3.1.2.10.1 главы 3 тома IV Приложения 10).

3.2 Нестандартные бортовые установки

Бортовая установка с такими характеристиками будет соответствовать требованиям, приведенным в п. 3.1.1.7.5 и 3.1.1.7.11.1 главы 3 тома IV, Приложения 10. В том случае, если бортовая установка по своим характеристикам отличается от принятой стандартной системы, эффективная пиковая мощность излучения и уровень принимаемой мощности на входе антенны должны быть сопоставимыми с аналогичными параметрами принятой стандартной системы.

3.3 Приемоответчики режима A/C

3.3.1 Передача кода опознавания в режиме A

3.3.1.1 Для получения с борта воздушного судна четырехзначного восьмеричного кода, устанавливаемого вручную в кабине экипажа, используются запросы опознавательных кодов в режиме A. Каждая цифра может выставляться в пределах от 0 до 7, обеспечивая набор из 4096 кодов. Кодирование осуществляется путем изменения положения импульсов в соответствии с п. 3.1.1.6.6 главы 3 тома IV Приложения 10. Правила использования кодов режима A для УВД приводятся в документе PANS-ATM. Определенные коды зарезервированы для аварийных ситуаций (например, код 7700 – для аварийной ситуации, 7600 – для отказа радиоборудования, 7500 – для актов незаконного вмешательства).

3.3.1.2 Импульс SPI может передаваться с ответом в режиме A для дополнительного облегчения опознавания отдельных воздушных судов. Данный импульс добавляется в течение короткого периода (обычно 18 с) и включается пилотом по запросу диспетчера УВД.

3.3.2 Передача кода барометрической абсолютной высоты в режиме C

3.3.2.1 Для достижения максимальных эксплуатационных преимуществ от автоматической передачи данных о барометрической абсолютной высоте информация об абсолютной высоте, используемая пилотом, и информация, которая автоматически предоставляется диспетчеру, должны как можно точнее совпадать (см. п. 3.1.1.7.12.2.4 главы 3 тома IV Приложения 10). Наивысшая степень соответствия достигается с помощью бортовых систем, использующих одни и те же датчики статического давления, анероидный прибор и устройство коррекции ошибок при измерении статического давления как для данных, предоставляемых пилоту, так и для автоматически передаваемых данных о барометрической абсолютной высоте.

3.3.2.2 Если такое соответствие не обеспечивается в рамках допусков, требуемых в п. 3.1.1.7.12.2.4 главы 3 тома IV Приложения 10, то должна быть возможность по изъятию импульсов с информацией о барометрической высоте из ответа, который в таком случае будет состоять только из кадрирующих импульсов. Целью такого требования является изъятие импульсов с неточной информацией при сохранении возможности обнаружения и определения местоположения.

3.3.2.3 От бортовых установок, которые по какой-либо причине не могут сообщать данные о барометрической абсолютной высоте, требуется передача ответов на запросы в режиме С, состоящих только из кадрирующих импульсов (см. п. 3.1.1.7.12.2.1 главы 3 тома IV Приложения 10). Кадрирующие импульсы сами по себе являются полезными в определенных наземных системах обработки для повышения вероятности обнаружения и точности определения азимута, а также для эффективной работы БСПС.

3.3.2.4 Приемответчик допускает использование следующих форматов:

- a) данные АРИНК 429, которые представляют собой формат, используемый обычно коммерческими воздушными судами последнего поколения;
- b) данные АРИНК 575, которые предоставляются инерциальными системами отсчета первого поколения;
- c) АРИНК 407 для доставки синхроданных об абсолютной высоте;
- d) данные об абсолютной высоте в кодовой форме "Гиллхем" (начиная с 2009 г. применительно к новым установкам, а после 2012 г. – ко всем установкам, данные об абсолютной высоте в кодовой форме "Гиллхем" не будут отвечать требованиям к предоставлению данных об абсолютной высоте коммерческих воздушных судов).

3.3.2.5 Для проверки правильности входных данных об абсолютной высоте приемответчик должен контролировать следующее:

- a) в случае данных АРИНК 429 следует контролировать поле матрицы состояний (биты 30 и 31 слова АРИНК). Если данные указывают на "нормальную работу", то информация считается "действительной" и приемответчик должен считать, что представляющий эти данные источник работает исправно. В иных случаях или при нарушении условия проверки четности данных об абсолютной высоте такие данные следует считать недействительными;
- b) в случае синхроданных об абсолютной высоте следует контролировать входной сигнал "признак синхро".

Примечание. Установка должна контролировать грубые и точные входные сигналы для выявления расхождений между двумя входными сигналами. При рассогласованиях более $\pm 90^\circ$ данные о высоте должны считаться недействительными;

- c) установки, использующие данные о высоте в кодах "Гиллхем", должны иметь по крайней мере два независимых источника и функцию сравнения данных о высоте в кодах "Гиллхем". Приемответчик должен использовать информацию, предоставляемую функцией сравнения данных о высоте в кодах "Гиллхем", для выявления недействительных данных о высоте. Если данные о высоте оказываются недействительными, приемответчик должен объявить неисправность "внешний отказ" и занести эту информацию в свою неизменяемую оперативную память.

3.3.3 Передача импульса "X"

В п. 3.1.1.6.2 главы 3 тома IV Приложения 10 положение импульса X указано в виде технического стандарта. Это положение импульса не используется в ответах на запросы в режиме А или режиме С (см. рис. D-10). Первоначально оно указывалось, чтобы предусмотреть возможное расширение системы в будущем, однако впоследствии было решено, что расширение должно быть достигнуто за счет использования режима S. В некоторых государствах указанное положение импульса используется для подтверждения

правильности или неправильности ответов путем проверки факта отсутствия импульса в данном положении. Импульс "X" никогда не должен использоваться в ответе приемопередатчика, поскольку такой ответ может отвергаться запросчиком как недействительный.

3.4 Приемопередатчик режима S

3.4.1 Общие положения

3.4.1.1 Приемопередатчик режима S принимает и декодирует запросы в режиме A/C и в режиме S, осуществляя при этом распознавание тех запросов в режиме S, которые адресованы ему. Каждый приемопередатчик режима S должен распознавать дискретный 24-битный адрес воздушного судна, присвоенный воздушному судну, и адрес, используемый как в запросах общего вызова только в режиме S, так и всенаправленных передачах Comm-A. После определения типа запроса и содержания полей управления в запросе в режиме S приемопередатчик формирует и передает соответствующий ответ в режиме A/C или в режиме S. Как и в случае с приемопередатчиками режима A/C, для сообщений о высоте требуется информация от устройства кодирования высоты.

3.4.1.2 Основные элементы приемопередатчика режима S и их взаимосвязь показаны на рис. D-11. В соответствии с возможностями используемой линии передачи данных приемопередатчики режима S подразделяются на пять уровней. Приемопередатчики уровня 1 обеспечивают только функции наблюдения. Приемопередатчики уровней 2, 3, 4 и 5 позволяют передавать различные типы сообщений по линии передачи данных, как это определено в главе 2 тома IV Приложения 10. Приемопередатчики режима S, используемые в международной гражданской авиации, должны отвечать, по крайней мере, требованиям уровня 2.

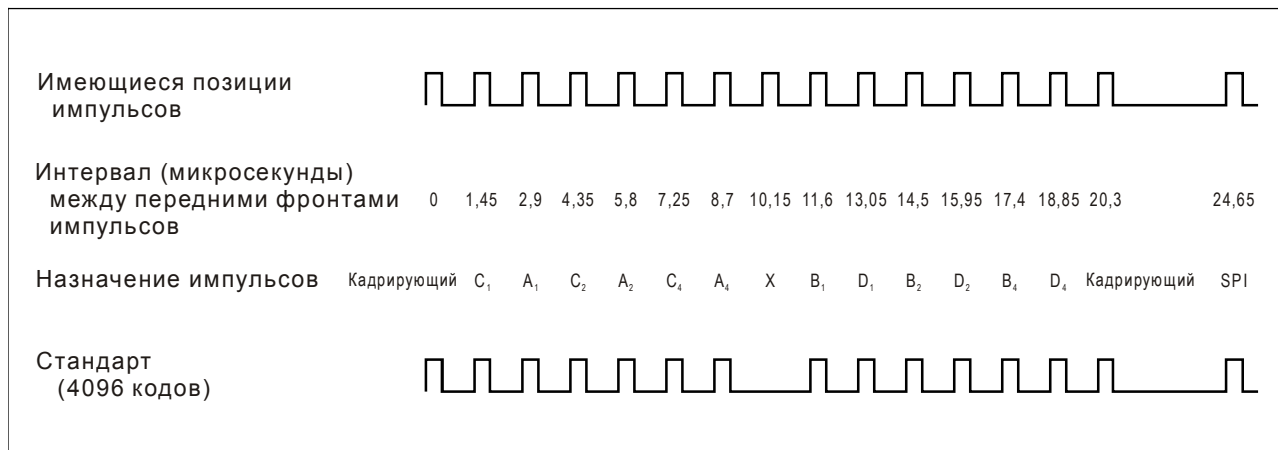


Рис. D-10. Коды в ответах приемопередатчика ВОРЛ на запросы в режимах А и С

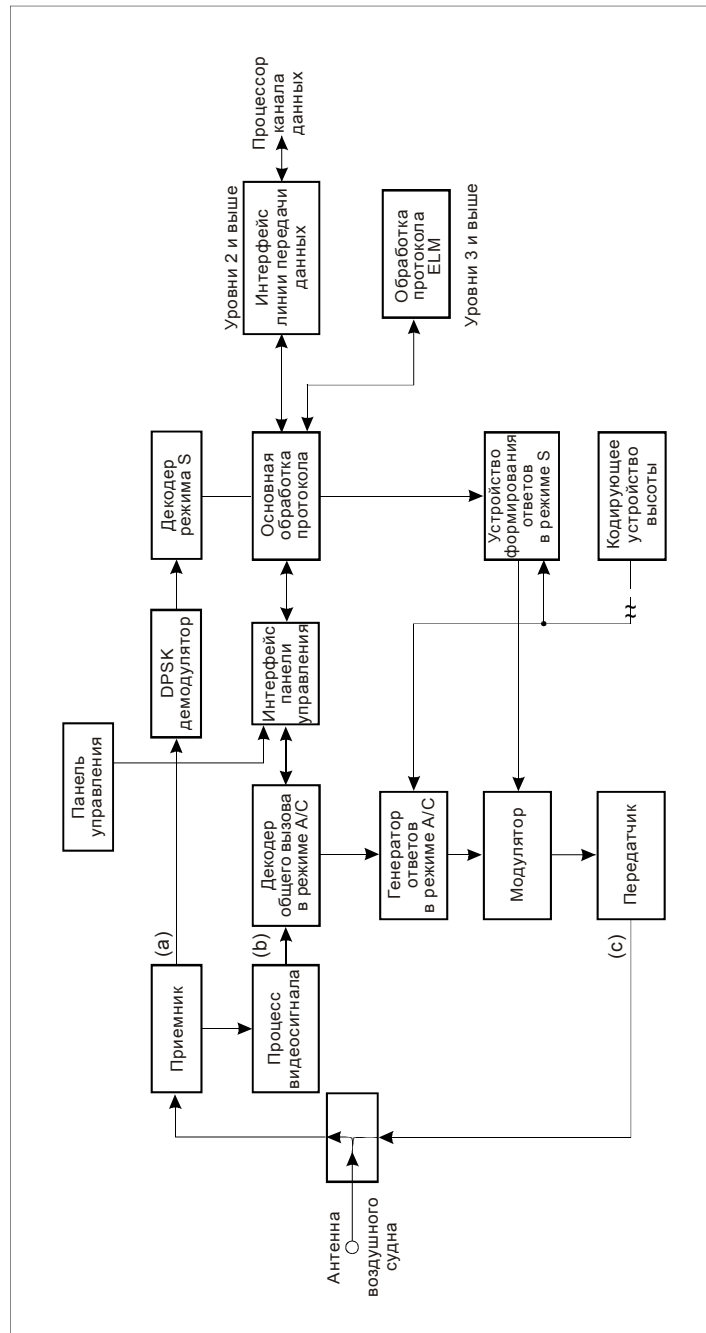


Рис. D-11. Приемоответчик режима S

3.4.1.3 Приемответчики уровней 2 и выше требуются для обеспечения использования линии передачи данных, при этом можно считать, что приемответчик действует в качестве модема. Сообщения по линии связи "вверх", после проверки на четность, поступают для обработки в линию передачи данных. Проверка на четность организована таким образом, что опознавание адреса воздушного судна подразумевает подтверждение того, что содержание запроса декодировано правильно (см. добавление С). Сообщения по линии связи "вниз", поступающие от системы обработки линии передачи данных воздушного судна, включаются в формат ответов и передаются с использованием протоколов линии связи "вниз". Приемответчик не производит обработку и не изменяет содержание таких сообщений.

3.4.1.4 Предназначенные для международного использования приемответчики режима S (уровень 2 и выше) также способны передавать ID воздушного судна, вводимый вручную с помощью соответствующего устройства, если это невозможно сделать автоматически.

3.4.2 Интерфейсная функция приемответчика режима S

3.4.2.1 В приемответчиках режима S, используемых для передачи наземным системам УВД данных с борта воздушного судна и/или для связи с ним, предусмотрены некоторые или все специальные услуги в режиме S, которые реализованы в серийном сменном блоке в качестве функций самого приемответчика (см. Дос 9871).

3.4.2.2 Чрезвычайно важно, чтобы приемответчики данного типа четко идентифицировались с точки зрения предоставляемых ими информационных услуг, а их конструкция позволяла проводить всестороннюю проверку функций приемответчика и информационных услуг, обеспечиваемых таким единым блоком.

3.4.2.3 В приемответчиках, обеспечивающих услугу GICB, во избежание интенсивных потоков данных на главной информационной шине бортового оборудования, которые могут быть вызваны непрерывно поступающими запросами на считывание содержимого регистров GICB, должна быть предусмотрена услуга передачи срочных данных (см. Дос 9871); запросы о предоставлении такой услуги передаются с помощью MSP 6 по линии связи "вверх", а обслуживание осуществляется с использованием MSP 3 по линии связи "вниз".

Примечание Рассмотренные выше функции иногда называются расширенной интерфейсной функцией.

3.4.3 Работа с разнесенными антеннами

3.4.3.1 Для поддержания соответствующей надежности линии передачи данных на некоторых воздушных судах необходимо использовать разнесенные антенны. К приемответчику подключены две антенны (одна расположена в верхней части, а другая в нижней части фюзеляжа таким образом, чтобы, по крайней мере, одна из них была в пределах прямой видимости наземной станции или БСПС). В наиболее широко применяемом типе приемответчика с разнесенными антеннами используются два приемника, логическая схема переключения и коммутатор для соединения передатчика с одной из антенн (см. рис. D-12). Логическая схема переключения анализирует запросы, принятые каждой из антенн, выбирает наиболее сильный сигнал и переключает передатчик на соответствующую антенну для передачи ответа. Логика выбора основывается на том, что поскольку разница между частотами запроса и ответа составляет всего 60 МГц (т. е. около 6 %), антенна, подающая более сильный сигнал на приемник приемответчика, очевидно, обеспечит и передачу более сильного ответного сигнала на наземную станцию.

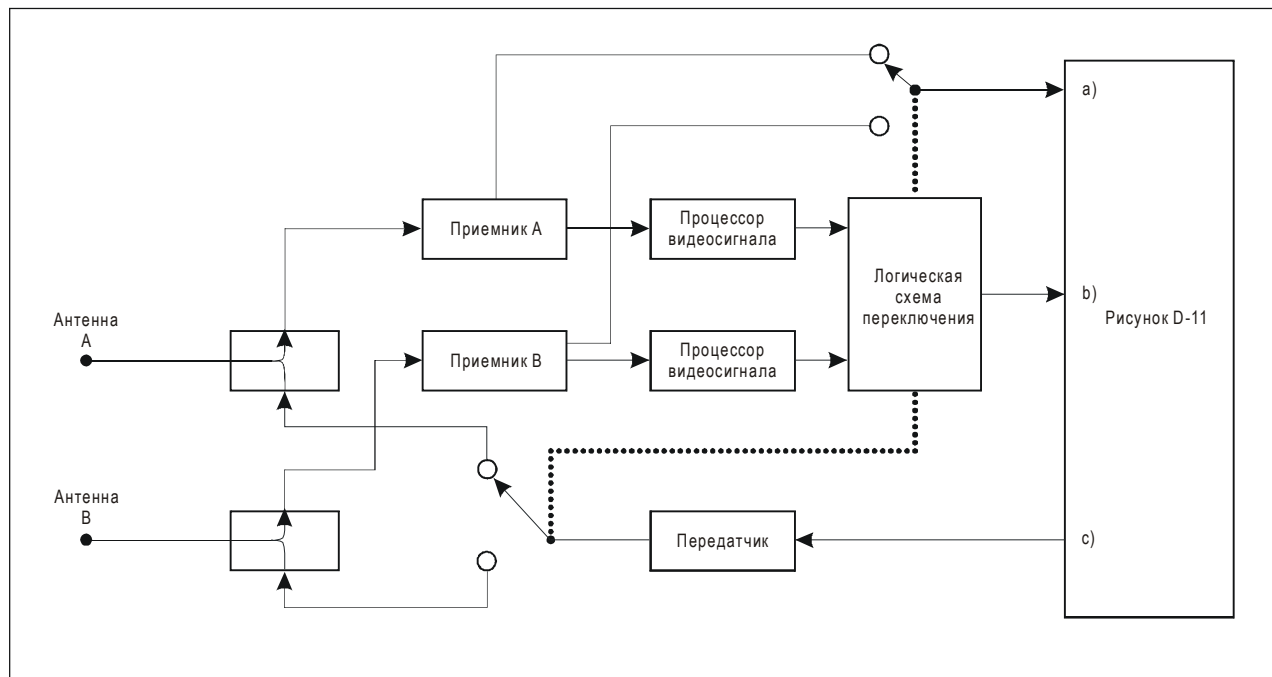


Рис. D-12 Пример приемоответчика с разнесенными антеннами

3.4.3.2 Степень фактического взаимного соответствия характеристик радиочастотных каналов запроса и ответа определяют необходимую точность процесса сравнения амплитуд. Измерения диаграмм направленности антенн показали, что различие между РЧ-каналами обычно находится в пределах 3 дБ. Таким образом, если сигнал, принимаемый антенной **A** на 3 дБ превышает сигнал, принятый антенной **B**, то, вероятно, что ответ с антенны **A**, принятый наземной станцией будет иметь более высокий уровень, чем ответ с антенны **B**. Из этого также следует, что в случае, когда оба сигнала в достаточной степени превышают минимальный уровень срабатывания приемоответчика, то не столь важно определять точно, какой сигнал сильнее. Точное сравнение амплитуд двух принимаемых сигналов необходимо только тогда, когда оба принятых сигнала превышают минимальный уровень срабатывания приемоответчика (MLT) приблизительно на 6 дБ.

3.4.3.3 В связи с тем, что разнесение антенн преследует цель повысить вероятность того, что запас мощности как по линии связи "воздух – воздух", в случае БСПС, так и по линии "воздух – земля" для приемоответчика будет оставаться на должном уровне при выполнении маневров воздушном судном, логическая схема переключения антенны не должна отдавать предпочтения верхней или нижней антенне.

3.4.3.4 Сравнение амплитуд следует использовать для выбора канала ответа, только в том случае, когда правильные пары импульсов P1–P3 или P1–P2 были приняты по обоим каналам. Например, если канал **A** принимает правильную пару импульсов, а канал **B** либо не принимает ни одной пары, либо принимает неправильную пару импульсов, то канал **A** выбирается по умолчанию. Допускается также и более сложный анализ пар импульсов в приемоответчике до выбора канала (при условии, конечно, что процесс выбора канала будет завершен своевременно для посылки ответа с установленной задержкой). В принципе, в приемоответчике могут использоваться два полных канала декодирования запросов в режиме **S**, работающих параллельно. В таком приемоответчике сравнение амплитуд для выбора канала ответа осуществляется только в том случае, если запросы в режиме **S** были полностью и правильно приняты по обоим каналам.

3.4.3.5 Если задержка правильно принятого сигнала по одному каналу превышает величину T_d (где T_d для приемоответчика может составлять от 125 до 375 нс) относительно правильного сигнала, принятого по другому

каналу, то более запаздывающий сигнал должен рассматриваться как результат многопутевого переотражения, и выбираться должен тот канал, по которому сигнал пришел раньше, даже если он слабее.

3.4.3.6 Для обеспечения одновременности прихода сигналов временные задержки сигналов по каналам двухантенного приемника не должны превышать 125 нс относительно друг друга для того, чтобы избежать нежелательного смещения сигналов в процессе выбора каналов. Поэтому антенны желательно устанавливать непосредственно одна над другой. Антенны, установленные на носовой части и на хвостовой части большого воздушного судна, могут быть отделены друг от друга расстоянием свыше 40 м. Относительная задержка сигналов с двух антенн, которые приходят на такое воздушное судно с направлений, совпадающих с его продольной осью, будет превышать 125 нс.

3.4.3.7 Использование двух независимых приемопередатчиков, подключенных к отдельным антеннам, не допускается. С функциональной точки зрения такая схема будет эквивалентна использованию параллельных каналов декодирования, если для декодирования правильного сигнала предусматривается подавление ответов от оказавшегося последним приемопередатчика. Однако согласовать чувствительность и временные задержки двух независимых приемопередатчиков сложно, особенно изменение задержек от ответа к ответу, которое не должно превышать 80 нс для сигналов в режиме S (см. п. 3.1.2.10.3.8.2 главы 3 тома IV Приложения 10).

3.4.3.8 Использование коммутатора для периодического переключения с одной антенны на другую с заданной частотой не разрешается. В ситуациях, в которых только одна антенна обеспечивает адекватную линию связи, такой метод наполовину снизит надежность обработки сигналов и приведет к потере сигналов из-за непреднамеренной статистической синхронизации частоты переключения антенны и частоты запроса. Когда обе антенны обеспечивают адекватные линии связи, такой метод может привести к нежелательному расширению диапазона задержек от ответа к ответу.

3.4.4 Характеристики протоколов приемопередатчика режима S

Примечание. Обработка данных в приемопередатчике режима S подробно рассмотрена в документах DO-181D RTCA и ED-73C EUROCAE. Информация, поясняющая число протоколов, используемых при данной обработке, приведена в добавлении F настоящего руководства.

3.5 Устройство для тест-контроля приемопередатчика

3.5.1 Для осуществления контроля за работой приемопередатчика в полете и обнаружения неисправностей приемопередатчик может быть снабжен устройством тест-контроля.

3.5.2 Уровень сигнала, излучаемого этим устройством в пространство, не должен превышать -70 дБмВт. Частота повторения тестового сигнала запроса должна составлять не более 450 запросов в секунду.

3.5.3 Устройство тест-контроля приемопередатчика должно включаться только периодически, и период его работы не должен превышать время, необходимое для определения состояния приемопередатчика.

3.5.4 Испытания приемопередатчиков на земле являются одним из источников "ложных" предупреждений, выдаваемых БСПС. Проблема ложных предупреждений БСПС чаще всего возникает при проведении наземных испытаний приемопередатчика на аэродромах, над которыми находятся узловое диспетчерские районы, или расположенных вблизи районов контролируемого воздушного движения и зон интенсивного воздушного движения. Процедуры испытаний приемопередатчиков на земле рассматриваются в добавлении O.

Добавление E

МВОРЛ

Примечание. Использование моноимпульсных методов является необходимым предварительным условием для применения режима S.

1. ИЗМЕРЕНИЕ АЗИМУТА

Моноимпульсное измерение азимута, как говорит само название, представляет собой метод, который позволяет измерять азимут цели по одному импульсу любого ответа приемопередатчика. Таким образом, по сравнению с обычным определением азимута с помощью метода "движущегося окна" можно значительно уменьшить PRF, что позволяет улучшить работу ВОРЛ и снизить помехи. Кроме того, моноимпульсный метод измерения азимута является более точным, особенно при наличии помех.

2. АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ

2.1 Элементы системы

Моноимпульсная система состоит из следующих функциональных элементов: моноимпульсной антенны, двухканального моноимпульсного приемника, моноимпульсного процессора значений ОВА и экстрактора цели, который может осуществлять обработку сигналов, принимаемых при каждом сканировании. Указанные элементы необязательно представляют собой отдельные элементы конструкции.

2.2 Моноимпульсная антенна

2.2.1 Моноимпульсные методы измерения азимута обычно требуют двух антенн или разделенной на секции антенны с отдельной запиткой каждой антенны или каждой секции. В одном из методов используются два луча с параллельными осями диаграммы направленности и центрами, разнесенными в горизонтальной плоскости. Если цель не находится на осевой линии, то длина пути распространения сигнала от воздушного судна до каждой из двух антенн будет различна. Образуется разность фаз между двумя принятыми сигналами, которая зависит от угла цели по отношению к оси диаграммы направленности антенны (см. рис. E-1).

2.2.2 В другом методе используются два луча, имеющие общий фазовый центр. Из выходных сигналов двух антенн обычно формируются суммарная и разностная диаграммы направленности. Получающиеся в результате амплитудные диаграммы направленности показаны на рис. E-2. Суммарная диаграмма используется для передачи сигналов запроса, а для приема ответов используются обе диаграммы.

2.2.3 На рис. E-3 показана зависимость ОВА цели от отношения амплитуд разностного и суммарного сигналов (Δ/Σ) или как функция сигналов разностного и суммарного каналов ($f(\Delta, \Sigma)$). В отношении VRP моноимпульсной антенны применимы те же соображения, что и в отношении любой другой антенны системы

ВОРЛ. Кроме того, для точного определения ОВА отношение суммарной и разностной диаграмм направленности должно оставаться как можно более постоянным для любого ОВА в пределах ширины луча антенны на уровне 3 дБ при всех возможных углах места цели.

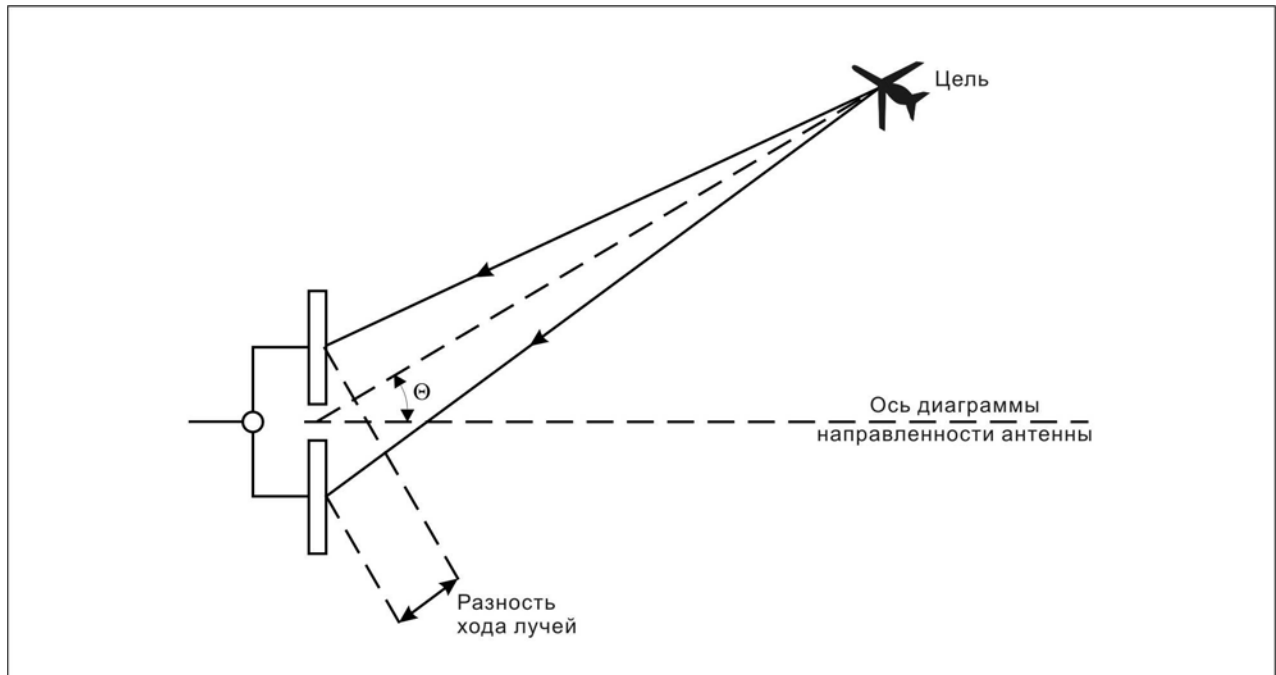


Рис. Е-1. Измерение азимута моноимпульсным методом

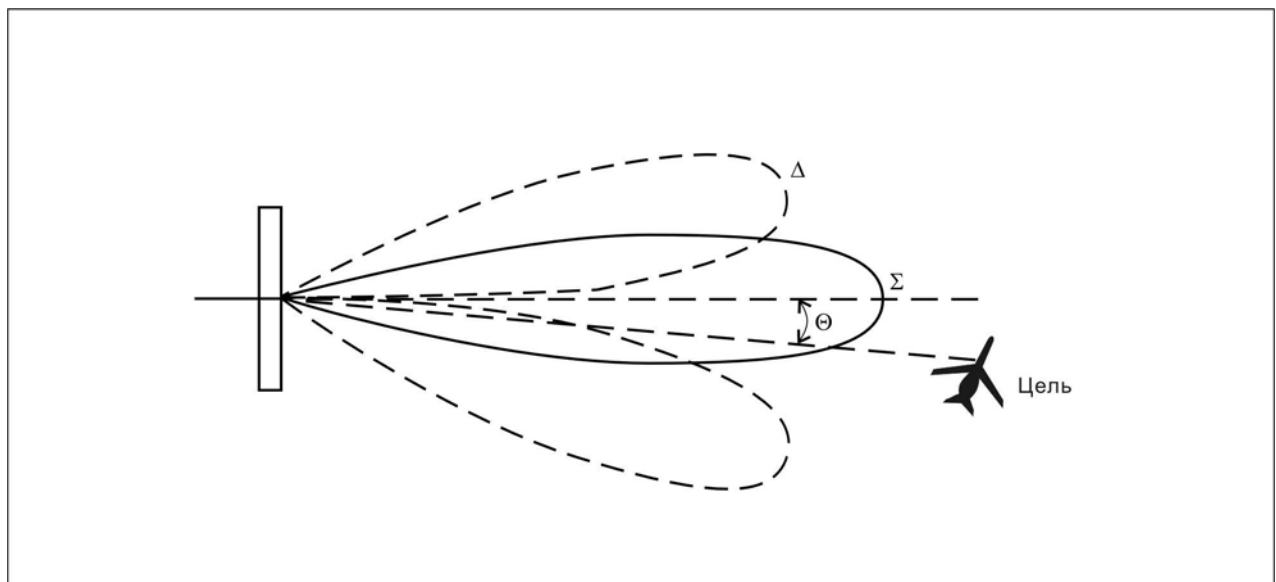


Рис. Е-2. Суммарная (Σ) и разностная (Δ) диаграммы направленности

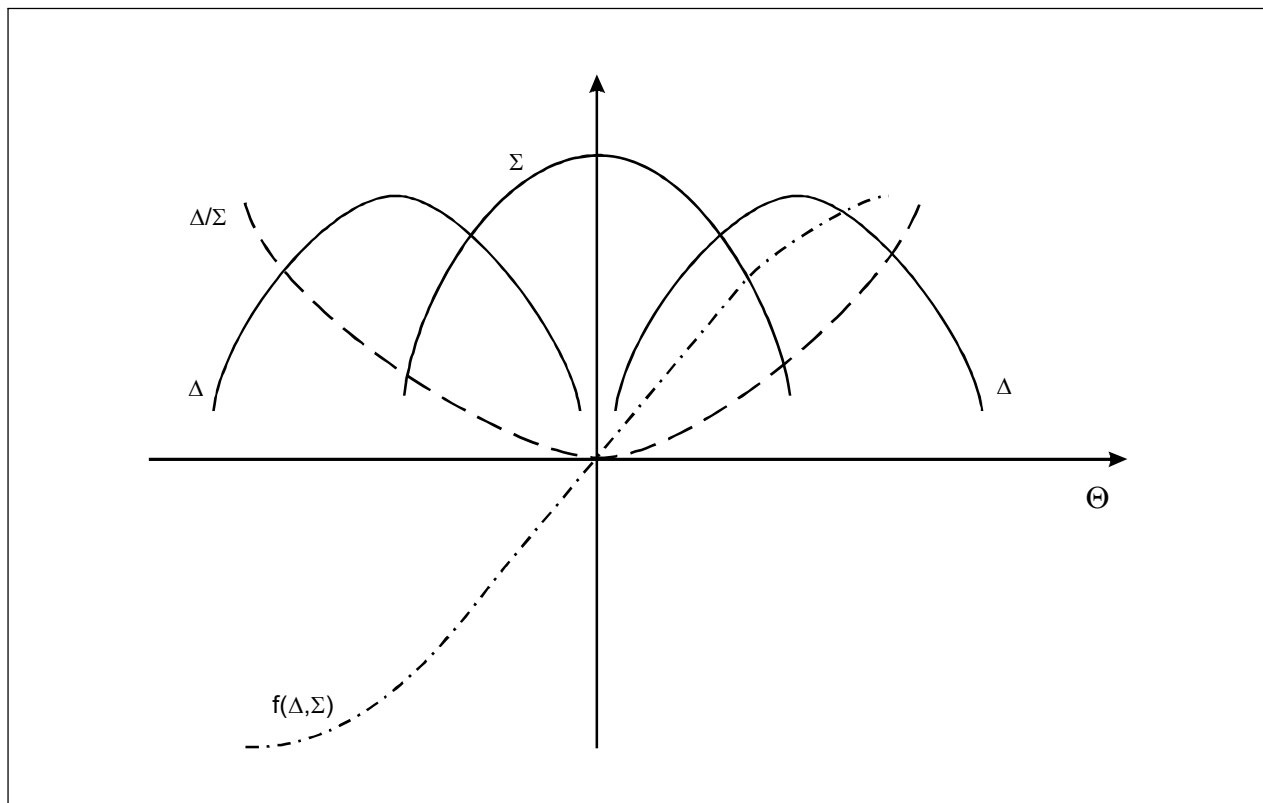


Рис. Е-3. ОВА как функция сигналов суммарного и разностного каналов

2.3 Моноимпульсный приемник

2.3.1 Поскольку моноимпульсный приемник должен иметь широкий динамический диапазон, для сигналов, обрабатываемых с целью обнаружения цели и выделения кода, рекомендуется использовать приемник с логарифмическим усилителем сигнала.

2.3.2 Для обеспечения точности измерений приемник должен иметь два тщательно согласованных канала (суммарный (Σ) и разностный (Δ)), характеризующихся постоянным коэффициентом усиления и стабильными фазовыми характеристиками не только во всем динамическом диапазоне, но также в возможной полосе частот принимаемых сигналов (по крайней мере ± 3 МГц). Для ограничения ширины луча, в пределах которой осуществляется обработка сигналов, необходимо обеспечить RSLС, что требует использования третьего канала в приемнике (управляющий канал (Ω)).

2.4 Моноимпульсный процессор

2.4.1 Выходной сигнал моноимпульсного приемника подается на моноимпульсный процессор, который определяет азимут воздушного судна путем расчета ОВА и суммирования его с пеленгом антенны.

2.4.2 На рис. E-4 показана возможная практическая реализация моноимпульсной системы, использующей отношение суммарного и разностного сигналов. После логарифмического усиления указанное отношение рассчитывается путем вычитания. Положение "слева-справа" определяется по знаку разности фаз между суммарным и разностным сигналами.

2.4.3 На рис. E-5 приводится блок-схема возможной реализации моноимпульсного процессора, который обрабатывает половину угла и выдает однозначную функцию во всем диапазоне отношений суммарного и разностного сигналов. Выходной сигнал процессора приближенно описывается следующей формулой:

$$f(\Delta, \Sigma) = 2\arctan(\Delta/\Sigma)$$

2.5 Моноимпульсный экстрактор цели

Выходной сигнал моноимпульсного процессора подается на специальный моноимпульсный экстрактор цели, который позволяет улучшить обработку кодов и уменьшает влияние синхронных помех. Значительные преимущества в отношении распознавания кода и выделения цели могут быть получены за счет использования дополнительных данных, получаемых от моноимпульсных процессоров. Кроме того, дальнейшее улучшение может быть достигнуто за счет корреляции данных нескольких циклов сканирования и проверки их достоверности. Дополнительные вычисления позволяют исключить большинство целей, вызванных многопутевым распространением.

3. ПРЕИМУЩЕСТВА

3.1 Увеличение точности измерения азимута

Моноимпульсный метод обработки по сравнению с методом "движущегося окна" позволяет повысить точность измерения в два-три раза. Степень улучшения точности зависит от амплитуды сигналов многопутевого распространения, принимаемых системой, а также от уровня шума приемника.

3.2 Улучшение рабочих характеристик в случае синхронного наложения ответов

Использование дополнительной информации, обеспечиваемой моноимпульсной системой, позволяет значительно повысить надежность выделения полезного сигнала при синхронном наложении ответов.

3.3 Уменьшение частоты запросов

Увеличение точности определения местоположения и надежности распознавания кода позволяет уменьшить длину окон корреляции и снизить частоту повторения кодов для их подтверждения. Можно ожидать, что с помощью моноимпульсной обработки можно надежно обнаруживать и распознавать цели, используя минимум два ответа в режиме A/C, что позволяет значительно уменьшить IRF и, следовательно, снизить уровень несинхронных помех и загруженность канала.

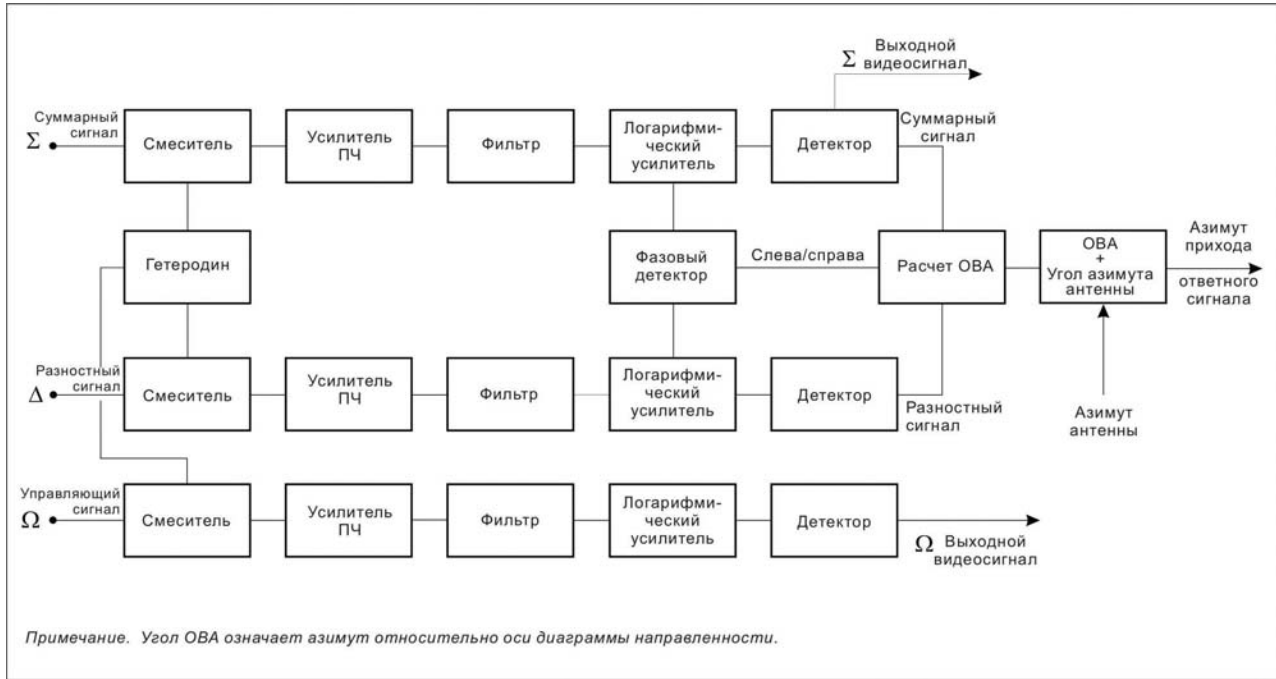


Рис. Е-4. Пример обработки суммарного/разностного сигнала

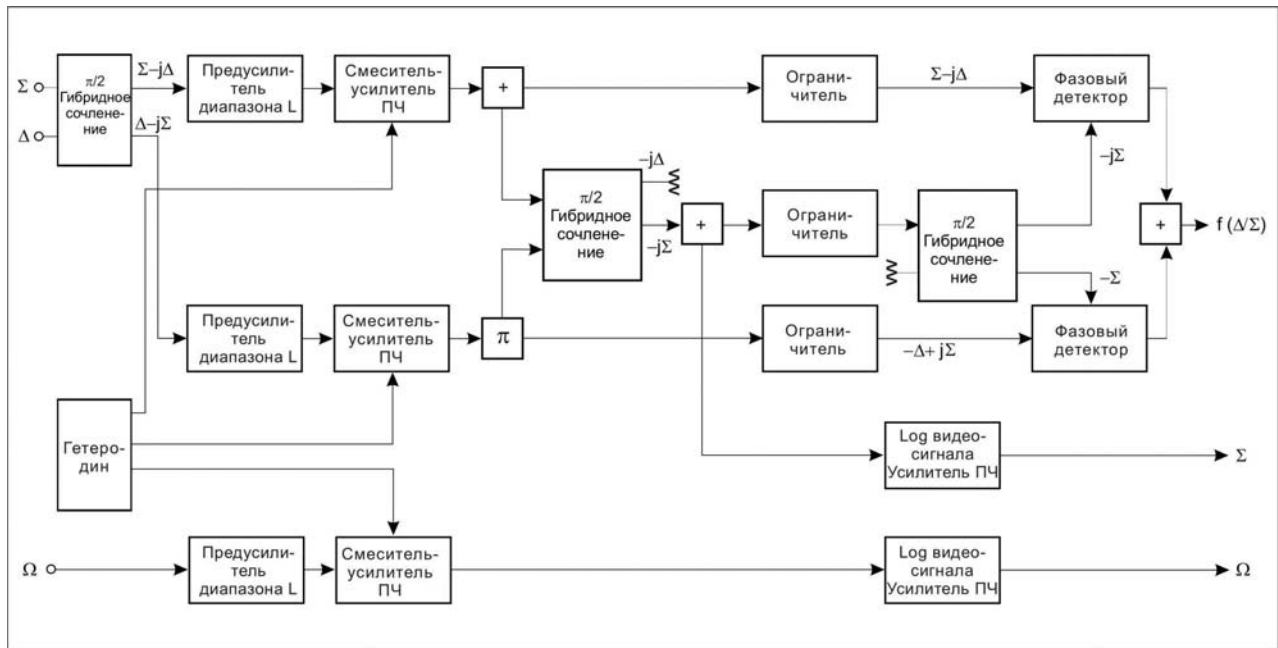


Рис. Е-5. Пример обработки половинного угла

Добавление F

СОВМЕСТИМОСТЬ РЕЖИМА S И РЕЖИМА A/C

1. СИГНАЛЫ В ПРОСТРАНСТВЕ

1.1 Основопологающий принцип, который соблюдался при проектировании и разработке системы режима S ВОРЛ, заключается в том, что она должна быть полностью совместима с режимами А и С. Такая совместимость требует того, чтобы наземные станции ВОРЛ, функционирующие только в режимах А и С, получали правильные ответы в режимах А и С от оснащенного оборудованием режима S воздушного судна без внесения изменений в наземное оборудование и чтобы не требовалось модифицировать приемопередатчики режима A/C для получения обслуживания в режиме наблюдения от наземной станции режима S.

1.2 Для режима S были приняты те же самые несущие частоты, которые используются для режимов А и С (1030 МГц для запросов и 1090 МГц для ответов). Были разработаны специальные меры для обеспечения того, чтобы две системы могли сосуществовать при использовании тех же частот, не создавая взаимных помех. Необходимо было предотвратить ненужное срабатывание приемопередатчиков режима A/C за счет сигналов запроса в режиме S. Это было достигнуто за счет передачи в начале каждого запроса в режиме S пары импульсов одинаковой амплитуды с интервалом в 2 мкс между ними. Таким же образом передается пара импульсов SLS, которая вызывает подавление приемопередатчиков режима A/C в течение $35 \text{ мкс} \pm 10 \text{ мкс}$. Запрос в режиме S завершается в пределах номинального периода подавления. Хотя приемопередатчики с минимальным допустимым временем подавления, равным 25 мкс, будут, тем не менее, детектировать конец импульса P_6 в режиме S, однако они не будут отвечать, поскольку остающаяся часть импульса P_6 не является достаточно продолжительной, чтобы имитировать получение запроса в режиме А. Для включения в сообщения 24-битного адреса и достаточного объема данных в пределах периода подавления, была выбрана скорость передачи данных по линии связи "вверх", равная 4 Мбит/с. Скорость передачи данных, равная 1 Мбит/с, используется для ответов, с тем чтобы ответные импульсы в режиме A/C и режиме S могли быть генерированы одним и тем же передатчиком.

2. НАЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ

2.1 Наземные станции режима S запрашивают и обрабатывают ответы как от приемопередатчиков режима S, так и режима A/C. В результате совместимости между режимами S и A/C в отношении сигнала в пространстве стало возможным постепенное внедрение наземных станций режима S, что позволяет осуществлять поэтапный переход от работы с оборудованием режима A/C к работе в конечном итоге только с оборудованием режима S. По мере развития такого эволюционного процесса система наблюдения продолжит функционирование в условиях любого сочетания наземных станций режима A/C и режима S.

2.2 У наземных станций режима S имеется ряд технических характеристик, которые требуют более жестких допусков и более сложной обработки, чем это обеспечивается наземными станциями режима A/C. Однако структура системы режима S такова, что каждое техническое усовершенствование, вводимое в режим S в части наблюдения, также улучшает работу приемопередатчиков режима A/C в режиме наблюдения.

2.3 Примером является допуск в отношении несущей частоты запроса. Запросы в режиме A/C передаются с допуском по несущей частоте, равным $\pm 0,2 \text{ МГц}$. Этого достаточно для декодирования сигналов с

амплитудно-импульсной модуляцией, используемых оборудованием режима A/C. Использование в запросах режима S фазовой модуляции требует допуска по несущей частоте, равного $\pm 0,01$ МГц.

2.4 Другим важным примером является использование метода моноимпульсной обработки для определения азимута цели. Для оптимального использования времени канала для запросов в режиме A, C и S необходимо применять эффективный метод определения азимута цели. Моноимпульсный метод позволяет определять азимут цели по одному ответу вместо требуемой обычно серии из десяти или более ответов в старых системах ВОРЛ, использующих метод "движущегося окна". Данный метод моноимпульсной обработки, который также может быть использован в наземных станциях режима A/C, является важным для работы в режиме S. В наземных станциях режима S определение азимута с помощью моноимпульсного метода может быть использовано в отношении целей, оснащенных как оборудованием режима A/C, так и оборудованием режима S, обеспечивая значительное улучшение характеристик и в то же время совместимость между старыми и новыми системами.

2.5 Два других примера характеристик режима S, которые обеспечивают совместимость и совершенствование наблюдения для приемоответчиков режима A/C, касаются использования изменяемых уровней мощности запроса (называемого обычно управлением по мощности), а также использования усовершенствованных методов обработки импульсов в приемнике. Метод моноимпульсной обработки, необходимый в наземных станциях режима S, может быть применен в существующих наземных станциях режима A/C в качестве предварительного шага в постепенном процессе их доведения до уровня режима S без утраты совместимости и при значительном усовершенствовании характеристик.

3. ПРИЕМООТВЕТЧИК

3.1 Приемоответчики режима S также отвечают на запросы в режимах A и C. Таким образом, по мере их оснащения приемоответчиками режима S воздушные суда могут продолжать осуществление полетов в районах, обслуживаемых наземными станциями режима A/C, без ухудшения характеристик наблюдения таких наземных станций. Приемоответчики режима S включают в себя ряд усовершенствований, таких как более жесткие допуски по частоте ответа и времени, которые совместимы с режимом A/C и улучшают методы наблюдения в этом режиме. Приемоответчики режима S могут также подключаться к двум антеннам для работы с разнесенными антеннами. Разнесение антенн обеспечивает повышение надежности радиоканала как при наблюдении, так и при передаче сообщений.

3.2 Использование тех же частот запроса и ответа и аналогичной ширины импульса позволяет использовать элементы приемоответчика как для режима A/C, так и режима S.

4. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Эксплуатационная совместимость между бортовыми и наземными элементами режима S и режима A/C достигается за счет осуществления приёмопередач в комбинированном режиме и в режиме S и использования протоколов блокировки. Комбинированный режим позволяет наземным станциям режима S одновременно запрашивать (межрежимный запрос) приемоответчики режима S и режима A/C для определения адресов режима S обнаруженных впервые воздушных судов, которые оснащены оборудованием режима S. Межрежимные запросы позволяют также наземной станции одновременно получать ответы либо от воздушных судов, оснащенных оборудованием режима A/C, либо от воздушных судов с оборудованием режима S, но не от тех и других. Протоколы блокировки дают возможность наземной станции режима S управлять приемоответчиком режима S после определения его адреса, с тем чтобы он отвечал только на конкретный набор возможных межрежимных запросов. Эксплуатационная совместимость, достигаемая между бортовыми и наземными элементами режима A/C и режима S, иллюстрируется на рис. F-1.

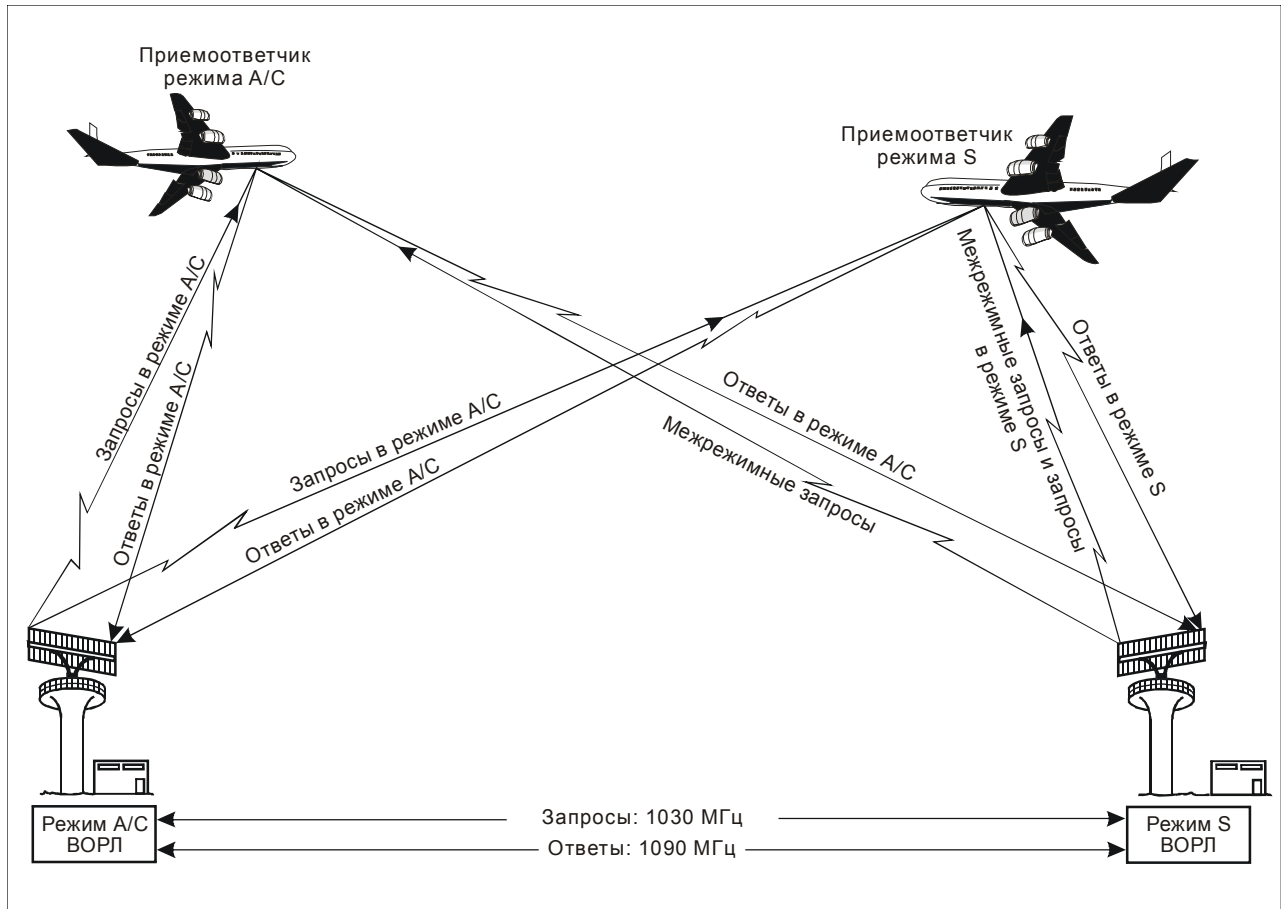


Рис. F-1. Совместимость режима A/C и режима S ВОРЛ

Добавление G

ОБНАРУЖЕНИЕ И ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК В РЕЖИМЕ S

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 24-битное поле адреса/четности содержит код индивидуального адреса воздушного судна из 24-бит, налагаемый на 24 бит проверки четности, генерируемые в предшествующей части передачи. Такое объединенное поле адреса/четности требует меньше битов, чем потребовалось бы в случае раздельного кодирования информации адреса и четности.

1.2 Имеющая место при приеме любой части запроса или ответа ошибка изменит закодированный адрес. По линии связи "вверх" приемопередчик не примет сообщения и не передаст ответа, поскольку запрос не воспринимается как адресованный ему. По линии связи "вниз" наземная станция обнаружит наличие ошибки, поскольку ответ не содержит ожидаемого адреса. В связи с тем, что наземная станция знает адрес приемопередчика, отвечающего на дискретный запрос, наземная станция может осуществлять коррекцию ошибок в ограниченном объеме для повышения пропускной способности канала данных или эффективности линии связи. Параметры кода выбираются таким образом, чтобы можно было осуществлять исправление многих типов ошибок, которые охватывают не более чем 24 последовательных бита. В частности, большинство пачек ошибок, вызванных помехами в результате одновременного приема ответов в режиме A/C, могут быть скорректированы.

1.3 Характеристики процесса обнаружения ошибок в режиме S обеспечивают вероятность появления менее одной необнаруженной ошибки на 10^7 сообщений. Использование метода коррекции ошибок на линии связи "вниз" несколько улучшит данный показатель по необнаруженным ошибкам.

2. ПРИНЦИПЫ

2.1 Циклические полиномиальные методы используются для обнаружения и в некоторых случаях для коррекции ошибок, возникающих при передаче сообщений в режиме S.

2.2 Метод циклической полиномиальной проверки реализуется на передающей станции, которая генерирует последовательность четности, полученную путем деления по модулю-2 содержания сообщения на заранее определенный "генерирующий полином". Остаток, полученный в результате такого деления, добавляется затем к сообщению и передается вместе с ним. Благодаря этому передаваемое сообщение, в принципе, делится на генерирующий полином без остатка.

2.3 В приемнике полное переданное сообщение, т. е. содержание сообщения и последовательность четности, аналогичным образом делится на генерирующий полином. При отсутствии ошибок остаток будет состоять только из нулей. При наличии ошибок будет получен "симптоматичный остаток", не содержащий нули, который в некоторых случаях может быть использован для определения и коррекции ошибок.

2.4 В системе режима S дополнительная последовательность, адрес воздушного судна, суммируется перед передачей по модулю-2 с последовательностью проверки четности. Поэтому обычно в приемнике не получается остатка, состоящего только из нулей. Если ожидается конкретная добавленная последовательность,

тогда может прогнозироваться соответствующий остаток, не содержащий ошибок. Однако, как правило, исправление ошибок может быть использовано только в тех случаях, когда добавленная последовательность является постоянной или, по крайней мере, известной приемнику.

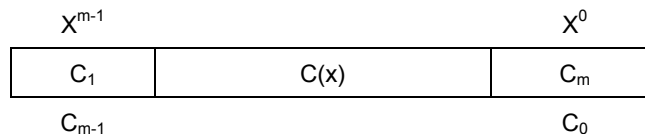
2.5 В системах, в которых известны предположительно ошибочные биты сообщений и в которых все фактические ошибки сосредоточены в короткой пачке, "симптоматичный остаток" может быть использован для определения и исправления ошибок. На линии связи "вниз" режима S такие условия выполняются: основным источником ошибок является наложение ответов в режимах A и C, и искаженные биты в ответе режима S могут быть легко определены.

3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

3.1 Любая последовательность из "m" битов может рассматриваться как последовательность коэффициентов полинома по модулю -2 порядка (m-1):

$$C_{m-1} x^{m-1} + C_{m-2} x^{m-2} + \dots + C_1 x + C_0,$$

где $C_0, C_1, C_2,$ и т. д. равны либо 0, либо 1, а "+" означает сложение по модулю-2. Коэффициенты C_i задаются битами C_i последовательности. Как правило, передаваемый первым бит C_1 , рассматривается как C_{m-1} – коэффициент самого старшего члена полинома. Таким образом, между битами и коэффициентами существует следующая взаимосвязь:



3.2 Если биты сообщения рассматривать как последовательность полинома $M(x)$, а генерирующий полином как $G(x)$, тогда деление $M(x)$ на $G(x)$ дает частное от деления $Q(x)$ и остаток $R(x)$:

$$M(x)/G(x) = Q(x) + [R(x)/G(x)].$$

Если данный остаток добавить к сообщению, то

$$[M(x) + R(x)]/G(x) = Q(x) + [R(x) + R(x)]/G(x).$$

3.3 Одно из свойств арифметических операций по модулю-2 состоит в том, что сложение любой величины с этой же величиной дает нуль, таким образом:

$$[M(x) + R(x)]/G(x) = Q(x) + [0/G(x)] = Q(x) + 0,$$

т. е. остаток от деления $[M(x) + R(x)]$ на $G(x)$ всегда будет равняться 0. Поэтому, если любая последовательность битов $[M(x) + R(x)]$ передается без ошибок, деление ее на $G(x)$ в приемнике будет всегда давать нулевой остаток.

3.4 Если к сообщению также добавляется дополнительная последовательность, которая обозначается как $B(x)$, то это приведет к появлению остатка, того же остатка, что и в результате деления $B(x)$ на $G(x)$, поскольку если:

$$B(x)/G(x) = C(x) + [D(x)/G(x)],$$

то:

$$\frac{M(x) + R(x) + B(x)}{G(x)} = Q(x) + \frac{0}{G(x)} + C(x) + \frac{D(x)}{G(x)}$$

Следовательно, если приемнику известна последовательность $B(x)$, то он может распознать сообщение, не содержащее ошибок, по появлению остатка, $D(x)$. И наоборот, если ожидаемый остаток $D(x)$ не обнаружен, то приемник делает вывод о том, что либо:

- a) полученное сообщение содержит ошибки, либо
- b) добавленная последовательность $B(x)$ не является той, которая ожидалась.

3.5 Последнее свойство может быть использовано для того, чтобы сообщения, переданные более чем одному приемнику, принимались в качестве сообщений без ошибок только одним из них. Если каждому приемнику выделяется его собственная индивидуальная последовательность $B(x)$, то добавление конкретной последовательности $B(x)$ к сообщению обеспечит генерирование ожидаемого $D(x)$ только одним требуемым приемником: остальные не смогут распознать остаток в качестве их "собственного" и, следовательно, проигнорируют сообщение, как явно искаженное.

3.6 Если сообщение получено без ошибок, тогда принятый остаток $R(x)$ будет равен $D(x)$. Если $D(x)$ известен приемниками и прибавляется к $R(x)$, то сумма $R(x) + D(x)$ по модулю-2 будет содержать ОДНИ НУЛИ. При наличии ошибок сумма $R(x) + D(x)$ не будет содержать ОДНИ НУЛИ. Эта сумма обозначается $S(x)$ и именуется признаком ошибки.

3.7 Для исправления ошибок необходимо пометить те биты сообщения, значение которых оценивается как имеющее низкий уровень достоверности и которые поэтому подлежат коррекции с помощью процесса исправления ошибок. Не допускается исправление тех битов, значения которых оцениваются как имеющие высокий уровень достоверности. Один из методов задания уровня достоверности каждого бита сообщения состоит в генерировании последовательности битов достоверности, которая имеет ту же длину, что и последовательность битов сообщения. Каждый бит последовательности битов достоверности указывает уровень достоверности соответствующего бита в последовательности битов сообщения. Биты достоверности генерируются в результате контроля за качеством принимаемого сигнала (например, если оба интервала, занимаемого битом, имеющие длительность 0,5 мкс, содержат сигнал большого уровня, то данный бит помечается как бит с низким уровнем достоверности).

3.8 После определения уровня достоверности битов исправление ошибки будет осуществляться с помощью следующей процедуры:

- a) сравнить симптоматичную последовательность, состоящую из n -битов, с n -битами низкого порядка из последовательности достоверности, где n является порядком генерирующего полинома;
- b) если все позиции битов, содержащие единицы в признаке ошибки, соответствуют позициям битов низкого уровня достоверности в битах низкого порядка сообщения, тогда необходимо исправить (т.е. заменить двоичную единицу на нуль или наоборот) биты сообщения, соответствующие единицам признака ошибки;
- c) поочередно сдвинуть последовательности сообщения и достоверности вправо на один бит и рассчитать измененный признак, который применяется к этим сдвинутым последовательностям сообщения и достоверности;
- d) повторить действия, указанные в подпунктах а) – с), до получения соответствия;
- e) если соответствия не найдено, ошибка не может быть исправлена.

3.9 При выполнении действия в подпункте с) выше после сдвига сообщения на один бит, в принципе, необходимо рассчитать признак вновь с помощью деления на полином. Однако в связи с тем, что расчет признака требует нескольких операций сдвига, это может привести к резкому увеличению времени расчетов. Фактически, признак сдвинутой последовательности сообщения может быть рассчитан на основе существующего следующим образом:

$$S^*(x) = xS^*(x) + hG^*(x),$$

где h – бит наивысшего порядка в последовательности $S^*(x)$, а звездочка обозначает обратный (с обратным порядком битов) полином. Обратный порядок битов необходим из-за того, что циклическое преобразование применяется только к левосторонним сдвигам, а в данном случае используются правосторонние сдвиги.

Примечание. Для удобства на практике обычно умножают $M(x)$ на x^n до выполнения деления, дающего $R(x)$. Экспонента "n" является порядком полинома $G(x)$. Это эквивалентно добавлению n нулей к $M(x)$. Данная операция выполняется для того, чтобы при суммировании $R(x)$ и $M(x)$ до передачи сохранить всю содержащуюся в $M(x)$ информацию без изменения и исключить необходимость вычитания $R(x)$ из $M(x)$ перед интерпретацией информации в принятом сообщении.

4. РЕАЛИЗАЦИЯ

4.1 Существуют по крайней мере два общепринятых метода, с помощью которых в аппаратуре может быть реализована циклическая полиномиальная проверка четности (см. рис. G-1 и G-2). Оба метода в равной степени эффективны, и каждый может быть реализован с помощью встроенных программ в новейших программируемых логических устройствах. В результате могут появиться конфигурации аппаратуры, которые отличаются от показанных на рис. G-1 и G-2. Поскольку алгоритм четности включает логические арифметические операции, вычисления могут выполняться быстродействующим микропроцессором, используя язык программирования высокого уровня.

4.2 Схема на рис. G-1 по существу представляет собой схему умножителя. Сдвиговый регистр запоминает частное от деления $Q(x)$, а матрица по модулю-2 вычисляет произведение $Q(x)$ и генерирующего полинома $G(x)$. Остаток $R(x)$ и последующие члены $Q(x)$ получаются путем последовательного сравнения битов $Q^*(x)G(x)$ и входной последовательности $M(x)$.

4.3 Схема на рис. G-2 непосредственно рассчитывает остаток $R(x)$, получаемый после деления $M^*(x)x^n$ на полином $G(x)$, где n – количество разрядов в сдвиговом регистре, т. е. порядок $G(x)$.

4.4 Другие схемы, не указанные в данном документе, могут быть не менее эффективными. В целом единственно подлинной проверкой циклического полиномиального кодирующего устройства является факт генерирования им правильного остатка, который добавляется к сообщению.

5. ПРИМЕР РЕЖИМА S ВОРЛ

5.1 Генерирование последовательности проверки четности

В системе ВОРЛ режима S используется систематический код, в котором информационное поле из 32 или 88 бит (соответственно 56-битного или 112-битного блока данных) передается без изменения. 24 бит проверки четности генерируются с помощью операций над информационными полями, как это указано в п. 3.1.2.3.3 главы 3 тома IV Приложения 10. Генерирующий полином $G(x)$ определяется следующим образом:

$$G(x) = \sum_{j=0}^{24} G_j x^j,$$

где

$$G_j = \begin{cases} 1: j = 0, 3, 10, 12, 13 \dots 24 \\ 0: \text{при других значениях.} \end{cases}$$

То есть:

$$G(x) = x^{24} + x^{23} + x^{22} + \dots + x^{13} + x^{12} + x^{10} + x^3 + 1$$

5.2 Комбинация адрес/четность

5.2.1 Биты проверки четности объединяются с 24-битным адресом воздушного судна и передаются последовательно после информационного поля. Для объединения битов адреса воздушного судна и битов проверки четности используются два разных метода: один для запросов, другой для ответов. Используемый для запросов метод был выбран для максимального упрощения аппаратуры приемопередатчика (т. е. остаток без ошибок непосредственно является адресом воздушного судна приемопередатчика). Используемый для ответов метод был выбран для облегчения использования процесса коррекции ошибок при декодировании ответов.

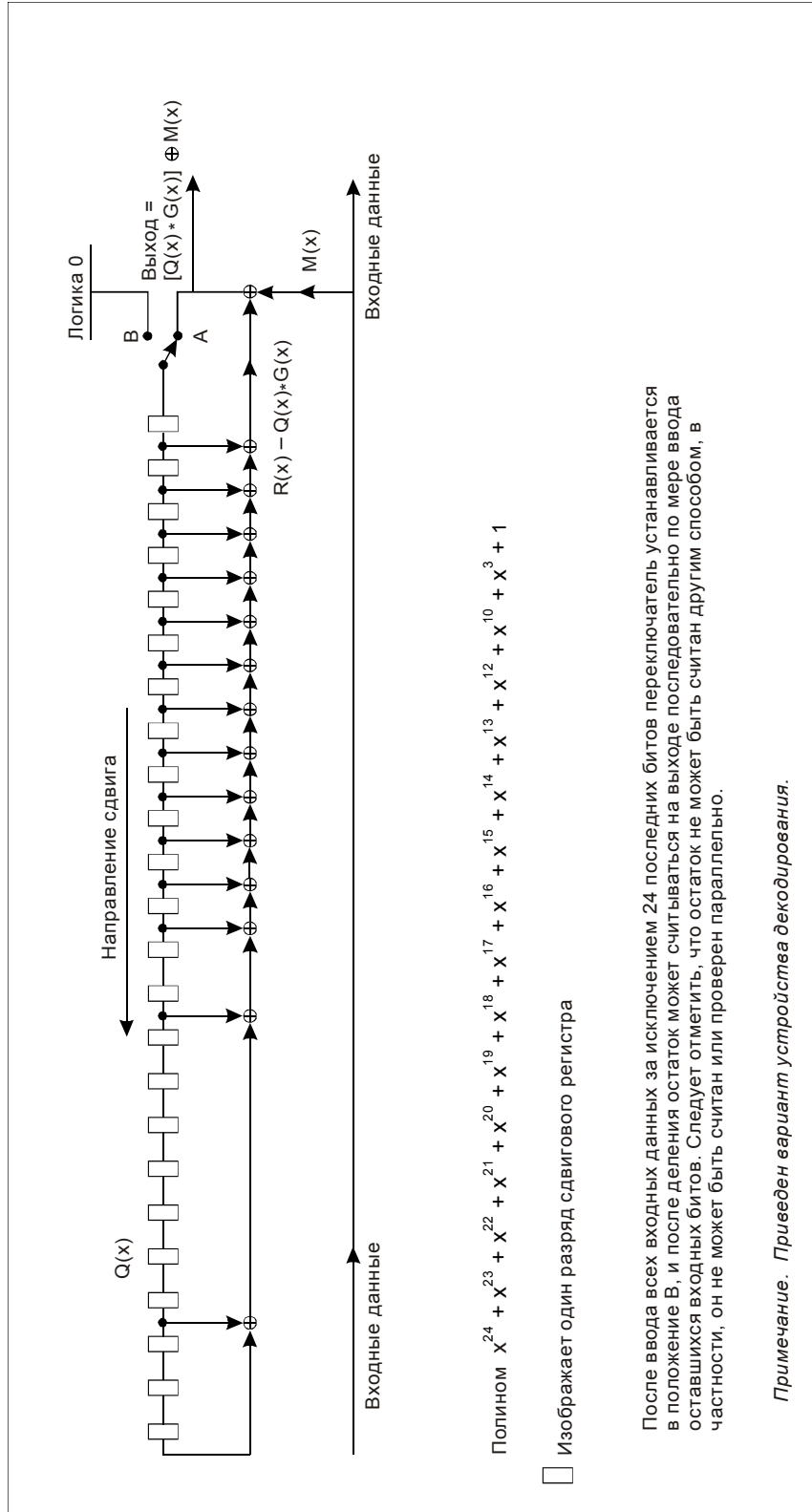


Рис. G-1. Реализация циклической полиномиальной проверки посредством умножителя

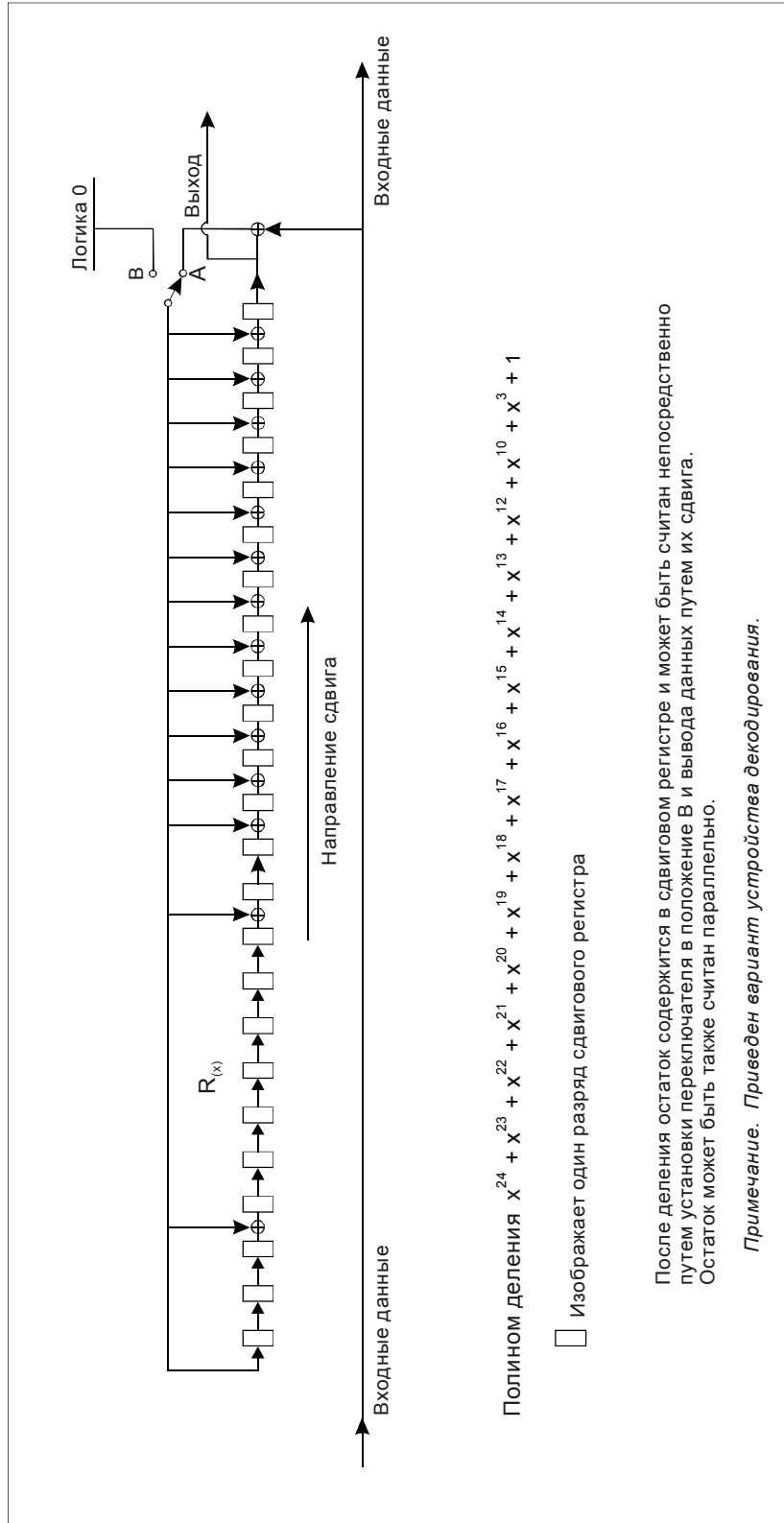


Рис. G-2. Альтернативный вариант реализации циклической полиномиальной проверки

5.2.2 Запрос содержит сумму по модулю-2 последовательности четности и 24 старших бита 48-битной последовательности, генерируемой путем умножения определенного заранее полинома адреса воздушного судна на определенный заранее генерирующий полином (см. рис. G-3).

5.2.3 Ответ содержит сумму по модулю-2 последовательности четности и (неизмененного) адреса воздушного судна (см. рис. G-4).

5.3 Генерирование поля PI

В передачах по линии связи "вниз" с форматом DF=11, DF=17 или DF=18 используется другая комбинация, которая приводит к генерированию поля PI. В формате DF=11 это поле содержит сумму по модулю-2 последовательности четности и следующую последовательность из 24 бит (a_1, a_2, \dots, a_{24}) = (17 нулевых значений, поле CL (3 бита), поле IC (4 бита)). В формате DF=17 или DF=18 это поле содержит сумму по модулю-2 последовательности четности и последовательности из 24 нулей (см. рис. G-4 bis).

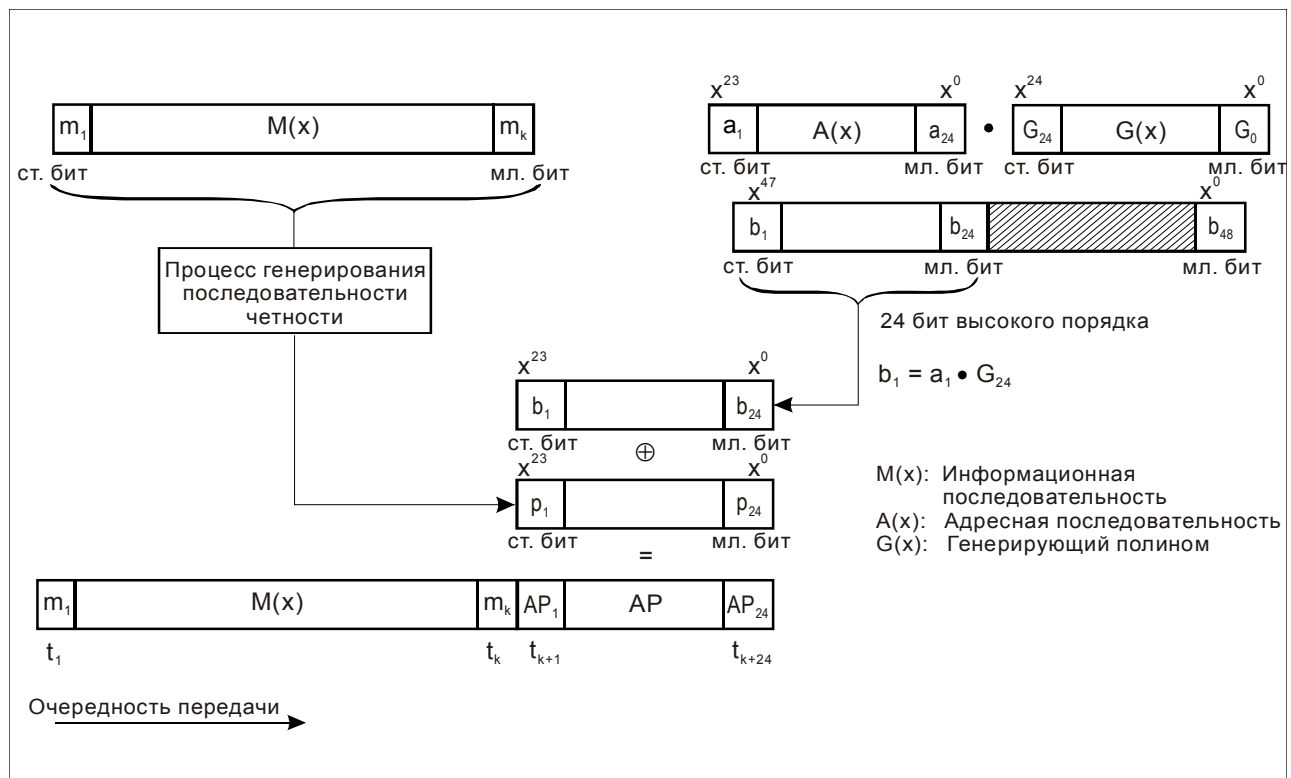


Рис. G-3. Процесс кодирования на линии связи "вверх"

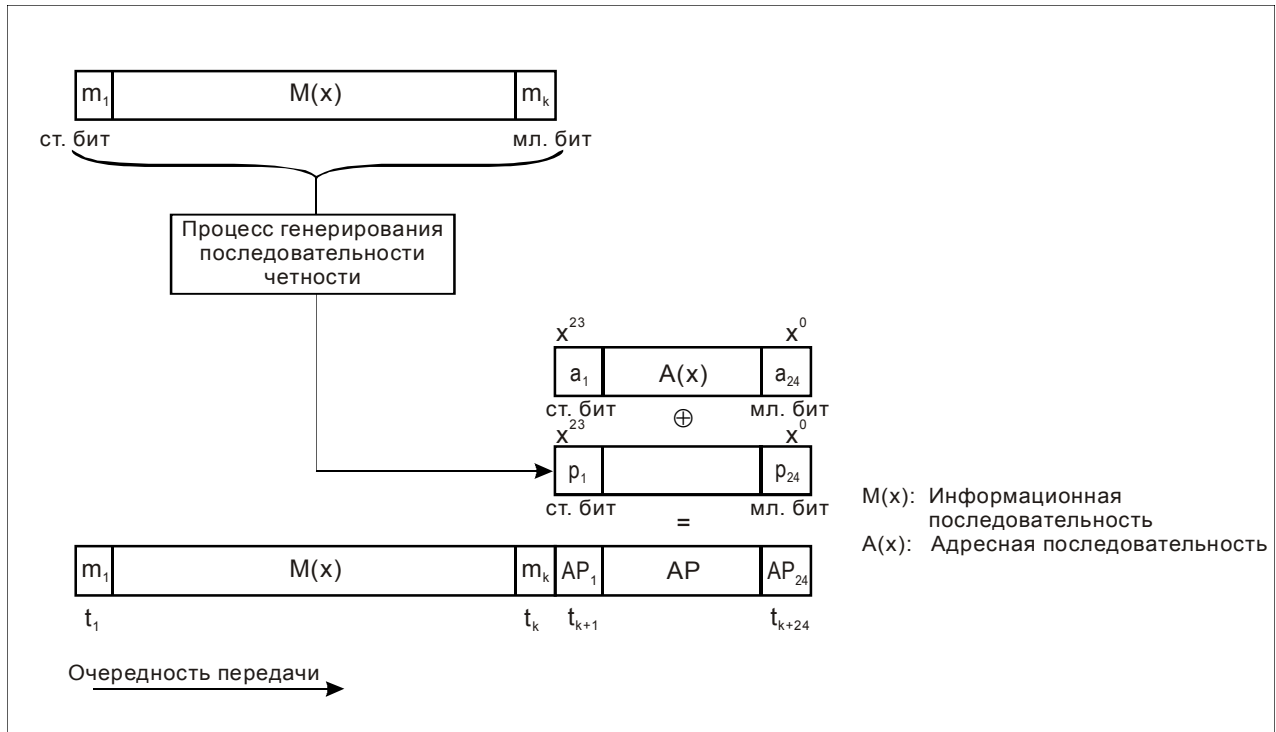


Рис. G-4. Процесс кодирования по линии связи "вниз" для ответов DF= 0, 4, 5, 16, 20, 21 и 24

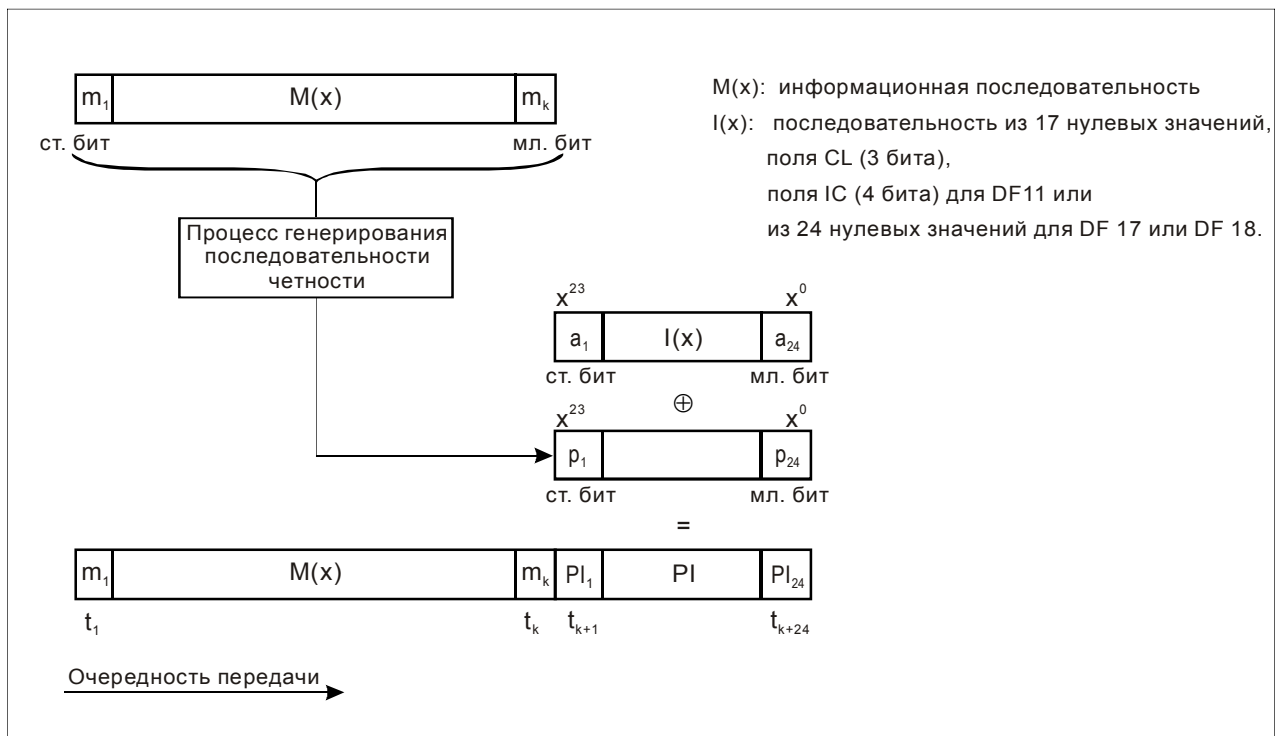


Рис. G-4 bis. Процесс кодирования по линии связи "вниз" для передач DF =11 и DF =17 или 18

5.4 Реализация в виде схемы умножителя

5.4.1 На рис. G-5 приводится вариант реализации кодирующего устройства наземной станции и приемопередатчика с использованием схемы умножителя, приведенной на рис. G-1. Другие, эквивалентные с функциональной точки зрения варианты реализации кодирующего устройства, в равной степени приемлемы при условии, что поле адреса/четности, генерируемое для всех информационных и адресных полей, идентично полю кодирующего устройства, изображенного на рисунке. Как видно из рисунка, кодирующее устройство представляет собой 24-разрядный сдвиговый регистр, в котором выходные сигналы определенных разрядов, задаваемые генерирующим полиномом, суммируются по модулю-2 с входной последовательностью и подаются на вход сдвигового регистра.

5.4.2 Кодирующее устройство работает в двух режимах: первый – во время передачи информационного поля, второй – во время передачи поля адреса/четности. Режим работы приводимого кодирующего устройства определяется положением переключателя; указанное на рисунке положение соответствует режиму, используемому во время передачи информационного поля.

5.4.3 Кодирование начинается, когда все разряды сдвигового регистра установлены на нуль. Во время передачи информационного поля выход кодирующего устройства непосредственно соединен с входом, т. е. передаваемые биты являются информационными битами. Одновременно информационные биты суммируются по модулю-2 с содержимым определенных разрядов сдвигового регистра и подаются на его вход, в результате чего сообщение делится на генерирующий полином.

5.4.4 Во время передачи поля адреса/четности выход кодирующего устройства (т. е. последовательность битов, подлежащих передаче) является выходом схемы суммирования по модулю-2. В кодирующем устройстве наземной станции биты 24-битного адреса воздушного судна последовательно подаются на вход сдвигового регистра, а также на схему суммирования по модулю-2, в результате чего производится умножение на генерирующий полином. В кодирующем устройстве приемопередатчика биты адреса воздушного судна подаются только на схему суммирования по модулю-2; во время передачи поля адреса/четности на входе сдвигового регистра устанавливается нуль.

5.5 Декодирование в приемопередатчике для обнаружения ошибки

5.5.1 В приемопередатчике используется логическая схема обнаружения ошибки, соответствующая передаваемой последовательности четности. Приведенная на рис. G-5 схема также является реализацией схемы обнаружения ошибки, используемой для декодирования закодированной последовательности.

5.5.2 Все принятое сообщение путем последовательных сдвигов подается в данную схему и вводится в буферное запоминающее устройство. После поступления всех 56 или 112 бит в сдвиговом регистре будет находиться правильная последовательность при условии, что во время передачи не произошло ошибок. Если последовательность принята правильно, данные в запоминающем регистре могут быть приняты с высоким уровнем достоверности. При использовании такой схемы правильная последовательность представляет собой неизменный 24-битный адрес воздушного судна.

5.6 Исправление ошибок на наземной станции

Примечание. По сравнению с вышеописанным алгоритмом кодирование передаваемых сообщений в режиме S обеспечивает альтернативные возможности для исправления ошибок. Можно разработать усовершенствованный алгоритм, использующий дополнительные преимущества определения

достоверности битов наряду с типовым механизмом возникновения ошибок в результате наложения ответа режима A/C при приеме ответа режима S. Такой метод может оказаться полезным в районах с большой загруженностью РЧ-каналов, в частности в тех случаях, когда приемник режима S используется в сочетании со всенаправленной антенной или антенной с широкой диаграммой направленности.

5.6.1 Логическая схема исправления ошибок используется наземной станцией для корректировки пачек ошибок в принимаемом сообщении. Процесс проверки и исправления ошибок в наземной станции иллюстрируется на рис. G-6.

5.6.2 В процессе приема сообщения биты сообщения вводятся путем сдвига в регистр сообщения. Одновременно генерируются биты достоверности. После обработки принятого сообщения в декодирующем устройстве, схема которого приведена на рис. G-5, получаемый остаток суммируется (сравнивается) с ожидаемым 24-битным адресом воздушного судна для определения признака ошибки. Если признак состоит из ОДНИХ НУЛЕЙ, то полученное сообщение не содержит ошибок. В этом случае сообщение непосредственно передается на выход. Если признак не состоит из нулей, то в сообщении имеется одна ошибка или пакет ошибок.

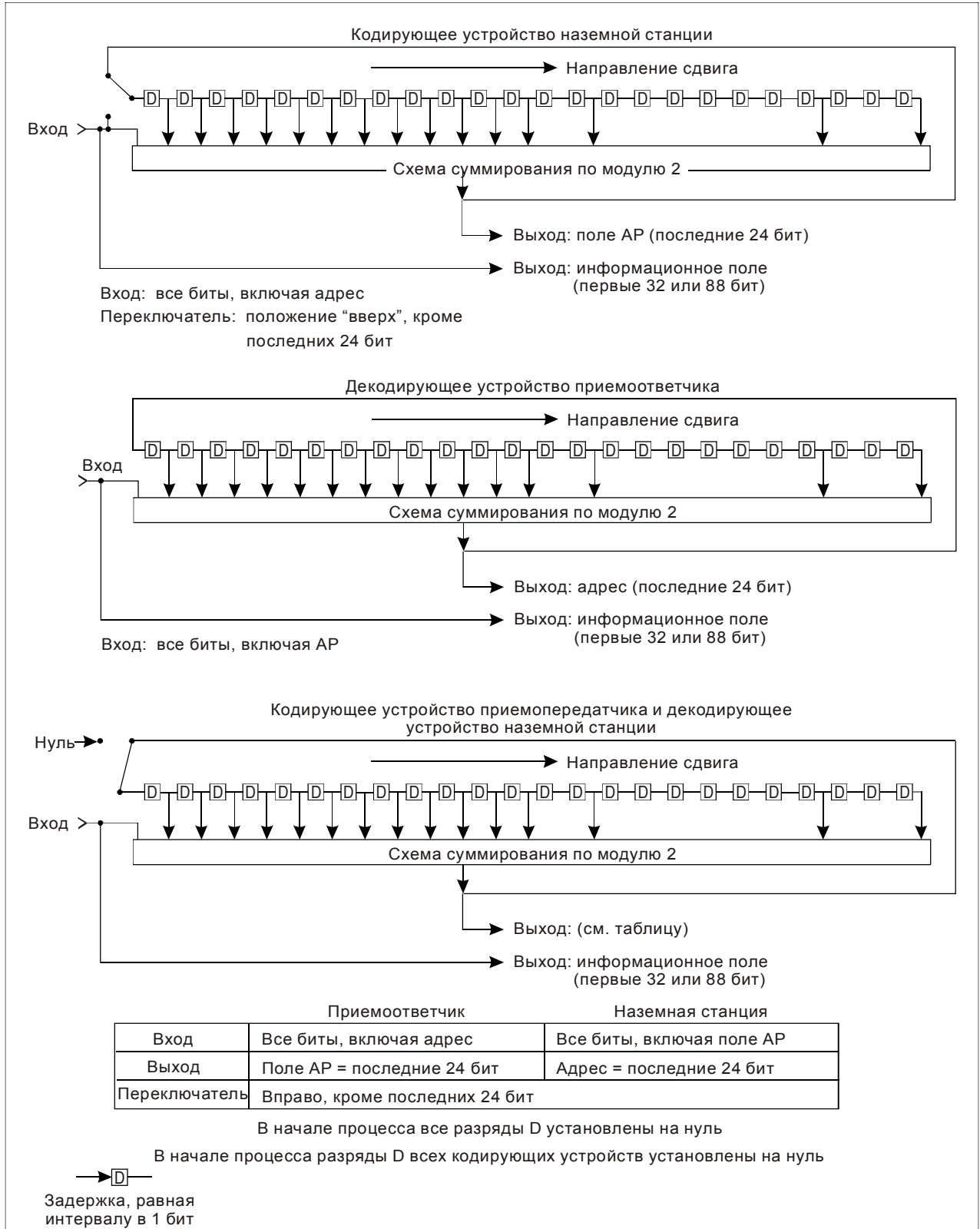


Рис. G-5. Функциональная схема кодирующих устройств наземной станции и приемоответчика режима S

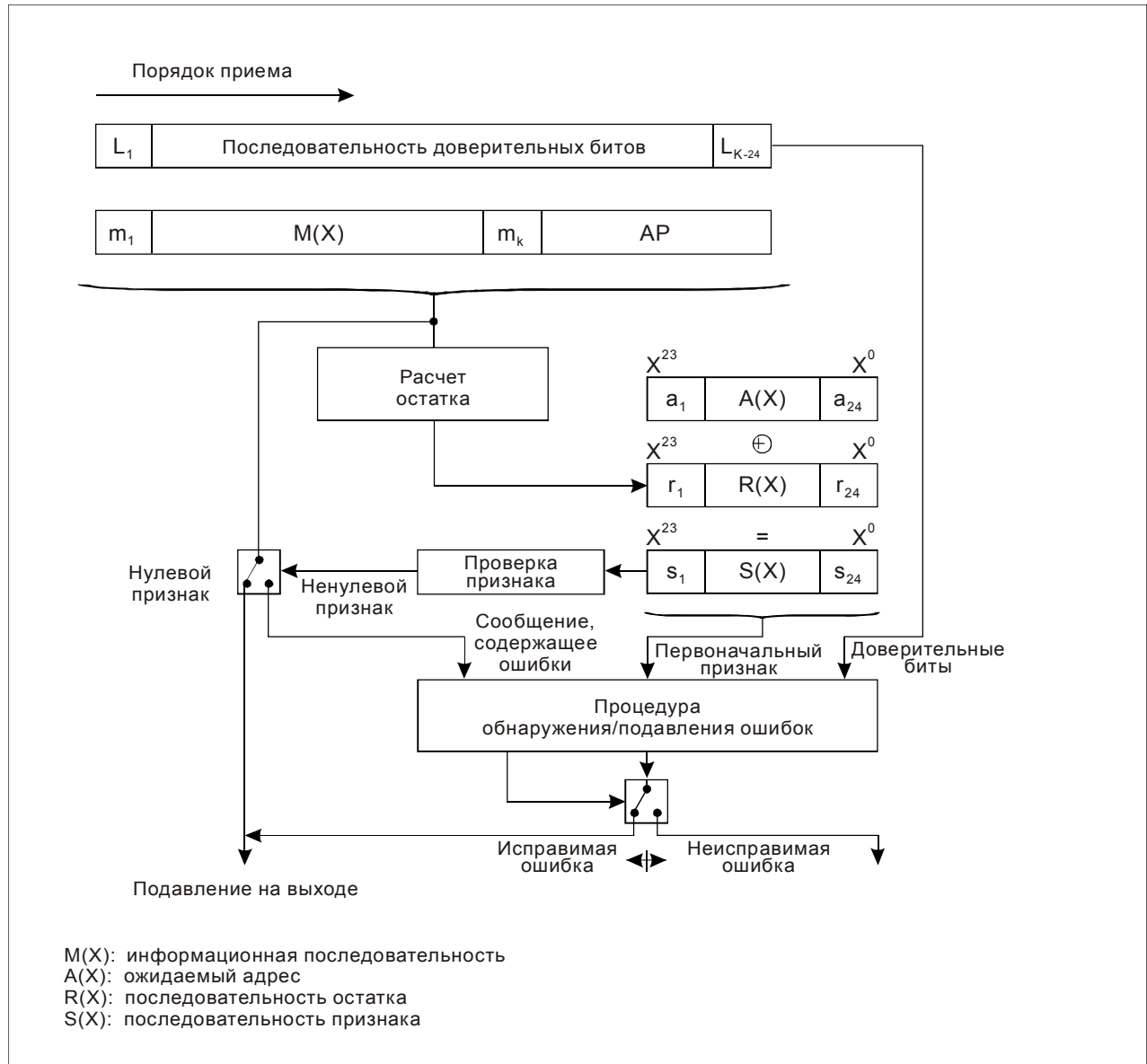


Рис. G-6. Процесс проверки/исправления ошибок на наземной станции

5.6.3 После расчета признака ошибки в приемнике, с помощью описанных в пп. 3.8 и 3.9 данного добавления процедур может быть осуществлена коррекция ошибок. 24-битный признак соответствует 24-битному пакету ошибок, содержащихся в принятом сообщении. Биты доверительности используются для определения места нахождения пакета ошибок и указывают ту часть сообщения, где возникли помехи. В процедуре коррекции ошибок используются последовательность битов сообщения, первоначальный признак ошибки и последовательность битов доверительности.

5.6.4 Реализация схемы коррекции ошибок приводится на рис. G-7. Первоначальный признак вводится в регистр E, изображенный на рис. G-7, в соответствии с приводимым порядком битов, биты доверительности размещаются в регистре L, а сообщение – в параллельном регистре M. Следует отметить, что на отводах регистра E формируется полином $G^*(x)$, обратный (с обратным порядком битов) по отношению к полиному $G(x)$, что позволяет использовать более эффективный процесс исправления ошибок.

5.6.5 При каждом сдвиге последовательно генерируется последовательность признака ошибки. Одновременно бит за битом циклически сдвигаются последовательности сообщения и достоверности. Каждое совпадение бита признака ошибки с битом низкого уровня достоверности в 24-битной последовательности битов достоверности низкого порядка указывает на наличие ошибки. При этом функция обнаружения ошибки инициализирует бит коррекции. Дальнейшие попытки коррекции не допускаются.

5.6.6 В этот момент цепь обратной связи регистра E прерывается, с тем чтобы признак можно было считывать последовательно. Одновременно регистр M выводит биты сообщения. Каждый бит, соответствующий единице в признаке ошибки, корректируется путем побитного суммирования двух последовательностей.

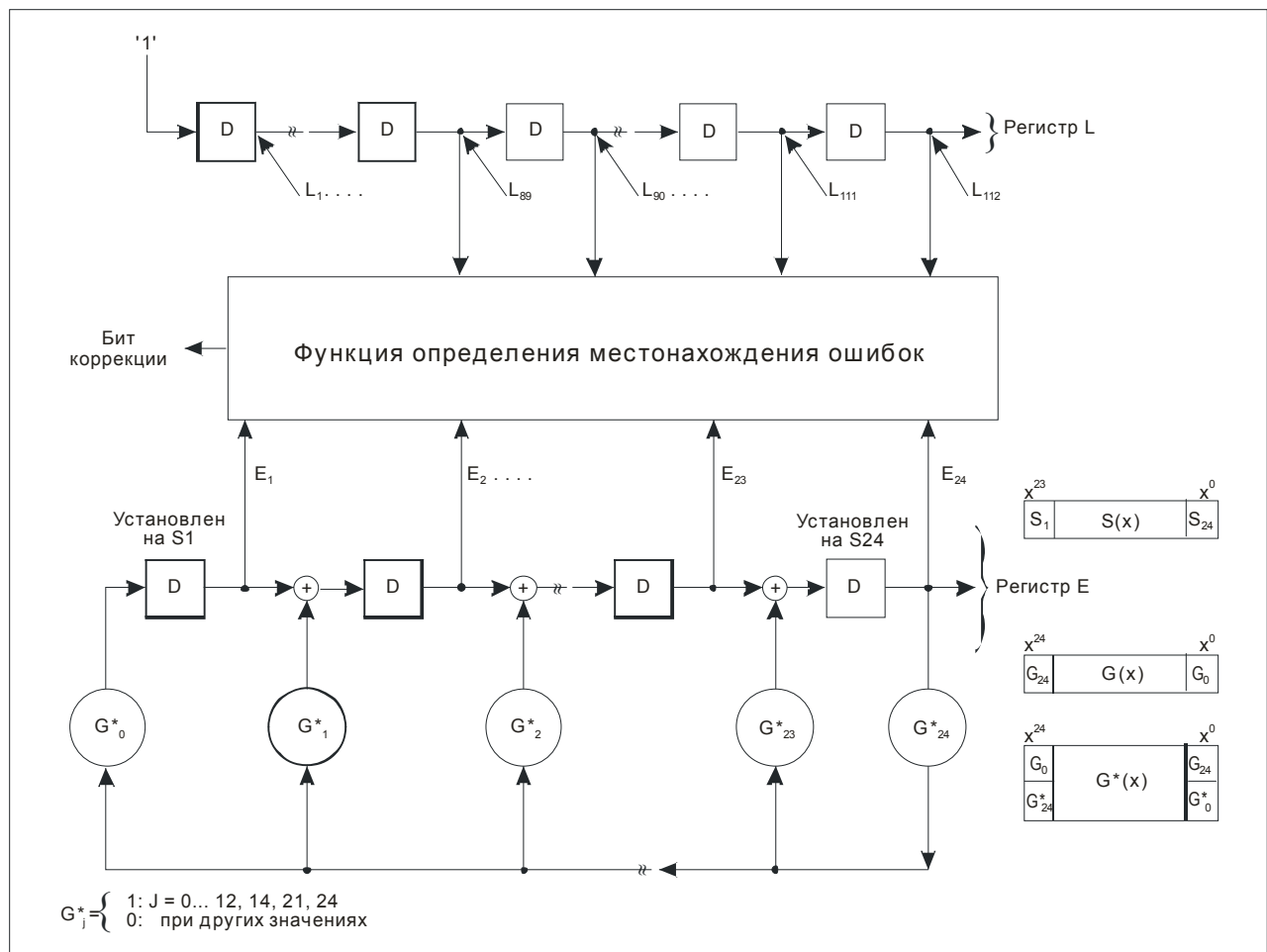


Рис. G-7. Логическая схема определения местонахождения ошибок

5.6.7 На этапе обнаружения ошибки процесса коррекции проводится еще одна проверка, а именно, определяется количество битов низкого уровня доверительности, содержащихся в каждом 24-битном сегменте сообщения. Когда их количество превышает пороговый уровень, коррекция ошибки отменяется, поскольку вероятность ошибочной коррекции резко возрастает с увеличением числа битов низкого уровня доверительности. Действительно, если бы все 24 последовательных бита были низкого уровня доверительности, то последовательность признака, какой бы она ни была, всегда давала бы совпадения и коррекция этих конкретных 24 битов происходила бы всегда.

6. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ МЕТОДЫ ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК

6.1 В методах исправления ошибок при слабых несинхронных импульсных помехах, которые характерны для работы антенны с вращающимся лучом (большая дальность действия, узкий луч) или TCAS (всенаправленная, малая дальность), может использоваться алгоритм, приведенный в п. 5.6 выше. Перемещение признака ошибки по сообщению, как это описано в п. 5.6, называется методом "движущегося окна". Однако при использовании основанных на ES прикладных процессов "воздух – воздух" большой дальности действия (предусматривающих наличие всенаправленных антенн) могут иметь место очень сильные несинхронные импульсные помехи, и в этой связи метод "движущегося окна" невозможно применять по соображениям необнаружения ошибок.

6.2 В условиях очень сильных несинхронных импульсных помех используется более простой подход, называемый консервативным методом. При использовании данного метода исправление ошибок предпринимается только в том случае, если в сообщении все биты с низким уровнем доверительности находятся в 24-битном окне и при этом имеется не более 12 битов с низким уровнем доверительности. Данное ограничение означает, что применение исправления ошибок распространяется на сигналы, которые номинально имеют только одиночную накладывающуюся более сильную несинхронную помеху в режиме A/C. Такой подход является консервативным в том отношении, что условия, предусматривающие исправление ошибок, являются гораздо более ограничительными в сравнении с методом "движущегося окна". Он обеспечивает более низкий уровень успешного исправления ошибок, поскольку не предусматривается корректировка сообщений с многократными наложениями в режиме A/C. Однако, как это предусматривалось, данный метод также обеспечивает очень низкую частоту необнаруженных ошибок.

6.3 Если условия применения консервативного метода выполняются, то признак ошибки генерируется для конкретного положения окна и (как в случае метода "движущегося окна") выполняется проверка для выяснения того, соответствуют ли единицы (1) в признаке ошибки битам с низким уровнем доверительности в данном окне. Если "да", осуществляется исправление ошибки. Если "нет", процесс завершается. В том случае, когда биты с низким уровнем доверительности занимают не все 24-битное окно, можно определить еще одно окно для их охвата. Это не повлияет на исправление ошибок, поскольку независимо от выбранного 24-битного окна для охвата битов с низким уровнем доверительности единицы (1) в признаке ошибки будут идентифицировать те же биты сообщения, т. е. при смещении окна на один бит признак ошибки будет сдвигаться также на один бит.

Примечание. В случае подхода, описанного в п. 6.3 выше, существует только единственная возможность успешного исправления ошибки. Независимо от конкретного местоположения 24-битного окна, идентифицируются одни и те же биты сообщения. Все биты, соответствующие единице (1) в признаке ошибки, должны быть дополнены, что может иметь место только в том случае, если все они имеют низкий уровень доверительности. В этой связи существует не более одной схемы исправления ошибок, которая может быть реализована при использовании консервативного метода исправления ошибок.

6.4 Можно использовать другой усовершенствованный метод исправления ошибок, который называется метод решения "в лоб". Этот метод основывается на допущении о том, что, если алгоритм определения битов сработал правильно, все ошибки в данных режима S будут содержаться в битах, которые

определены как имеющие низкий уровень доверительности. Если это является справедливым, то простой подход к исправлению ошибок заключается в проверке всех возможных сочетаний битов с низким уровнем доверительности и выборе набора, который соответствует признаку ошибки (при условии, что это выполняется только в одном случае). Этот метод применим к любому способу оценки данных и уровня их достоверности.

6.5 Исправление ошибок "в лоб" обычно применяется после того, как консервативный метод не привел к успешному исправлению ошибки. Использование этого метода обусловлено тем фактом, что местоположение каждого бита режима S соответствует некоторому особому признаку и что наборы битов порождают признак, который представляет собой исключающее ИЛИ всех индивидуальных признаков битов.

6.6 Например, если бит 1 является единственным битом, в котором выявлена ошибка, признак ошибки на приемнике будет {HEX} 3935EA, при этом бит 31 вызывает признак {HEX} FDB444, а бит 111 имеет признак {HEX} 000002. Таким образом, если все эти три бита объявлены как содержащие ошибку, рассчитанный признак ошибки будет представлять собой {HEX} C481AC. Можно сформировать таблицу заранее рассчитанных индивидуальных признаков бит и ввести эту таблицу в приемник. Существует возможность того, что два или более поднаборов битов с низким уровнем доверительности будут соответствовать конкретному признаку. В таких случаях сообщение сбрасывается без какого-либо ущерба. Однако если ошибочно определен бит высокого уровня доверительности и один поднабор битов с низким уровнем доверительности соответствует признаку, сообщение будет "исправлено" ошибочно и возникнет необнаруженная ошибка. (Если никакой поднабор не соответствует признаку, необходимо считать, что сделана ошибка в бите с высоким уровнем доверительности, и сообщение сбрасывается).

6.7 Очевидно, что по причинам, обусловленным временем обработки и связыванием ошибок, максимальное число обрабатываемых битов с низким уровнем доверительности должно ограничиваться. Число рассматриваемых случаев определяется выражением 2^n . Если для некоторого сообщения существует "n" битов с низким уровнем доверительности, то число случаев возрастает по экспоненциальному закону с показателем степени "n" (например, 32 при $n = 5$; 4096 при $n = 12$). Частота необнаруженных ошибок пропорциональна числу случаев, и, таким образом, также возрастает по экспоненте с показателем степени "n". Однако, поскольку хэмминговское расстояние 6 для кода четности режима S предусматривает, что необнаруженные ошибки в основном отсутствуют, если "n" равняется 5 или менее, то показатель степени "n" рекомендуется выбирать равным 5.

Добавление Н

АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛОВ РЕЖИМА S

Примечание. В регионах с перекрывающимися зонами действия наземные станции режима S должны координировать свою работу для обеспечения правильного использования протоколов наблюдения и связи в режиме S. Протоколы для условий работы группы станций обеспечивают такую координацию при минимальном взаимодействии между станциями на земле за счет использования идентификатора станции в передачах по линии связи "вверх". Неизбирательные протоколы требуют координации функционирования наземных станций по каналу "земля–земля", однако являются более эффективными в отношении использования времени занятия канала. Однако неизбирательные протоколы блокировки несовместимы с подсетевыми протоколами режима S.

1. ПРОТОКОЛЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СИГНАЛА И БЛОКИРОВКИ

1.1 Общие положения

1.1.1 Для направления избирательного запроса воздушному судну, оснащеному оборудованием режима S, наземная станция должна знать адрес воздушного судна в режиме S и приблизительное местоположение. Для получения адресов воздушных судов с оборудованием режима S каждая наземная станция передает запросы общего вызова. Воздушное судно, оснащенное оборудованием режима S, в ответ на такой запрос направит свой индивидуальный адрес. В процессе первого или второго сканирования антенны, после получения ответов на запросы общего вызова, наземная станция будет дискретно запрашивать воздушные суда и задавать условия блокировки для IC, используемого наземной станцией. Преимущество ожидания до второго сканирования перед блокировкой заключается в том, что это обеспечивает лучшую оценку скорости воздушного судна, что дает более точную оценку времени, когда воздушное судно будет находиться в основном луче при следующем сканировании. После радиолокационного обнаружения 24-битный адрес воздушного судна будет введен в файл опознанных воздушных судов данной наземной станции.

1.1.2 После первого обнаружения воздушного судна, оснащенного оборудованием режима S, его приемоответчик должен быть заблокирован для ответов на последующие запросы общего вызова в режиме S для сведения к минимуму синхронных помех, вызванных запросами общего вызова. Данное состояние блокировки контролируется наземной станцией режима S с помощью запросов в режиме S, адресованных избирательно. Если по каким-либо причинам воздушное судно не получает запросы дискретного адресования, содержащие команду блокировки, в течение приблизительно 18 с (что соответствует нескольким сканированиям антенны), любая существующая блокировка перестает действовать, с тем чтобы воздушное судно могло быть вновь опознано в результате обычного обнаружения в режиме S.

1.1.3 Запрос, используемый наземной станцией для получения ответов общего вызова, зависит от метода выделения сигнала, используемого на данной станции.

1.2 Выделение сигнала и блокировка в условиях работы группы станций

1.2.1 Выделение сигнала в условиях работы группы станций осуществляется посредством использования запроса общего вызова только в режиме S (UF = 11). IC запрашивающей станции содержится в запросе. Определены два типа IC:

- a) код II используется для наблюдения в условиях работы группы станций и координации передачи данных. Применяются коды II со значениями 1 – 15 (код II, равный НУЛЮ (0), рассматривается как неизбирательный);
- b) код SI используется только для наблюдения в условиях работы группы станций и идентификации отдельных функций линий передачи данных. Применяются коды SI 1 – 63. Код SI, равный НУЛЮ (0), не используется.

1.2.2 Приемответчик отвечает на данный запрос, если он не находится в состоянии блокировки по отношению к запросчику с данным кодом. В приемответчике имеется всего 79 независимых таймеров блокировки для сохранения состояния блокировки, заданного наземными станциями (то есть 16 таймеров блокировки II и 63 таймера блокировки SI).

1.2.3 Код SI состоит из поля IC и поля CL. Только приемответчики, отвечающие требованиям, по крайней мере, поправки 73 (или более поздней поправки) к Приложению 10, будут декодировать поле CL для определения того, является ли содержимое поля IC кодом II или кодом SI. Немодернизированные приемответчики, которые не могут обрабатывать коды SI, будут по умолчанию считать, что содержимое поля IC представляет собой значение кода II. В этой связи, если CL не равняется нулю (это означает, что поле IC содержит код SI), немодернизированные приемответчики будут кодировать последовательность четности ответа, используя "аналогичный" код II, а не содержащийся в запросе код SI.

1.2.4 Запросчик, который получит ответы на запросы общего вызова только в режиме S, закодированные с использованием "аналогичного" кода II, будет, как правило, отвергать такие ответы. Как следствие, немодернизированные приемответчики, которые не способны обрабатывать коды SI, не будут обнаруживаться запросчиком, использующим код SI.

1.2.5 Приведенные ниже методы позволяют в течение переходного периода выделять и обнаруживать приемответчики, не способные обрабатывать коды SI.

1.2.6 Запросчик, работающий с кодом SI, предусматривает возможность настройки его пользователем на прием ответов общего вызова только в режиме S, в которых для кодирования последовательности четности использован "аналогичный" код II.

1.2.7 Цель, которая отправляла такие ответы, должна рассматриваться как оборудованная приемответчиком, не способным обрабатывать коды SI, даже если содержимое регистра 10₁₆ указывает на то, что приемответчик способен обрабатывать коды SI.

1.2.8 Запросчик, если он работает с кодом SI, должен предусматривать возможность настройки его пользователем на запрашивание целей, оснащенных приемответчиками, не способными обрабатывать коды SI, используя избирательные протоколы режима S, предусмотренные для применения кода II. Используемый код II должен представлять собой "аналогичный" код II.

1.2.9 Запросчик, работающий с кодом SI, должен предусматривать возможность настройки его пользователем, позволяющей либо:

- a) не блокировать приемответчики, не способные обрабатывать коды SI, по "аналогичному" коду II; либо

- б) использовать прерывистую блокировку для этого "аналогичного" кода II.

Примечание. Это должно позволить соседним запросчикам, работающим с "аналогичным" кодом II, обнаруживать приемопередатчики, не способные обрабатывать коды SI.

1.2.10 Запросчик, работающий с кодом II, должен предусматривать возможность настройки его пользователем, позволяющей либо:

- а) не блокировать приемопередатчики режима S, которые не указывают о возможности обработки кодов SI в регистре 10₁₆; либо
- б) использовать прерывистую блокировку приемопередатчиков режима S, которые не указывают о возможности обработки кодов SI в регистре 10₁₆.

Примечание. Это должно позволить соседним запросчикам, работающим с кодом SI и "аналогичным" кодом II, обнаруживать приемопередатчики, не способные обрабатывать коды SI.

1.2.11 Данный метод следует использовать только для обнаружения воздушных судов, не оснащенных приемопередатчиками, способными обрабатывать коды SI, при входе таких воздушных судов в воздушное пространство, предусматривающее обязательное использование кодов SI, с тем чтобы можно было предпринять соответствующие действия (например, эти воздушные суда могут быть направлены в обход такого воздушного пространства).

1.3 Методы обнаружения и блокировки

1.3.1 Когда система работает в режиме группы станций, отдельные запросы целей в режиме S и в режиме A/C могут быть осуществлены за счет использования общего вызова только в режиме A/C совместно с общим вызовом только в режиме S, формат UF = 11.

1.3.2 Как и предполагает само название, запрос общего вызова только в режиме S вызывает ответы только от приемопередатчиков режима S. Поэтому он используется в сочетании с запросом общего вызова только в режиме A/C (отличающимся коротким импульсом P₄). Запрос второго типа вызывает ответы только от приемопередатчиков режима A/C и, таким образом, дополняет запрос общего вызова только в режиме S, с тем чтобы приемопередатчики режима A/C и режима S отвечали, по крайней мере, на один из запросов. За счет этого устраняется вероятность того, что одно и то же воздушное судно будет находиться под наблюдением как воздушное судно, отвечающее в режиме A/C, и как воздушное судно, отвечающее в режиме S.

1.3.3 Один из методов управления радиочастотным каналом состоит в том, что за запросом общего вызова каждого типа следует установленный для него интервал приема. За счет более сложного управления процессорами ответов другой метод обеспечивает преимущество совместного использования интервала приема в результате спаривания запросов общего вызова, как это показано на рис. Н-1. Такой совместно используемый интервал приема обеспечивает гораздо более эффективное использование времени канала. Интервал между запросами выбран таким, что ответы принимаются одновременно от приемопередатчика режима A/C и приемопередатчика режима S, находящихся на одинаковом удалении. Это дает необходимое время для восстановления приемопередатчика режима A/C после SLS, вызванного преамбулой запроса в режиме S, содержащей импульсы P₁-P₂, до принятия им общего вызова только в режиме A/C.

Примечание 1. В условиях накладывающихся запросов общего вызова существует возможность того, что на предельном режиме приемопередатчики будут выдавать неожиданные результаты. Отмечается, что некоторые приемопередатчики режима A/C не обеспечивают надлежащее подавление по паре подавляющих импульсов P₁-P₂ равной амплитуды, содержащихся в преамбуле режима S. Это обычно приводит к тому, что приемопередатчик неправильно обнаруживает импульс P₃ в форме сигнала P₆ и

отвечает ответом в режиме А. В результате может появиться сообщение о фиктивной цели, находящейся по наклонной дальности до 10 м. миль ближе местоположения фактической цели. Если данный приемоответчик вовремя не восстановится для приема действительного запроса, он не будет отвечать о своем фактическом местоположении.

Примечание 2. Некоторые преимущества совместного интервала приема общих вызовов только в режиме А/С и только в режиме S без появления фиктивных целей можно получить путем использования как совместных, так и отдельных интервалов приема в период облучения цели. При таком подходе некоторые запросы объединяются, как это показано на рис. Н-1, однако другие запросы общего вызова только в режиме А/С и только в режиме S с отдельными интервалами приема распределяются между объединенными запросами в период облучения цели. Отслеживание линии пути в режиме А/С начинается только по ответам, полученным на запросы в режиме А/С с отдельными интервалами приема.

1.3.4 Поле PI ответа на общий вызов DF=11, вызванного запросом общего вызова только в режиме S UF=11, кодируется с использованием IC, принимаемого в запросе, который вызвал ответ. Оно состоит из полей CL и IC при запросах в режиме общего вызова. Данный адрес используется для кодирования поля PI абсолютно таким же образом, как используется адрес приемоответчика режима S для кодирования поля адреса/четности (AP). Наземные станции, действующие в режиме совместной работы с другими станциями, декодируют ответы общего вызова с использованием своих IC в качестве ожидаемого адреса. Совпадающие по времени, но несинхронизированные ответы на общий вызов, направленные соседними наземными станциями, не будут приняты осуществляющей наблюдение местной наземной станцией, поскольку они закодированы с использованием другого IC. Такое подавление ответов на запросы общего вызова за счет IC исключает возможность формирования посторонних отметок в результате общего вызова, образуемых совпадающими по времени, но несинхронизированными ответами в режиме S.

1.3.5 Использование блокировки общего вызова обуславливает необходимость координации работы наземных станций по наблюдению в районах с перекрывающимися зонами действия с целью обеспечения возможности для всех наземных станций обнаруживать воздушные суда с оборудованием режима S. Если функционирование наземных станций не может быть скоординировано посредством наземной связи, то используется блокировка приемоответчиков в условиях работы группы станций.

1.3.6 Блокировка для группы станций основана на использовании кодов запросчика II и SI и различных таймеров блокировки приемоответчика. Приемоответчик режима S может быть избирательно и независимо заблокирован для запросов общего вызова в условиях работы группы станций, передаваемых с использованием 78 различных кодов запросчика. Соседние станции, использующие другие коды запросчика, не подвержены влиянию блокировки со стороны других станций и поэтому они могут осуществлять обнаружение и блокировку совершенно независимо. При этом необходимо учитывать ограничения на использование запросчика.

1.3.7 Наличие возможности использования кодов SI (п. 2.1.5.1.7.1 главы 2 тома IV Приложения 10) может проверяться путем контроля бита 35 сообщения о возможностях использования линии передачи данных (регистр 10₁₆). Это сообщение должно регулярно извлекаться при захвате траектории. Коды SI не могут использоваться в некотором районе воздушного пространства до тех пор, пока все воздушные суда режима S не будут иметь оборудование для обработки кодов SI. Данный контроль должен продолжаться после внедрения кодов SI для выявления любого приемоответчика, который не может использовать коды SI. После этого должны предприниматься соответствующие действия в отношении выявленных воздушных судов, которые не имеют оборудования для использования кодов SI.

1.3.8 Причина обязательного оснащения всех воздушных судов оборудованием, использующим коды SI, заключается в том, что приемоответчик режима S, который не может использовать коды SI, будет неправильно понимать код SI, содержащийся в запросе общего вызова только в режиме S. Код II или SI, включаемый в запрос общего вызова только в режиме S, содержится в 7-битном поле, состоящем из 3-битного поля CL и 4-битного поля IC, как это показано ниже:

кодирование CL (двоичные значения):

000	означает, что поле IC содержит код II;
001	означает, что поле IC содержит коды 1–15 SI;
010	означает, что поле IC содержит коды 16–31 SI;
011	означает, что поле IC содержит коды 32–47 SI;
100	означает, что поле IC содержит коды 48–63 SI.

1.3.9 Приемответчик, который не обеспечивает использование кодов SI, не будет обнаруживать поле CL и поэтому будет интерпретировать поле IC как во всех случаях содержащее код II. Это вызовет преобразование кодов SI в коды II. Например, кодам приемответчика II=1 и SI=1, 17, 33 и 49 будет соответствовать значение 0001 в поле IC. Если воздушное судно, не имеющее оборудования для использования кодов SI, будет выполнять полет в районе перекрытия зон действия запросчиков с II=1 и SI=16, то будет иметь место следующая ситуация:

- a) если воздушное судно будет обнаружено вначале запросчиком с кодом II=1, то данное воздушное судно будет заблокировано на II=1. Запрос общего вызова от этого запросчика с кодом SI, содержащий SI=17, не будет вызывать ответ на запрос общего вызова, поскольку приемответчик интерпретирует данный код как II=1 и является заблокированным на II=1;
- b) если воздушное судно обнаруживается вначале запросчиком с кодом SI, то приемответчик будет отвечать на запрос общего вызова SI=17, поскольку он не будет заблокирован на II=1. Запросчик с кодом SI не сможет заблокировать этот приемответчик, поскольку механизмы блокировки в случае кодов II и SI полностью различаются. В этой связи приемответчик не будет распознавать команду блокировки SI (и не поменяет свое состояние блокировки на какой-либо код II).

1.3.10 Таким образом, в случае приемответчика, не способного использовать коды SI, запросчик с кодом II никогда не выйдет из режима наблюдения. Потеря наблюдения может произойти только для запросчика с кодом SI и то только при некотором сочетании кодов II и SI.

1.3.11 Переход на коды SI может регулироваться путем контроля соблюдения требования, связанного с использованием кодов SI, с помощью сообщения о возможностях использования линии передачи данных и (когда это возможно для фиксированных запросчиков) путем присвоения кодов II и SI соседним запросчикам для исключения возможного взаимодействия. Представляется возможным на секторной основе назначать одному запросчику несколько кодов SI. Такой подход может оказаться еще одним полезным способом исключения взаимодействия кодов SI и II. В случае подвижных запросчиков или фиксированных запросчиков, когда невозможно использовать невзаимодействующие коды SI и II, для обнаружения случайного запросчика режима S, не использующего коды SI, могут использоваться низкочастотные отменяющие блокировку запросы общего вызова только в режиме S, осуществляемые запросчиком с кодом SI. Другой способ выхода из данной ситуации заключается в том, чтобы работающие с кодами II запросчики периодически исключали блокировку приемответчиков режима S, не использующих коды SI, для обеспечения обнаружения их с помощью запросчиков SI.

1.4 Неизбирательное выделение сигнала и блокировка

1.4.1 Адресные запросы, содержащие код II=0, несовместимы с подсетевыми протоколами режима S. Эти протоколы контролируют дискретные запросы в отношении содержания кода II и используют ненулевые коды II для направления сообщений по линиям связи "вниз" по соответствующим наземным адресам. Поэтому неизбирательное выделение сигнала (основанное на коде II=0) не может применяться в запросчике,

работающем в подсети режима S. По этой причине при нормальном выделении сигналов в режиме S более не разрешается использовать код II=0. В настоящее время код II=0 зарезервирован для адаптивного выделения сигналов в связи с методом стохастического обнаружения/отмены блокировки.

1.4.2 Поле протокола (PC) используется либо для блокировки, либо для целей связи. Когда поле PC в запросе используется для целей связи, неизбирательная блокировка может быть обеспечена в том же запросе за счет использования LOS в поле SD.

1.5 Выделение сигнала и блокировка при объединенных запросчиках

Запросчики с перекрывающимися зонами действия, использующие одинаковые коды запросчика, могут быть связаны с помощью наземной сети для координации их работы в режимах наблюдения и связи. При этом уменьшение несинхронных помех от общего вызова, обеспечиваемое методом неизбирательного выделения сигналов, приобретает форму, совместимую с подсетью режима S. Поскольку обеспечивается наземная координация, объединенные запросчики могут использовать протоколы неизбирательной передачи сообщений.

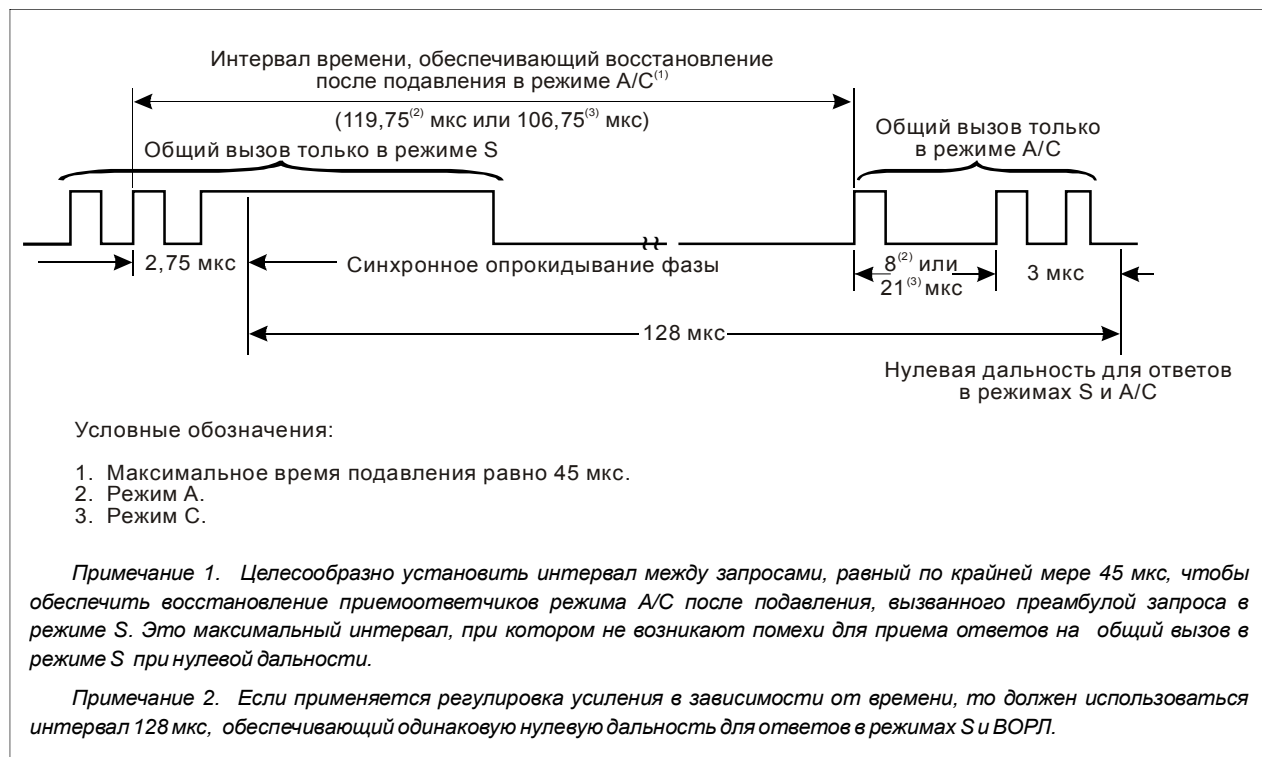


Рис. Н-1. Комбинированный запрос при избирательном выделении сигнала наземной станции

1.6 Стохастическое выделение сигнала

1.6.1 Хотя блокировка в режиме S может сократить количество синхронных помех при выделении сигнала, она не может исключить их полностью, не является она эффективной и в том случае, когда наземная станция режима S возобновляет функционирование после перерыва в работе и, следовательно, должна выделить сигналы многих воздушных судов с оборудованием S одновременно. В указанных случаях используется режим стохастического выделения сигнала. В этом режиме наземная станция режима S осуществляет запрос с использованием специальной команды общего вызова, дающей указание воздушному судну предоставлять ответ с вероятностью, меньшей единицы. Уменьшенная в результате этого частота ответов приводит к тому, что некоторые ответы на запрос общего вызова будут приниматься без искажения, и передавшие их воздушные суда будут таким образом обнаружены. После обнаружения воздушного судна его приемоответчик блокируется, и поэтому не создает помех для ответов на запрос общего вызова, направляемых с других необнаруженных воздушных судов. Этот процесс повторяется до тех пор, пока все воздушные суда не будут обнаружены.

1.6.2 При таком методе выделения сигнала используется запрос общего вызова только в режиме S, $UF=11$. Задаваемая вероятность ответа содержится в поле PR и может быть выбрана из следующих значений: 1, 1/2, 1/4, 1/8 или 1/16. В условиях действия блокировки приемоответчик не отвечает. В противном случае приемоответчик генерирует случайный процесс и отвечает только в том случае, когда выход этого случайного процесса соответствует заданной вероятности ответа. Например, если код PR задает вероятность ответа в 1/4, то приемоответчик будет генерировать случайные числа между 0 и 1 и будет отвечать только тогда, когда

- a) отсутствует блокировка и
- b) генерируемые случайные числа меньше или равны 0,25.

Примечание. Методы стохастического выделения сигнала, описываемые в последующих пунктах, являются лишь примером. Могут также использоваться другие методы стохастического выделения сигнала.

1.6.3 На практике могут быть реализованы два следующих метода:

- a) *Метод первоначального выделения сигнала.* Данный метод применяется после перерыва в работе наземной станции режима S. Он состоит в посылке периодических запросов общего вызова только в режиме S (4-6 или более запросов за время нахождения в луче), за которыми следуют интервалы для приема в пределах необходимого диапазона по дальности. Эти интервалы перемежаются с запланированными интервалами в режиме S, предусмотренными для обеспечения дискретного запроса и адресной блокировки приемоответчиков режима S, выделенных в течение предыдущего сканирования. Величина задаваемой минимальной вероятности, используемая для этой цели, является параметром, зависящим от степени загрузки данной станции сообщениями в режиме S, обрабатываемыми этой станцией. Программа по повторному выделению сигнала начинается при этом на самом низком уровне вероятности, а затем после нескольких сканирований переходит на более высокие уровни вероятности для сокращения общего времени выделения сигналов. Действия в ситуациях, когда воздушное судно с первого раза не обнаружено, а также когда при нормальной работе возникают синхронные помехи в результате запросов общего вызова, приводятся в следующем пункте.
- b) *Адаптивный метод выделения сигнала.* Ответы в режиме S, получаемые с некорректируемыми ошибками во время интервала для приема ответов на запрос общего вызова, группируются по дальности и азимуту. Группы, состоящие из трех и более ответов за каждый период нахождения в луче, рассматриваются как свидетельство наличия синхронных помех в результате запроса общего вызова. Возникает предварительная отметка в режиме S, имеющая примерные дальность и азимут коррелированных ответов. При следующем сканировании

наземная станция осуществляет запросы с использованием общего вызова только в режиме S с заданной вероятностью ответа, равной одной второй. Имеется высокая вероятность того, что при наличии помех неискаженный ответ будет получен от одного из двух приемопередатчиков в течение четырех или более запросов - ответов, возможных в течение одного периода нахождения в луче, что позволит осуществлять дискретный запрос и блокировку при следующем сканировании. Если выделить сигнал не удалось, то предварительная отметка пропадает, поскольку продолжающиеся помехи приведут к возникновению новой предварительной отметки. Остаточные синхронные помехи, которые были вызваны более чем одним воздушным судном в первоначальной ситуации, характеризуемой помехами, также приведут к появлению новой предварительной отметки. Последнее воздушное судно в такой ситуации будет обнаружено путем обычного процесса общего вызова, используемого данной станцией.

1.7 Отмена блокировки

1.7.1 Отмена блокировки может быть использована в ситуации, когда считается, что блокировка соседней наземной станции мешает обнаружению цели в режиме S местной наземной станцией, обеспечивающей наблюдение. Например, соседняя наземная станция может непреднамеренно использовать такой же код II, что и данная наземная станция. Использование данного метода должно быть строго ограничено, поскольку он вызывает ответы на общий вызов в режиме S от обнаруженных и необнаруженных воздушных судов, и поэтому может привести к значительному количеству несинхронных помех при общем вызове в режиме S.

1.7.2 Можно применить метод выделения сигнала, который сочетает в себе черты выделения сигнала с адресацией станции и черты стохастического выделения сигнала. При этом используется запрос общего вызова только в режиме S, $UF=11$, и коды PR, задающие вероятности ответов, равные 1, 1/2, 1/4, 1/8 и 1/16. В этом случае приемопередатчику дается команда отменять состояние блокировки при принятии решения об ответе. Это, конечно, приведет к сохранению вероятности получения искаженных ответов на общий вызов, поскольку обнаруженные и необнаруженные воздушные суда с оборудованием режима S могут отвечать на запросы общего вызова. Для выделения сигнала при наличии возникающих при этом синхронных помех используется стохастический метод.

2. ОБНАРУЖЕНИЕ В РЕЖИМЕ S С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТМЕНЫ БЛОКИРОВКИ

2.1 Эксплуатационная концепция

2.1.1 Некоторые запросчики (например, подвижные военные запросчики) могут не иметь назначенного кода II или SI, с тем чтобы осуществлять обычное наблюдение в режиме S. В настоящем разделе описывается метод обнаружения в режиме S путем отмены блокировки, который не требует присвоения IC.

2.1.2 Эксплуатационная концепция обнаружения в режиме S с использованием отмены блокировки определяется следующим образом:

- a) Обычное наблюдение за воздушным движением осуществляется такими запросчиками, используя режим A/C, первичный радиолокатор или другие средства. В режиме A/C должна использоваться моноимпульсная обработка для обеспечения более низкой частоты запросов. Высвободившееся канальное время используется для обнаружения в режиме S.
- b) При каждом сканировании запросчик данного типа передает ряд запросов общего вызова только в режиме S, за которым следует интервал прослушивания, соответствующий конкретной

рабочей дальности. Эти запросы содержат код отмены блокировки, который предписывает приемопередатчикам режима S отвечать на запрос независимо от состояния блокировки. Возникающие при этом синхронные помехи снижаются путем использования кода PR = 10–12 в запросе общего вызова только в режиме S. Эти коды предписывают отмену блокировки при более низкой вероятности ответа.

- c) Каждый неискаженный ответ на запрос общего вызова в режиме S обрабатывается и коррелируется по дальности и азимуту с соответствующими данными слежения в режиме A/C или с помощью первичного радиолокатора. Ответ на общий вызов содержит 24-битный адрес воздушного судна. Этот адрес используется в избирательных запросах в режиме S для получения от данного воздушного судна любой дополнительной информации. Такие адресные запросы содержат IC, равные НУЛЮ (0), но не содержат каких-либо команд, касающихся блокировки. Ответы в режиме наблюдения на адресные запросы содержат коды режима S и режима A, которые также могут использоваться в качестве дополнительных критериев корреляции с данными слежения в режиме A/C. Запросчик не изменяет каким-либо образом состояние блокировки приемопередатчика воздушного судна, установленное соседними запросчиками режима S с использованием протоколов блокировки в условиях работы группы станций.
- d) 24-битный адрес воздушного судна хранится в файле данных слежения и используется при последующем обновлении дополнительной информации.
- e) Статус обнаружения в режиме S каждого отслеживаемого воздушного судна отражается в файле данных слежения и характеризуется одним из следующих трех состояний:
 - 1) получен адрес воздушного судна;
 - 2) подтверждено, что воздушное судно не имеет оборудования режима S, поскольку в результате заданного количества запросов не был получен не содержащий ошибок ответ или не была обнаружена преамбула, указывающая на режим S; или
 - 3) ведется обнаружение в режиме S.
- f) В целях сведения к минимуму несинхронных импульсных помех при общем вызове запросы общего вызова передаются только в те моменты времени, когда в луче находятся воздушные суда, обнаружение которых в данный момент осуществляется.

2.2 Регулирование уровня синхронных помех

2.2.1 Рассмотренная выше эксплуатационная концепция обнаружения в режиме S основана на возможности отмены блокировки. Использование этой возможности предполагает, что запрос общего вызова только в режиме S содержит код (PR = 8–12), который предписывает приемопередатчику направить ответ на этот общий вызов, невзирая на его состояние блокировки. Сама по себе отмена блокировки дает ограниченные преимущества, поскольку такие передачи наверняка приведут к синхронному искажению ответов на запросы общего вызова в режиме S от воздушных судов, находящихся на небольшой наклонной дальности и в пределах того же интервала облучения, что и представляющее интерес воздушное судно. (Дальность, при которой имеет место синхронное искажение ответов на запрос общего вызова в режиме S, составляет 9,6 км (5,2 м. мили)).

2.2.2 Режим S предусматривает другую возможность, которая называется "стохастическое обнаружение" и которую следует использовать вместе с отменой блокировки. Стохастическое обнаружение позволяет решить проблему синхронного искажения ответов на общий вызов, предписывая приемопередатчику (посредством

передачи в запросе общего вызова кода PR = 10–12) направлять ответы с вероятностью менее 1. Возможные значения вероятности равняются 1/4, 1/8 и 1/16. Вероятность ответа, меньшая единицы, уменьшает общее количество ответов от группы воздушных судов, находящихся в пределах дальности искажения ответов. Это повышает вероятность получения одного неискаженного ответа от необнаруженного воздушного судна. Метод стохастического обнаружения позволяет обнаруживать воздушное судно с оборудованием режима S даже при относительно высокой плотности воздушного движения.

2.2.3 Показатели, характеризующие метод стохастического обнаружения в зависимости от количества воздушных судов в зоне искажения и используемой вероятности, приведены в таблице Н-1. В таблице Н-2 даны обобщенные характеристики, которые можно получить при использовании данного метода. В строках таблицы Н-2 указано количество воздушных судов в зоне искажения, определяемой шириной луча и протяженностью зоны искажения в 9,6 км (5,2 м. мили) для ответа на общий вызов в режиме S. Следует отметить, что в данной зоне достаточно редко находится более 10 воздушных судов. В колонках указано максимальное и среднее количество запросов, необходимое для обнаружения с вероятностью 99 %.

2.3 Максимальная частота запросов общего вызова

2.3.1 Ограничение для стандартного запросчика режима S

Максимальная частота повторения запросов общего вызова, установленная в SARPS для системы режима S (см. п. 3.1.2.11.1 главы 3 тома IV Приложения 10), составляет 250 запросов в секунду. Эта частота повторения запросов определяет предельный уровень помех на частотах 1030 и 1090 МГц, обусловленных запросами общего вызова, передаваемыми одним запросчиком режима S.

Таблица Н-1. Количество запросов, необходимое для обнаружения с вероятностью 99 %

Количество воздушных судов в зоне искажения	Стохастическая вероятность		
	0,5	0,25	0,125
2	16	22	40
3	35	31	46
4	72	41	53
5	>100	56	61
6		76	70
7		>100	80
8			93
9			105
10			121

**Таблица Н-2. Характеристики обнаружения (количество запросов) при отмене блокировки:
 $p = 0,25$ (2–5 воздушных судов), $p = 0,125$ (6–10 воздушных судов)**

Количество воздушных судов в зоне искажения	Одно воздушное судно		Все воздушные суда	
	Максимальное количество запросов для обнаружения с вероятностью 99 %	Среднее количество запросов, необходимое для обнаружения	Максимальное количество запросов для обнаружения с вероятностью 99 %	Среднее количество запросов, необходимое для обнаружения
2	22	5	26	8
3	31	7	38	13
4	41	10	54	20
5	56	13	76	29
6	70	16	97	38
7	80	18	114	46
8	93	20	133	55
9	105	23	155	66
10	121	27	181	78

2.3.2 Использование частоты 1030 МГц

Метод стохастического обнаружения/отмены блокировки предусматривает использование стандартных запросов общего вызова только в режиме S, и поэтому влияние этих запросов на канал 1030 МГц аналогично влиянию запросов общего вызова, передаваемых стандартным запросчиком режима S. С точки зрения использования частоты 1030 МГц запросчик, использующий стохастическое обнаружение/отмену блокировки, может работать при той же частоте запросов общего вызова, что и стандартный запросчик режима S.

2.3.3 Использование частоты 1090 МГц

2.3.3.1 Стандартный запросчик режима S, использующий блокировку, будет вызывать ответы на запросы общего вызова от воздушных судов с оборудованием режима S, которые только входят в зону действия запросчика, или от тех воздушных судов, которые пропустили блокировку вследствие неполучения запроса в последние $18 \text{ с} \pm 1 \text{ с}$. В условиях интенсивного воздушного движения можно с очень большим запасом полагать, что на интервал облучения приходится примерно одно воздушное судно, не находящееся в состоянии блокировки, или всего 120 воздушных судов на запросчик со стандартной шириной луча 3° (3 дБ). Исходя из максимального установленного значения PRF, равного 250 применительно к запросам общего вызова, на стандартный запросчик режима S будет приходиться максимум порядка 250 ответов в секунду на запросы общего вызова в режиме S.

2.3.3.2 Запросчик, который использует отмену блокировки, будет иметь более высокую частоту ответов на свои запросы общего вызова, поскольку блокировка не применяется. Рассмотрим ситуацию, которая характеризуется наличием запросчика, имеющего период сканирования 10 с и ширину луча $3,6^\circ$, и 700 воздушных судов в зоне слежения. Средняя "нагрузка луча" будет составлять 7 воздушных судов на каждое из 100 положений луча при одном сканировании. Если используется стохастическая вероятность, равная 0,25, то в среднем будет поступать примерно 2 ответа на каждый запрос общего вызова.

2.3.3.3 Исходя из этого, общую частоту запросов общего вызова для рассматриваемого в данном примере запросчика, использующего отмену блокировки, следует ограничить примерно 125 запросами общего вызова только в режиме S в секунду, чтобы исключить появление любых дополнительных импульсных помех в режиме S, помимо тех, которые вызываются стандартным запросчиком режима S.

2.3.3.4 На практике различные значения нагрузки при отслеживании целей, ширины луча и частоты сканирования будут приводить к различным результатам. Однако цель заключается в сведении суммарных помех при запросах общего вызова в режиме S к уровню, который не превышает нижнее значение уровня импульсных помех, создаваемых стандартным запросчиком режима S.

2.4 Пример запросчика, использующего отмену блокировки

2.4.1 Характеристики запросчика

Предполагая, что запросчик имеет ширину луча $3,6^\circ$, дальность действия 370 км (200 м. миль) и период сканирования 10 с, использование 10 запросов общего вызова с отменой блокировки в течение одного интервала облучения дает частоту запросов 100 раз в секунду. Это значение не превышает частоту запросов, установленную в SARPS, даже после корректировки с учетом большего количества ответов, вызываемых запросом.

2.4.2 Ожидаемые характеристики

В таблице Н-2 указано максимальное и среднее количество запросов, необходимое для обеспечения обнаружения с вероятностью 99 %. Поскольку используется 10 запросов на интервал облучения, максимальное и среднее количество периодов сканирования, необходимое для обнаружения, можно определить путем деления значений в последних двух колонках таблицы Н-2 на 10 и округления результата до большего целого значения. Полученные результаты приведены в таблице Н-3.

Таблица Н-3. Характеристики (количество сканирований) стохастического обнаружения при отмене блокировки: $p = 0,25$ (2–5 воздушных судов), $p = 0,125$ (6–10 воздушных судов)

<i>Количество воздушных судов в зоне искажения</i>	<i>Максимальное количество сканирований для обнаружения с вероятностью 99 %</i>	<i>Среднее количество сканирований для обнаружения с вероятностью 99 %</i>
2	2	1
3	3	1
4	4	1
5	6	2
6	7	2
7	8	2
8	9	2
9	10	3
10	11	3

2.4.3 Результаты моделирования

2.4.3.1 Параметры обнаружения в случае запросчика с упомянутыми выше характеристиками были оценены путем моделирования. При моделировании плотность воздушного движения, которая характеризовалась значениями в 10, 25 и 50 воздушных судов на ширину луча, задавалась случайным образом по азимуту и дальности в пределах 370 км (200 м. миль) и интервала, равного трем значениям ширины луча. Показатели замерялись в момент нахождения воздушных судов в середине луча при прохождении луча запросчика через зону воздушного движения. Полученные результаты представлены на рис. Н-2.

2.4.3.2 На рис. Н-3 приведены данные о количестве обнаруженных воздушных судов. Эти данные показывают, что в случаях 10 и 50 воздушных судов все воздушные суда, за исключением одного, были быстро обнаружены, однако последнее воздушное судно не было обнаружено даже после 20 сканирований.

2.5 Адаптивный метод для сокращения времени обнаружения

2.5.1 Необходимость использования адаптивного метода

Результаты моделирования показывают, что, хотя отмена блокировки обеспечивает быстрое обнаружение большинства воздушных судов, при высокой плотности воздушного движения для обнаружения всех воздушных судов может потребоваться много времени. Однако показатели обнаружения могут быть значительно улучшены за счет использования избирательной блокировки.

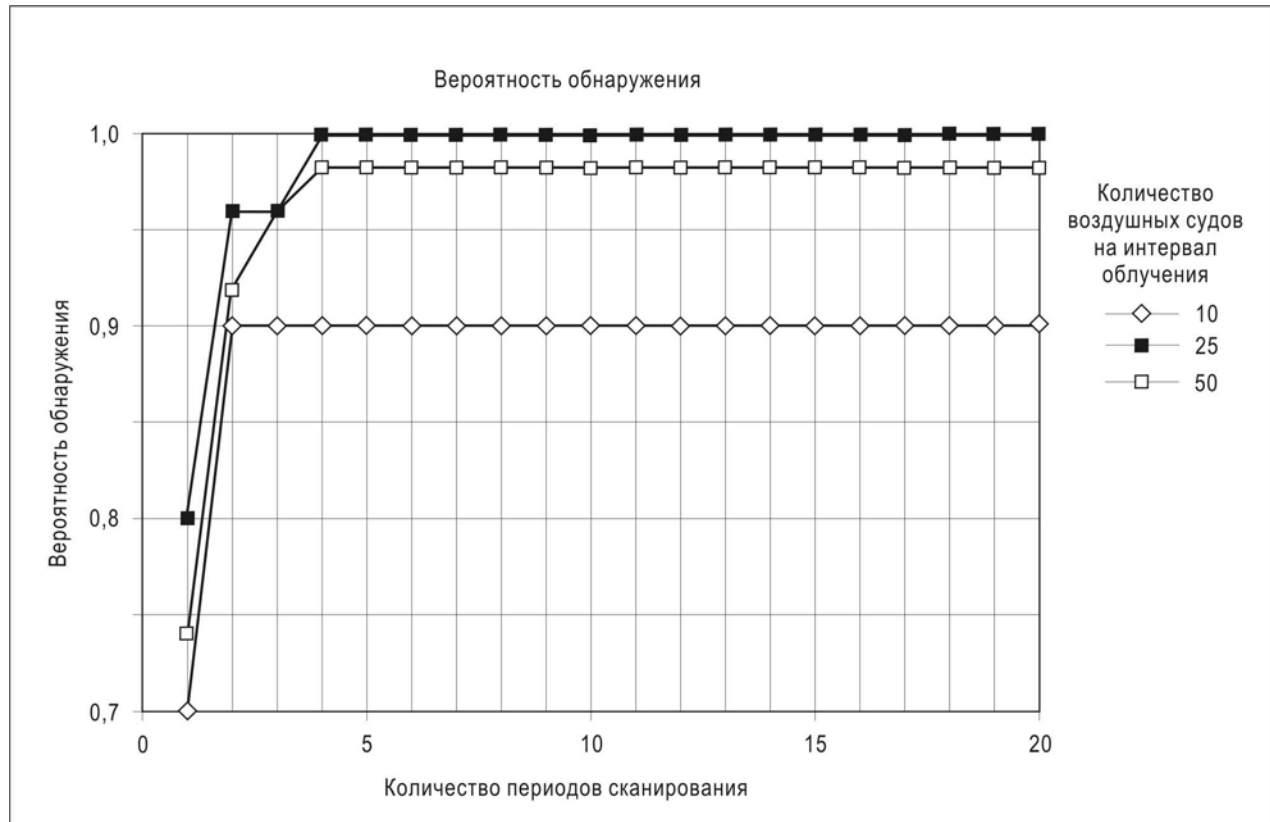


Рис. Н-2. Вероятность обнаружения при отмене блокировки
(ширина луча $3,6^\circ$, период сканирования 10 с, 10 запросов общего вызова на интервал облучения, $p = 0,25$)

2.5.2 Использование кода II = 0

2.5.2.1 Разработка алгоритмов для подсети режима S значительно ограничила практическую полезность кода II, равного нулю. Протоколы связи для этой подсети требуют использования ненулевого кода II для обеспечения маршрутизации по линии связи "вниз". Таким образом, код II=0 не будет применяться, когда канал передачи данных режима S будет использоваться для предоставления услуг подсети даже в тех районах, где зоны действия наземных станций не перекрываются.

2.5.2.2 Учитывая, что код II=0 не будет использоваться в большинстве районов с высокой плотностью воздушного движения, представляется возможным исключить применение кода II=0 при обычном обнаружении, не ограничивая при этом возможности режима S.

2.5.3 Адаптивное обнаружение

2.5.3.1 Обнаружение последнего воздушного судна в зоне искажений с помощью адаптивного метода, использующего код II=0, заключается в следующем:

- все обнаруженные воздушные суда в интервале облучения зоны искажений, содержащей необнаруженное воздушное судно, избирательно запрашиваются и блокируются на код II=0;

- b) в течение следующего периода сканирования запросы общего вызова передаются с использованием кода II=0, без отмены блокировки;
- c) блокировка на код II=0 приемоответчиков снимается через 18 с после передачи последней команды блокировки.

2.5.3.2 Уменьшение уровня синхронных помех приведет к быстрому обнаружению необнаруженного воздушного судна или к установлению факта отсутствия у него оборудования режима S. Поскольку блокировка производится только временно и избирательно, требуется только минимальная координация действий с соседними запросчиками, использующими отмену блокировки, для исключения конфликтных ситуаций при использовании блокировки на код II=0.

3. ПРОТОКОЛ НАБЛЮДЕНИЯ

3.1 Протокол наблюдения наземной станции обычно должен вызывать передачу данных об абсолютной высоте в режиме C в ответе на запрос наблюдения в режиме S. Для получения кода воздушного судна в режиме A необходимо также направить дополнительный запрос:

- a) при обнаружении воздушного судна с оборудованием режима S;
- b) после продолжительного периода отсутствия данных;
- c) в случае временной и постоянной передачи сигнала тревожной сигнализации.

3.2 Для указания на изменение в коде режима A сигнал тревожной сигнализации передается в поле FS в каждом ответе на запрос наблюдения и в сообщении Comm-B. Если новый код является аварийным кодом (7500, 7600 или 7700), тревожная сигнализация остается в активном состоянии (т. е. сохраняется на экране). Если новый код не является аварийным кодом, тревожная сигнализация снимается через 18 с \pm 1 с. В целях подтверждения надежности стабильного состояния запросчик должен продолжать вызывать ответы в режиме A в течение одного или двух сканирований после сброса тревожной сигнализации

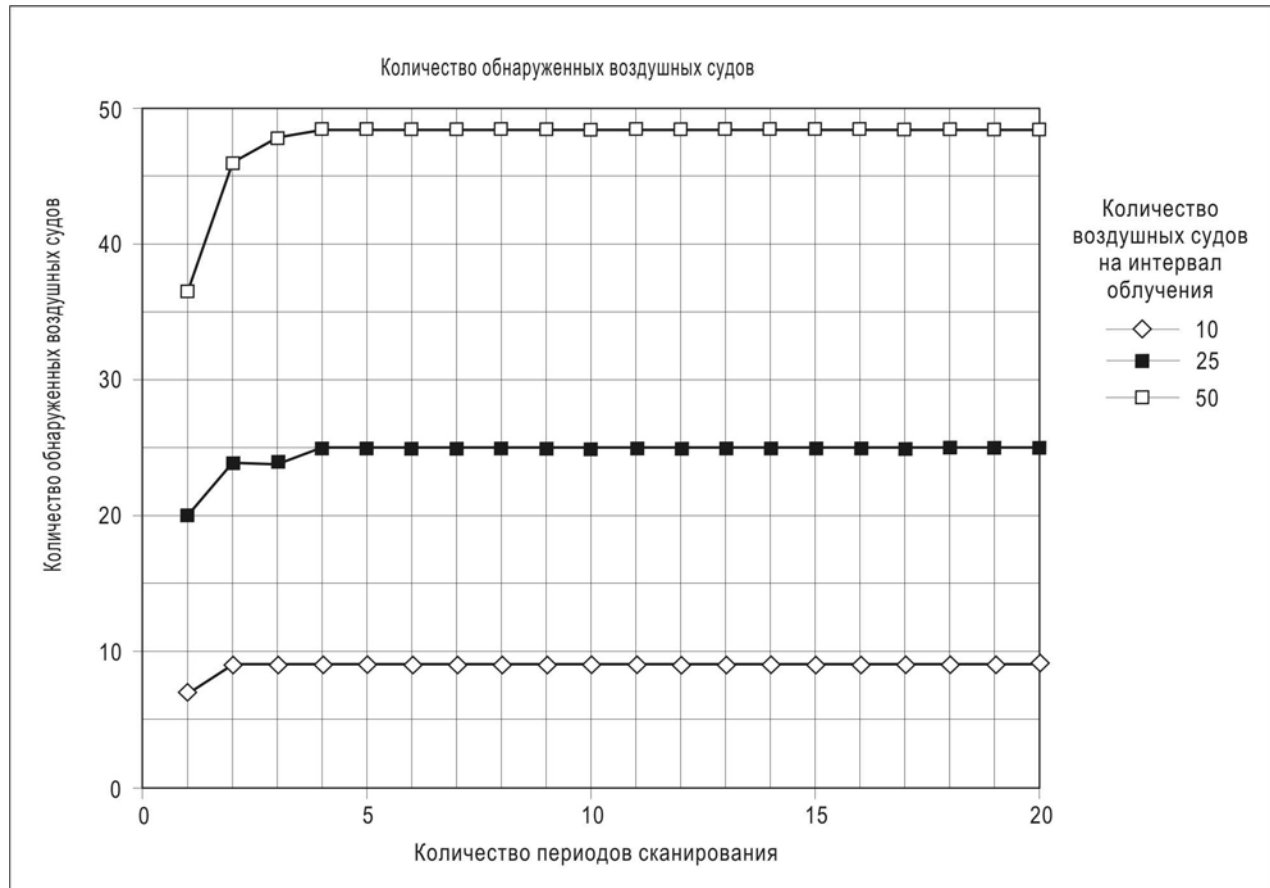


Рис. Н-3. Количество обнаруженных воздушных судов при использовании стохастического обнаружения/отмены блокировки
(ширина луча $3,6^\circ$, период сканирования 10 с, 10 запросов общего вызова на интервал облучения, $p = 0,25$)

3.3 Знание установленного значения кода приемоответчика в режиме А важно для системы УВД поскольку:

- этот код используется для тревожной сигнализации;
- он необходим для опознавания воздушного судна при передаче управления станциям, не оснащенным оборудованием режима S.

3.4 Поэтому в поле FS предусматривается уведомление наземной станции об изменении кода режима А в процессе полета.

4. ПРОТОКОЛ ПЕРЕДАЧИ SLM ПО ЛИНИИ СВЯЗИ "ВВЕРХ" (COMM-A)

Примечание. Запросы Comm-A используются для передачи сообщений стандартной длины (SLM) по каналу связи "земля – воздух". До начала любой такой передачи запросчик получает сведения (на основании предшествующего сообщения о возможностях линии передачи данных, которое обычно принимается во время первого обнаружения воздушного судна) о возможностях запрашиваемого воздушного судна в отношении передачи сообщений Comm-A.

4.1 Меры предосторожности в отношении протокола COMM-A

4.1.1 Если приемоответчик не в состоянии переслать сообщение SLM по линии связи "вверх" в блок обработки данных линии передачи данных, он может не ответить на запрос Comм-A. Некоторые приемоответчики рассчитаны не принимать запрос, если они не могут обрабатывать сообщения по линии связи "вверх". Однако в данном состоянии приемоответчик продолжит предоставление ответов на короткие запросы в режиме наблюдения. В случае утери контакта с воздушным судном при использовании только запросов Comм-A наземная станция должна передать один или несколько коротких запросов для определения того, является ли потеря контакта фактором, не позволяющим приемоответчику направлять ответы. Об изменении возможностей линии передачи данных объявляется во всенаправленном сообщении Comм-B.

4.1.2 Если для БСПС и ADLP используются отдельные интерфейсы приемоответчика, приемоответчик должен направлять избирательно адресуемые сообщения Comм-A в соответствующие интерфейсы на основании информации, содержащейся в запросе Comм-A. Сообщения Comм-A, предназначенные для БСПС, идентифицируются с помощью DI=1 или 7, TMS=0 и первых восьми битов поля MA, равных 05 {HEX}. Сообщения, идентифицированные как относящиеся к БСПС (включая сообщения MU "воздух – воздух"), должны доставляться в интерфейс БСПС, но не должны поступать в интерфейс ADLP. Сообщения, которые не идентифицируются как относящиеся к БСПС, должны доставляться в интерфейс ADLP, но не должны поступать в интерфейс БСПС.

4.2 Всенаправленное сообщение COMM-A

Всенаправленное сообщение Comм-A предназначено для передачи всем воздушным судам, находящимся в определенном секторе по азимуту. В зависимости от эксплуатационных потребностей такой сектор может быть узким, равным ширине луча, или широким, соответствующим полному обороту антенны. Из-за отсутствия ответа приемоответчика запросчик не получит положительного подтверждения о том, что такое сообщение было принято определенным воздушным судном. По этой причине всенаправленные сообщения должны быть ограничены информацией, которая передается периодически для обеспечения высокой степени вероятности ее доставки. Всенаправленные сообщения Comм-A должны передаваться с такой частотой, которая позволяет осуществлять, по крайней мере, три передачи в пределах каждого азимутального сектора, соответствующего ширине луча антенны на уровне 3 дБ. Данная минимальная частота передачи обеспечивает разумную вероятность доставки всенаправленного сообщения Comм-A за одно сканирование антенны.

5. ПРОТОКОЛ ПЕРЕДАЧИ SLM ПО ЛИНИИ СВЯЗИ "ВНИЗ" (COMM-B)

5.1 Передача инициируемых наземной станцией сообщений COMM-B

5.1.1 Протокол GICB позволяет немедленно осуществить передачу данных, запрашиваемых наземной станцией, и получить информацию, хранящуюся в приемоответчике. Такая информация (если она имеется) содержится в ответе на запрос, задающий адрес (код BDS) регистра, в котором хранится данная информация. Примерами информации, которую можно получить с использованием протокола GICB, являются "сообщение о возможностях линии передачи данных" и "опознавательный индекс воздушного судна". Пример доставки сообщения GICB приводится в таблице Н-4.

5.1.2. Реализуемые на борту прикладные процессы, обеспечивающие передачу данных по линии связи "вниз" с помощью протокола GICB, обновляют содержимое регистров с частотой, достаточной для поддержания в этих регистрах текущей информации. Для обеспечения восстановления данных в регистре GICB в случае сбоя,

вызывающего потерю данных GICB в приемоответчике, минимальная частота обновления составляет приблизительно 5 с. Если сбой происходит в интерфейсе, используемом для загрузки регистров GICB, данные в них окажутся недействительными, а пользователи этих сообщений не будут знать об этом. В этом случае действие приемоответчика должно состоять в сбросе регистров GICB, обновляемых этим интерфейсом, за исключением регистра (10₁₆) возможностей линии передачи данных. Этот регистр имеет специальный протокол обнаружения сбоев. При восстановлении данного интерфейса прикладной процесс, реализуемый на борту, возобновит загрузку данных в этот регистр. Восстановление завершается приблизительно за 5 с.

5.1.3 Если сбой происходит в интерфейсе приемоответчика, используемом для загрузки AIS в регистр 20₁₆ GICB, приемоответчик должен очистить AIS и сбросить бит AIS в сообщении о возможностях линии передачи данных. Это приводит к тому, что приемоответчик посылает всенаправленное сообщение об изменении ID воздушного судна и об изменении возможностей линии передачи данных. Если для загрузки регистра 20₁₆ используется отдельный интерфейс, то вышеуказанное действие может производиться независимо от обычной очистки регистров GICB. Приемоответчик будет обеспечивать установку кода 2,0 BDS (биты 33-40) в результирующем всенаправленном сообщении Comm-B.

5.1.4 Для БСПС обычно предусматривается отдельный интерфейс в приемоответчике. Тот же самый протокол, который применяется для очистки регистров GICB в случае сбоя в работе интерфейса, используется независимо и для интерфейса БСПС.

5.1.5 Действия приемоответчика в случае сбоя в интерфейсе зависят от типа данных, передаваемых этим интерфейсом. Например, если для данных, содержащихся в GICB и SLM, используются отдельные интерфейсы, то приемоответчик сможет передавать данные GICB даже в случае сбоя в интерфейсе SLM. Интерфейс SLM используется процессором ADLP для загрузки сообщения о возможностях линии передачи данных, поэтому в случае сбоя в интерфейсе SLM в сообщении о возможностях линии передачи данных будет передан 0, несмотря на то, что приемоответчик сохраняет свою способность передавать данные GICB.

5.1.6 Считывание GICB может происходить в любой момент, поскольку оно регулируется временем передачи запросов запросчиками. Эти запросы влекут за собой доступ к регистрам GICB. Другие асинхронные операции, предусматривающие доступ к регистрам, представляют собой процесс обновления информации в регистрах GICB. Важно предусмотреть защиту, обеспечивающую невозможность обновления содержимого регистров во время доступа, вызванного принятым запросом. Это позволит избежать ошибки, заключающейся в передаче частично обновленного содержимого регистра в ответ на запрос GICB.

Таблица Н-4. Пример доставки с помощью GICB содержимого регистра 35₁₆

Запрос ^а	Ответ ^а	Соответствующие поля	Смысл
S или A		RR = 19 ^б DI = 7 RRS = 5	Сообщение GICB с BDS1 = 3 Поле SD содержит RRS BDS2 запрашиваемого сообщения Comm-B
	B	MB	Сообщение GICB
<i>Примечания:</i>			
а) S = наблюдение (UF = 4, 5), A = сообщение Comm-A (UF = 20, 21), B = сообщение Comm-B (DF = 20, 21).			
б) значение кода RR равняется 16 плюс десятичное значение BDS1.			

5.2 Передача иницируемых бортом сообщений COMМ-B

5.2.1 Объявление о доставке и завершение передачи сообщения COMМ-B

5.2.1.1 При наличии сообщения AICB, ожидающего доставки, код DR в каждом ответе в режиме наблюдения или Comм-B устанавливается в значение, указывающее, что сообщение AICB ожидает доставки. Для извлечения сообщения Comм-B наземная станция передает требование о передаче при следующем запросе ответа, содержащего сообщение Comм-B (RR=16, а если DI=7, RRS=0). Прием такого кода запроса вызовет передачу приемоответчиком сообщения Comм-B. В ответе Comм-B сохранится код DR, равный ЕДИНИЦЕ. Сообщение будет аннулировано, а обусловленный наличием данного сообщения код DR будет удален после получения указания о завершении приема сообщения Comм-B.

5.2.1.2 Данный протокол может привести к приему более чем одного указания о завершении сообщения Comм-B в отношении конкретного сообщения, если запрос, содержащий указание о завершении сообщения, приемоответчиком получен, а ответ наземной станцией не получен. Отсутствие ожидаемого ответа приведет к тому, что наземная станция при очередной возможности повторит запрос о передаче сообщения.

5.2.1.3 Если в приемоответчике имеется второе ожидающее передачи сообщение AICB, он уведомляет наземную станцию о наличии такого сообщения путем направления соответствующего кода DR в своем ответе на сообщение наземной станции, с которым было доставлено подтверждение о завершении приема предшествующего запроса Comм-B. Следует предпринимать все меры к тому, чтобы доставить это подтверждение в течение того же периода нахождения в луче, когда доставляется сообщение, с тем чтобы объявить о наличии последующих ожидающих доставки сообщений. Следует отметить, что бортовое электронное оборудование не должно завершать сообщение до того времени, пока оно не будет считано по крайней мере один раз. В случае отказа линии связи "вниз" это предотвращает стирание второго ожидающего сообщения, которое еще не было передано наземной станции. Из-за возможности отказа линии связи "вниз" также запрещается считывание и завершение наземной станцией сообщения Comм-B в процессе одного и того же запроса, поскольку многократная доставка такого запроса может привести к потере неотправленного сообщения Comм-B.

5.2.2 Передача сообщений AICB в условиях работы группы станций

5.2.2.1 При наличии группы станций сообщение AICB может быть считано более чем одной наземной станцией. При использовании данного протокола любая наземная станция может считывать иницируемые бортом сообщения, однако завершить передачу сообщения может только та наземная станция, которая ранее произвела резервирование.

5.2.2.2 Если более чем одна наземная станция способна обслужить запрос о передаче сообщения AICB, то во избежание потери сообщений необходимо использовать протокол для группы станций или наземную координацию работы станций. Потеря сообщения может произойти в тех случаях, когда:

- a) в приемоответчике имеется более чем одно иницируемое бортом сообщение, готовое для доставки;
- b) перемежающиеся указания от разных станций о считывании и аннулировании поступают в следующей последовательности:
 - i) наземная станция А стирает сообщение 1 и происходит отказ в линии связи "вниз" при считывании этой станцией сообщения 2;

- ii) за этим следует указание об аннулировании от наземной станции В (с целью аннулировать сообщение 1), фактически аннулирующее сообщение 2, которое будет утеряно, поскольку не было успешно считано ни одной из наземных станций.

5.2.2.3 Когда наземная станция, обычно после резервирования для приема сообщения, извлекает инициируемое бортом сообщение, она должна проверить поле UM для определения того, является ли она станцией, зарезервированной для данного сообщения. Если это так, то сообщение будет обработано и завершено данной станцией в последующем запросе прежде, чем истечет срок резервирования. Когда другая наземная станция уже зарезервирована для приема этого сообщения, тогда данная станция может игнорировать извещение о сообщении.

5.2.2.4 При наличии нескольких станций более чем одна наземная станция может попытаться извлечь сообщение AICB. Обычно первой пытается извлечь сообщение та станция, которая зарезервирована для его обработки и завершения.

5.2.2.5 Завершение сообщения AICB в условиях работы группы станций может осуществляться двумя способами:

- a) путем кодирования в MBS поля SD; или
- b) путем кодирования в поле PC.

5.2.2.6 И в том и другом случае завершение сообщения будет осуществлено приемоответчиком только в том случае, если код II запросчика в запросе, с которым доставляется команда о завершении, соответствует коду II запросчика, зарезервированного для данного сообщения.

5.2.2.7 В таблице Н-5 приводится пример доставки сообщения AICB в условиях работы группы станций.

Таблица Н-5. Пример доставки AICB в условиях работы группы станций

Запрос ^а	Ответ ^а	Соответствующие поля	Смысл
S или A		–	–
	S или B	DR = 1	AICB ожидает доставки
S или A		RR = 16 DI = 1 MBS = 1 RSS = 1 IIS = 4	Считывание AICB Поле SD в условиях работы группы станций Резервирование Comm-B Запрос в отношении статуса резервирования Comm-B в UM II местной станции
	B	DR = 1 IDS = 1 IIS = 4 ^b MB	AICB ожидает доставки Статус резервирования Comm-B в IIS Станция 4 (местная станция) является зарезервированной станцией Содержит инициируемое бортом сообщение
S или A		DI = 1 MBS = 2 IIS = 4	Поле SD в условиях работы группы станций Завершение Comm-B в условиях работы группы станций II местной станции
	S или B	DR = 0 ^с	Завершение Comm-B (поле IIS также стирается в приемоответчике)
<p><i>Примечания:</i></p> <p>a) S = наблюдение (UF = 4, 5), A = Comm-A (UF = 20, 21), B = Comm-B (DF = 20, 21).</p> <p>b) Если IIS = 4, местная станция не является зарезервированной станцией и никакие дальнейшие действия в отношении сообщения не предпринимаются.</p> <p>c) Если DR = 1 в ответе на завершение Comm-B, это указывает на наличие другого инициируемого бортом сообщения Comm-B.</p>			

5.2.3 Избирательная доставка Comm-B в условиях работы группы станций

5.2.3.1 Протокол сообщения Comm-B для условий работы группы станций дает возможность ADLP направлять инициируемое бортом сообщение конкретной наземной станции. Такая возможность является важной в условиях работы группы станций, поскольку она позволяет направлять сообщение с борта с подтверждением о получении той наземной станции, которая доставила подтверждаемое сообщение.

5.2.3.2 При поступлении сообщения Comm-A, ADLP получает поле SD и поле MA и поэтому может увязать адрес передающей станции в IIS с сообщением Comm-A. При направлении с борта подтверждения о получении сообщения, ADLP обеспечит резервирование требуемого адреса станции для передачи приемоответчиком сообщения, когда оно будет готово для доставки. Таким образом, даже первоначальный ответ, свидетельствующий о том, что сообщение AICB находится в ожидании, укажет (в поле UM) на то, что

резервирование требуемой станции уже осуществлено. Такое резервирование действует до считывания и завершения сообщения наземной станцией, для которой она зарезервирована, или до тех пор, пока ADLP не аннулирует сообщение.

5.2.4 Неизбирательная передача сообщений AICB

Неизбирательный протокол используется в тех случаях, когда:

- зона действия данной наземной станции не перекрывается зоной действия любой другой наземной станции режима S; или
- она координирует свою работу с соседними наземными станциями с помощью средств связи для того, чтобы только одна наземная станция в определенный момент времени осуществляла передачу сообщения Comm-B.

В неизбирательном протоколе резервирование не требуется. Завершение осуществляется путем соответствующего кодирования поля PC. Пример неизбирательной доставки сообщения AICB приводится в таблице H-6.

Таблица H-6. Пример неизбирательной доставки AICB

Запрос ^a	Ответ ^a	Соответствующие поля	Смысл
S или A		–	–
	S или B	DR = 1	AICB ожидает доставки
S или A		RR = 16 DI = 7 DI = 7 и LOS = 0	Считывание AICB Считывание расширенных данных отсутствует Считывание расширенных данных отсутствует
	B	DR = 1 ^b MB	Сообщение AICB ожидает доставки Сообщение AICB
S или A		PC = 4	Завершение неизбирательного Comm-B
	S или B	DR = 0 ^c	Завершение Comm-B
<p><i>Примечания:</i></p> <p>a) S = наблюдение (UF = 4, 5), A = Comm-A (UF = 20, 21), B = Comm-B (DF = 20, 21).</p> <p>b) Сообщение еще не завершено.</p> <p>c) Если DR=1 в ответе на завершение AICB, это указывает на наличие другого иницируемого бортом сообщения Comm-B.</p>			

5.2.5 Восстановление в случае отказов при передаче AICB

5.2.5.1 Если избирательно направленное сообщение Comm-B в условиях работы группы станций поступает на вход приемопередатчика через ADLP, это сообщение может быть стерто только:

- a) запросчиком после успешной доставки; или
- b) по команде ADLP после перерыва, если сообщение не доставлено, поскольку резервирование при приеме избирательно направленных сообщений в условиях работы группы станций не вызывает перерыва в работе приемопередатчика.

Если в интерфейсе SLM приемопередатчика возникает отказ во время ожидания доставки избирательно направленного сообщения Comm-B, то никаких других действий с сообщениями Comm-B не производится до тех пор, пока не будет доставлено избирательно направленное сообщение. Недоставленное сообщение, избирательно направляемое в условиях работы группы станций, блокирует дальнейшую работу приемопередатчика с сообщением Comm-B. Для этого передается всенаправленное сообщение Comm-B об изменении возможностей линии передачи данных, которое инициирует приемопередатчик для информирования наземной станции о невозможности осуществления связи из-за отказа интерфейса SLM.

5.2.5.2 В случае отказа интерфейса SLM приемопередатчик должен стереть все инициируемые бортом сообщения, ожидающие передачи, и уведомить об этом ADLP при восстановлении работы интерфейса. При каждом инициировании работы ADLP, при включении питания или при восстановлении после отказа, ADLP должен сбрасывать регистры приемопередатчика, в которых хранятся AICB.

5.3 Всенаправленное сообщение COMM-B

5.3.1 Описанный выше протокол AICB, предназначен для доставки сообщения Comm-B, инициируемого на борту воздушного судна, конкретной наземной станции. Определенные типы сообщений требуют доставки нескольким наземным станциям. В таких случаях используется протокол всенаправленного сообщения Comm-B.

5.3.2 Всенаправленная передача сообщений Comm-B должна строго контролироваться и ограничиваться сообщениями, которые предназначены всем наземным станциям, в зоне действия которых находится воздушное судно. Например, всенаправленное сообщение Comm-B используется для доставки информации об изменении возможностей линии передачи данных. Всенаправленное сообщение Comm-B никогда не должно использоваться для сообщений, целью которых является получение последующего ответа от одной наземной станции, так как это приведет к доставке нескольких запрошенных ответов, по одному от каждой наземной станции, которая расшифровала всенаправленное сообщение.

5.3.3 Для указания наличия всенаправленного сообщения Comm-B, готового для доставки, в протоколе всенаправленного сообщения Comm-B используется поле DR. Любая наземная станция, осуществляющая контакт с приемопередатчиком, может расшифровать всенаправленное сообщение, используя такое же декодирование, как и для сообщения AICB. Основное различие заключается в том, что наземная станция не может дать команду о стирании всенаправленного сообщения; это сообщение автоматически стирается через 18 с. В течение этого периода действия сообщения оно может быть принято каждой наземной станцией, осуществляющей связь с приемопередатчиком.

5.3.4 При кодировании поля DR различают два типа всенаправленных сообщений, а именно, всенаправленное сообщение 1 и всенаправленное сообщение 2. Приемопередатчик направляет последовательные всенаправленные сообщения с использованием чередующихся кодов сообщения. Это позволяет наземной станции обнаруживать различие во всенаправленных сообщениях и, следовательно, исключает необходимость считывания одного и того же сообщения наземной станцией при каждом сканировании. Таким образом, наземная станция, которая при одном сканировании расшифровала всенаправленное

сообщение 1 от конкретного приемопередчика, может без риска игнорировать считывание того же самого сообщения при последующих сканированиях (до прекращения его передачи), поскольку о наличии нового всенаправленного сообщения будет указано с помощью кода в поле DR=5, т. е. "наличие всенаправленного сообщения 2".

5.3.5 Предусмотрена возможность прерывания доставки всенаправленного сообщения Comm-B сообщением AICB. Если происходит прерывание, то доставка всенаправленного сообщения возобновляется на весь 18-секундный период после доставки иницируемого бортом сообщения. При наличии очереди из нескольких сообщений AICB для доставки всенаправленного сообщения может потребоваться существенно больше 18 с.

5.3.6 В соответствии с протоколом передачи всенаправленных сообщений приемопередчик должен обеспечить доставку уведомления интерфейсу линии передачи данных о прерывании всенаправленного сообщения. Оно используется ADLP для обновления перечня обрабатываемых им сообщений. Приемопередчик может иницировать два всенаправленных сообщения:

- a) об изменении возможностей приемопередчика;
- b) об изменении ID воздушного судна – ADLP не уведомляется о наличии таких сообщений.

Поэтому приемопередчику не требуется генерировать уведомления о доставке этих всенаправленных сообщений, иницируемых приемопередчиком.

6. ПРОТОКОЛ ПЕРЕДАЧИ ELM ПО ЛИНИИ СВЯЗИ "ВВЕРХ"

Примечание. Протокол передачи ELM по линии связи "вверх" обеспечивает более эффективную передачу длинных сообщений по линии передачи данных, позволяя осуществлять группирование до 16 сегментов 80-битных сообщений в единое сообщение, которое может быть подтверждено одним ответом. Каждый сегмент включается в одну передачу сообщения Comm-C. Ограничение в 16 сегментов касается только способа, с помощью которого сообщение передается по линии связи. Более длинные сообщения могут передаваться в рамках подсети режима S путем объединения пакетов посредством M-бита.

6.1 Протокол передачи основных ELM по линии связи "вверх"

Удлиненные сообщения по линии связи "вверх" передаются с использованием формата Comm-C с тремя различными кодами управления ответом. Три кода управления ответом обозначают начальный, промежуточный и конечный сегменты. Минимальная длина сообщения ELM по каналу связи "земля – воздух" составляет 2 сегмента, поскольку протокол требует наличия, по крайней мере, начального и конечного сегментов. Передача всех сегментов может происходить без прерывания ответов по каналу связи "воздух – земля", как это объясняется в последующих пунктах. Таким образом, загрузка канала сводится к минимуму. Сегменты сообщения (один сегмент на каждый запрос Comm-C) могут передаваться с любой скоростью, но не больше чем передача одного сегмента через каждые 50 мкс. Такое ограничение в отношении минимальных интервалов необходимо для того, чтобы можно было осуществить повторное запирающее действие приемопередчиков режима A/C. Доставка сообщения может происходить в течение одного сканирования или за несколько сканирований в зависимости от длины сообщения и загрузки наземной станции. Обычно одно сканирование обеспечивает достаточно времени для завершения доставки сообщения.

6.2 Протокол передачи ELM по линии связи "вверх" в условиях работы группы станций

6.2.1 Протокол передачи удлиненных сообщений (ELM) по линии связи "вверх" в условиях работы группы станций используется для координации работы группы наземных станций таким образом, чтобы только одна наземная станция в определенный период времени была зарезервирована для передачи ELM по линии связи "вверх". До начала передачи сообщения ELM по линии связи "вверх" наземная станция производит резервирование, используя протокол для условий работы группы станций.

6.2.2 Резервирование действует в течение $18 (\pm 1)$ секунд с момента последнего приема, т. е. с момента самого резервирования или доставки любого сегмента или запроса подтверждения. Если процесс доставки продолжается больше $18 (\pm 1)$ секунд, требующихся для завершения сообщения, то предполагается, что наземная станция уже не находится в контакте с приемопередатчиком, а резервирование, как и любые сегменты, которые были доставлены до этого времени, аннулируются. После этого приемопередатчик открыт для резервирования любой другой наземной станцией, которая в настоящий момент осуществляет с ним связь.

6.2.3 Завершение передачи сообщения ELM по линии связи "вверх" в условиях работы группы станций может быть осуществлено одним из двух способов:

- a) путем кодирования в MES поля SD; или
- b) путем кодирования в полях PC и SD.

Следует сделать все возможное для того, чтобы осуществить доставку команды завершения в пределах того же самого периода нахождения в луче, в течение которого завершается доставка сообщения, и тем самым сделать приемопередатчик доступным для доставки ELM по линии связи "вверх" другими запросчиками. Не рекомендуется пытаться осуществить доставку двух сообщений ELM по линии связи "вверх" в течение одного и того же периода нахождения в луче. Это увеличивает вероятность того, что второе сообщение не будет завершено. Пример доставки ELM по линии связи "вверх" в условиях работы группы станций приводится в таблице Н-7.

**Таблица H-7. Пример доставки ELM по линии связи "вверх"
в условиях работы группы станций**

Запрос ^a	Ответ ^a	Соответствующие поля	Смысл
S или A		D = 1 MES = 1 RSS = 2 IIS = 6	Поле SD в условиях работы группы станций Резервирование ELM по линии связи "вверх" Запрос о статусе резервирования ELM по линии связи "вверх" в UM II местной станции
	S или B	IDS = 2 IIS = 6 ^b	Статус резервирования ELM по линии связи "вверх" в IIS Станция 6 (местная станция) является зарезервированной станцией
C		RC = 0 NC = 2 MC	Доставка начального сегмента Объявление ELM из трех сегментов Сегмент 3 ELM по линии связи "вверх"
	Нет		Ответ не вызывается RC = 0
C		RC = 1 NC = 1 MC	Доставка промежуточного сегмента Указывает на то, что MC содержит сегмент 2 Сегмент 2 ELM по линии связи "вверх"
	Нет		Ответ не вызывается RC = 1
C		RC = 2 NC = 0 MC	Доставка сегмента и запрос технического подтверждения Указывает на наличие сегмента 1 в MC Сегмент 1 ELM по линии связи "вверх"
	D	KE = 1 TAS ^c	MD содержит техническое подтверждение ELM по линии связи "вверх" в TAS 1–3
S или A		DI = 1 MES = 2 IIS = 6	Поле SD в условиях работы группы станций Завершение ELM по линии связи "вверх" в условиях работы группы станций II местной станции
	S или B		Техническое подтверждение команды завершения
<p>Примечания:</p> <p>a) S = наблюдение (UF = 4, 5), A = Комм-A (UF = 20, 21), B = Комм-B (DF = 20, 21), C = Комм-C (UF = 24), D = Комм-D (DF = 24).</p> <p>b) Если IIS = 6, то местная станция не является зарезервированной станцией, и в течение данного сканирования никакие дальнейшие действия не предпринимаются. Подполе IIS находится в поле UM.</p> <p>c) Наземная станция еще раз направит любой сегмент, прием которого не подтвержден TAS.</p>			

6.3 Протокол неизбирательной передачи ELM по линии связи "вверх"

6.3.1 Протокол неизбирательной передачи может использоваться в тех случаях, когда только одна наземная станция в определенный момент времени отвечает за доставку сообщения ELM по линии связи "вверх". Резервирование не требуется. Частично доставленное неизбирательное сообщение ELM по линии связи "вверх" не стирается автоматически в результате перерыва в передаче. Рекомендуется, чтобы до передачи первого сообщения ELM по линии связи "вверх" впервые обнаруженному воздушному судну наземная станция осуществляла передачу команды завершения сообщения ELM по линии связи "вверх", чтобы обеспечить сброс регистров ELM по линии связи "вверх" в приемопередатчике.

6.3.2 У наземных станций с перекрывающимися зонами действия, между которыми не обеспечена правильная координация функций связи с помощью протоколов для группы станций или наземной координации, могут возникать следующие режимы нарушения связи:

- a) передача сообщения ELM по линии связи "вверх" в условиях работы группы станций, осуществляемая одним запросчиком, может быть нарушена другим запросчиком, доставляющим сообщение ELM по линии связи "вверх" с использованием протокола неизбирательной передачи. Приемопередатчик будет воспринимать сегменты передаваемого по линии связи "вверх" сообщения ELM как если бы они доставлялись единственным запросчиком, использующим протокол доставки по линии связи "вверх". В этом случае полное сообщение окажется составленным из сегментов, получаемых от обеих наземных станций; или
- b) если запросчик доставляет сегменты сообщения ELM по линии связи "вверх", используя протокол неизбирательной передачи, эти сегменты будут стерты в результате приема начального сегмента от второй наземной станции.

7. ПРОТОКОЛ ПЕРЕДАЧИ ELM ПО ЛИНИИ СВЯЗИ "ВНИЗ"

Примечание. Передача сообщения ELM по каналу связи "воздух – земля" аналогична процессу передачи по каналу связи "земля – воздух". Основные отличия протокола передачи сообщений ELM по линии связи "вниз" заключаются в том, что:

- a) *вся работа в канале иницируется наземной станцией;*
- b) *приемопередатчик может отвечать с использованием длинных форматов только в том случае, когда наземная станция дает ему на это разрешение.*

7.1 Протокол передачи основных ELM по линии связи "вниз"

Сообщения ELM передаются по линии связи "вниз" (под контролем наземной станции) с использованием ответа Comm-D.

7.2 Протокол передачи ELM по линии связи "вниз" в условиях работы группы станций

7.2.1 Когда используется протокол передачи ELM по линии связи "вниз" в условиях работы группы станций, наземная станция резервируется до начала считывания сообщения ELM по линии связи "вниз".

7.2.2 Резервирование снимается, если в течение $18 \text{ с} \pm 1 \text{ с}$ не осуществляется доставка сообщения. В таком случае приемоответчик может осуществлять резервирование другой станции для передачи сообщения ELM по линии связи "вниз". Завершение передачи сообщения ELM по линии связи "вниз" в условиях работы группы станций должно осуществляться любым из двух способов:

- a) путем кодирования в MES поля SD; или
- b) путем кодирования в полях PC и SD.

Следует сделать все возможное для того, чтобы осуществить доставку команды завершения в пределах того же самого периода нахождения в луче, в течение которого завершается доставка сообщения, чтобы послать объявление о последующих сообщениях, ожидающих доставки. Пример доставки ELM по линии связи "вниз" для группы станций приводится в таблице H-8.

7.3 Протокол избирательной доставки ELM по линии связи "вниз" в условиях работы группы станций

Используемый для доставки направляемого с борта воздушного судна ELM по линии связи "вниз" метод соответствует методу передачи направляемого с борта сообщения Comm-B, описание которого приведено выше.

**Таблица Н-8. Пример доставки ELM по линии связи "вниз"
в условиях работы группы станций**

Запрос ^а	Ответ ^а	Соответствующие поля	Смысл
S или A		-	-
	S или B	DR = 17	Объявляет о наличии ELM из двух сегментов по линии связи "вниз"
S или A		DI = 1 MES = 3 RSS = 3 IIS = 2	Поле SD в условиях работы группы станций Резервирование ELM по линии "вниз" Запрос о статусе резервирования ELM по линии связи "вниз" в UM Идентификатор запросчика местной станции
	S или B	IDS = 3 IIS = 2 ^b	Статус резервирования ELM по линии связи "вниз" в IIS Станция 2 (местная станция) является зарезервированной станцией
C		RC = 3 SRS	MC содержит в SRS запрос в отношении линии связи "вниз" Указывает на запрос о доставке сегментов 1 и 2
	D	KE = 0 ^c NC = 0 MD	ELM по линии связи "вниз" в MD Указывает на то, что MD содержит сегмент 1 Сегмент 1 ELM по линии связи "вниз"
	D	KE = 0 ^c NC = 1 MD	ELM по линии связи "вниз" в MD Указывает на то, что MD содержит сегмент 2 Сегмент 2 ELM по линии связи "вниз"
S или A		DI = 1 MES = 4 IIS = 2	Поле SD в условиях работы группы станций Завершение ELM по линии связи "вниз" в условиях работы группы станций Идентификатор запросчика местной станции
	S или B	DR = 0 ^d	Завершение ELM по линии связи "вниз"
<p><i>Примечания:</i></p> <p>a) S = наблюдение (UF = 4, 5), A = Комм-A (UF = 20, 21), B = Комм-B (DF = 20, 21), C = Комм-C (UF = 24), D = Комм-D (DF = 24).</p> <p>b) Если IIS = 2, то местная станция не является зарезервированной станцией, и никакие дальнейшие действия по данному сообщению не предпринимаются.</p> <p>c) Если не все сегменты приняты успешно, наземная станция направит еще одно SRS с запросом о доставке отсутствующих сегментов.</p> <p>d) Если DR = 0 в ответе на завершение Комм-D, это указывает на наличие другого иницизируемого бортом сообщения (либо B, либо D, в зависимости от значения DR).</p>			

7.4 Протокол неизбирательной передачи ELM по линии связи "вниз"

Протокол неизбирательной передачи может быть использован в том случае, когда только одна наземная станция в определенный момент времени отвечает за доставку сообщения ELM по линии связи "вниз". Резервирование не требуется. Завершение сообщения осуществляется путем кодирования в поле PC.

7.5 Неправильно заданные команды при передаче ELM по линии связи "вниз"

7.5.1 Перегрузка по запросам

Если в приемоответчике имеется очередь сообщений ELM для передачи по линии связи "вниз" и запросчик пытается извлекать сегменты передаваемых по линии связи "вниз" сообщений ELM с более высокой скоростью, чем способен поддерживать приемоответчик, то он должен прекратить выдачу ответов, чтобы защитить свой передатчик. Приемоответчик не должен прекращать выдавать извещение о текущем сообщении ELM для передачи по линии связи "вниз" во время восстановления, поскольку время восстановления обычно мало по сравнению со временем сканирования запросчика. Прекращение выдачи извещения может привести к передаче ненужных сообщений запросчиком, поскольку любые доставленные сегменты текущего сообщения ELM по линии связи "вниз" будут стерты, если запросчик обнаружит прекращение выдачи извещения.

7.5.2 Действия при отсутствии ожидающих передачи сообщений

Если запросчик выдает команду на доставку сообщения ELM по линии связи "вниз", а в приемоответчике нет сообщений, ожидающих доставки, приемоответчик должен реагировать выдачей командных сегментов с полем MD, содержащим ОДНИ НУЛИ. В противном случае запросчик пошлет повторный запрос. Сегменты, содержащие ОДНИ НУЛИ, указывают запросчику на отсутствие ожидающих передачи сообщений. Это соответствует действию, выполняемому в аналогичной ситуации согласно протоколу Comm-B.

7.5.3 Команда при завышенном количестве сегментов

Когда приемоответчик объявляет в поле DR о наличии сообщения ELM для передачи по линии связи "вниз", он указывает количество сегментов в ожидающем передаче сообщении. Если наземная станция выдает команду на доставку сегментов, число которых превышает объявленный максимум (но не выходит за пределы возможностей приемоответчика), приемоответчик должен доставить запрошенные сегменты. Поле MD сегментов, не уместяющихся в объявленную длину, должно содержать ОДНИ НУЛИ. Такая реакция на неправильно заданное условие исключает повторные запросы от запросчика.

7.6 Восстановление в случае отказов при передаче сообщения ELM по линии связи "вниз"

Процедура восстановления в случае отказов, описанная для протокола передачи избирательно направленных сообщений Comm-B в условиях работы группы станций, применима и к протоколу передачи избирательно направленных сообщений ELM по линии связи "вниз" в условиях работы группы станций. По этой причине приемоответчик должен сбросить любые сообщения ELM, ожидающие передачи по линии связи "вниз", в случае нарушения работы интерфейса ELM и уведомить об этом ADLP, когда работа интерфейса будет восстановлена. В тех случаях, когда работа ADLP инициируется при его включении или возобновляется после устранения нарушения, ADLP должен сбросить регистры приемоответчика, в которых хранятся сообщения ELM, передаваемые по линии связи "вниз".

8. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ ПРОТОКОЛЫ СВЯЗИ

8.1 Обзор характеристик протоколов

8.1.1 Протокол неизбирательной связи требует, чтобы только один запросчик осуществлял передачу сообщений Comm-B или ELM для данного приемопередчика. Для выполнения этого ограничения потребовалось управление зонами действия наземных запросчиков. Один из методов назначения зоны действия запросчиков состоит в использовании географической карты зон действия, которая определяет зону действия каждого запросчика.

8.1.2 Протокол для группы станций обеспечивает запросчикам возможность осуществлять резервирование (с помощью приемопередчика) для приемопередачи сообщений Comm-B и ELM. Хотя в этом протоколе задействован приемопередчик, его роль ограничивается передачей сообщения о состоянии резервирования, которое будет одним и тем же для всех запросчиков. Запросчики интерпретируют это состояние и определяют, следует ли продолжать приемопередачу сообщений Comm-B или ELM.

8.1.3 Усовершенствованный протокол дает приемопередчику возможность индивидуально работать с запросчиками, передавая соответствующему запросчику извещение об ожидающих доставки сообщениях по линии связи "вниз" и техническое подтверждение приема сообщения. Такой протокол позволяет одновременно работать с несколькими запросчиками и устраняет необходимость резервирования в условиях работы группы станций. Протокол обладает обратной совместимостью в том смысле, что позволяет работать с несколькими запросчиками, даже если они не используют усовершенствованный протокол. Это обеспечивается за счет одновременного резервирования. Более подробно усовершенствованные протоколы рассматриваются в пп. 8.2–8.6 ниже.

8.2 Усовершенствованный протокол Comm-B

8.2.1 Усовершенствованный протокол Comm-B обеспечивает более широкие возможности, позволяя одновременно работать с несколькими запросчиками. Это обеспечивается с помощью 16 комплектов регистров для сообщений AICB, по одному для каждого кода II. Каждый комплект включает четыре регистра для хранения передаваемых по линии связи «вверх» или связанных сообщений Comm-B. Работа в перекрывающихся зонах действия без использования резервирования в условиях работы группы станций обеспечивается обязательным сравнением кода II, соответствующего передаваемому сообщению, с кодом II завершения сообщения. Благодаря этому завершение сообщения одним запросчиком не приводит к сбросу сообщения, передаваемого другому запросчику.

8.2.2 Данный протокол обладает обратной совместимостью с протоколом для условий работы группы станций и протоколом для неизбирательной передачи, поскольку может правильно взаимодействовать с запросчиками, использующими существующие протоколы. Этот протокол обеспечивает более высокую пропускную способность даже при работе с несколькими запросчиками, использующими существующие протоколы, поскольку обеспечивает параллельную доставку путем предоставления резервирования одновременно нескольким станциям.

8.3 Усовершенствованный протокол избирательной передачи Comm-B в условиях работы группы станций

8.3.1 Начало передачи сообщения

Когда избирательно направленное сообщение в условиях работы группы станций поступает на приемопередчик, оно размещается в регистрах Comm-B, выделенных коду II, установленному для данного

сообщения. Если регистры для этого кода II уже заняты (т. е. некоторое соответствующее этому коду сообщение, избирательно направленное в условиях работы группы станций, уже обрабатывается), то новое сообщение располагается в очереди, ожидая завершения текущей приемопередачи с данным кодом II.

8.3.2 Объявление о сообщении

8.3.2.1 В протоколе для условий работы группы станций объявление об ожидающемся для данного кода II сообщении Comt-B осуществляется путем установки DR=1 или 3 и путем введения кода II пункта назначения в подполе IIS поля UM в ответе на запрос в режиме наблюдения. В этом протоколе одно и то же объявление о сообщении выдается всем запросчикам, поскольку в конкретный момент времени может обрабатываться только одно сообщение. Данное сообщение Comt-B считывается и затем сбрасывается только запросчиком, имеющим соответствующий код II.

8.3.2.2 В усовершенствованном протоколе используются те же поля управления. Однако содержание полей DR и IIS устанавливается специально для запросчика, который должен принять ответ. Например, если избирательно направляемое с борта сообщение ожидает запроса от запросчика с кодом II=2, то ответы в режиме наблюдения для этого запросчика будут содержать DR=1 и IIS=2. Если обрабатывается только это сообщение, то в ответах всем другим запросчикам будет указываться на отсутствие ожидающих передачи сообщений.

8.3.2.3 В дополнение к возможности параллельной доставки это обеспечивает более совершенное объявление о передаваемых по линии связи "вниз" сообщениях ELM (DELM). Объявления о сообщениях DELM и Comt-B размещаются в одном и том же поле, т. е. поле DR. Из-за ограничений, связанных с кодированием, в каждый момент времени передается только одно объявление. Если оба сообщения, Comt-B и DELM, ожидают передачи, то предпочтение при объявлении отдается Comt-B. В приведенном выше примере, если избирательно направленное бортом Comt-B ожидает поступления кода II=2, а DELM, избирательно направленное в условиях работы группы станций, ожидает поступления кода II=6, оба указанных запросчика получат соответствующие объявления при первом сканировании, поскольку запросчик II=6 не получит объявления о Comt-B, которое, в противном случае, заблокировало бы объявление об ожидающем передаче DEL.

8.3.3 Завершение сообщения

При использовании усовершенствованного протокола завершение сообщения осуществляется так же, как и при использовании других протоколов.

8.3.4 Объявление об ожидающейся передаче следующего сообщения

В ответе на запрос, содержащий команду завершения Comt-B, поле DR будет содержать указание на ожидающуюся передачу сообщения, если другое сообщение, избирательно направляемое в условиях работы группы станций, ожидает поступления кода II или если инициируемое бортом сообщение ожидает передачи и ему не был присвоен код II.

8.4 Усовершенствованный протокол иницируемого бортом сообщения в условиях работы группы станций

8.4.1 Начало передачи сообщения

Сообщение AICB, поступающее в приемоответчик, хранится в регистрах, выделенных для кода II=0.

8.4.2 Объявление о сообщении и его извлечение

О передаче иницируемого бортом сообщения объявляется в поле DR ответов, направляемых всем запросчикам, для которых отсутствует ожидающее передачи сообщение, избирательно направленное в условиях работы группы станций. В поле UM ответа, содержащего объявление, указывается, что данное сообщение не зарезервировано для какого-либо кода II (т. е. IIS=0). При поступлении от некоторого запросчика, имеющего определенный код II, команды на считывание данного сообщения, в поле UM ответа, содержащего данное сообщение, будет указано, что это сообщение резервируется для кода II, присвоенного вышеуказанному запросчику. Этот код II закрепляется за данным сообщением сразу после его считывания и до завершения. Это означает, что в процессе доставки данное сообщение рассматривается как избирательно направленное. Поэтому объявление о данном сообщении более не указывается в ответах, направляемых другим запросчикам. Если назначенный запросчик не завершает данное сообщение в течение 18 с, сообщению вновь присваивается статус иницируемого бортом сообщения (т. е. IIS=0) и процесс повторяется. Для упрощения протокола в каждый момент времени обрабатывается только одно сообщение AICB.

8.4.3 Завершение сообщения

Иницируемое бортом сообщение может быть завершено только запросчиком, который непосредственно перед этим был назначен для передачи этого сообщения. Следует сделать все возможное для того, чтобы осуществить доставку команды завершения в пределах того же самого периода нахождения в луче, в течение которого завершается доставка самого сообщения, с тем чтобы послать объявление о следующих ожидающих доставки сообщениях.

8.4.4 Объявление об ожидающейся передаче следующего сообщения

В ответе на запрос, содержащий команду завершения сообщения Comm-B, поле DR будет содержать указание на ожидающуюся передачу сообщения, если другому иницируемому бортом сообщению не был присвоен код II или если сообщение, избирательно направляемое в условиях работы группы станций, ожидает поступления этого кода II.

8.4.5 Усовершенствованный протокол всенаправленной передачи Comm-B

Всенаправленному сообщению Comm-B присваиваются все 16 кодов II. Сообщение остается действующим в течение 18 с для каждого из кодов II. Условие прерывания всенаправленной передачи избирательно адресованным Comm-B применяется отдельно по каждому коду II. Поэтому вполне вероятно, что перерывы всенаправленной передачи будут происходить в разные моменты времени для различных кодов II. Всенаправленная передача нового сообщения не может начаться до тех пор, пока не закончится всенаправленная передача текущего сообщения для всех кодов II.

8.4.6 Требования к памяти

Для поддержки усовершенствованного протокола в приемоответчике должен быть предусмотрен расширенный буфер для Сотт-В с емкостью памяти, достаточной для одновременного хранения четырехсегментных связанных сообщений Сотт-В для 16 разных наземных станций.

Примечание 1. За исключением нескольких регистров, необходимых для хранения со второго по четвертый сегментов связанных сообщений Сотт-В, усовершенствованный протокол для Сотт-В не оказывает воздействия на протокол GICB.

Примечание 2. О сообщениях БСПС извещаются все запросчики (путем установки DR=2 или 3), и они считаются независимо от сообщения Сотт-В, вследствие чего усовершенствованный протокол не оказывает на них влияния.

8.5 Усовершенствованный протокол передачи ELM по линии связи "вверх"

8.5.1 Общие положения

8.5.1.1 Усовершенствованный протокол передачи ELM по линии связи "вверх" обеспечивает более высокую пропускную способность линии передачи данных, позволяя максимум 16 запросчикам, по одному для каждого кода II, осуществлять параллельную доставку по линии связи "вверх" сообщений ELM. В районах с перекрывающимися зонами действия запросчиков, оборудованных для использования такого протокола, обеспечивается возможность доставки сообщений без необходимости резервирования передач ELM по линии связи "вверх" в условиях работы группы станций. Усовершенствованный протокол требует добавления подполя IIS во все сегменты сообщения ELM, передаваемые по линии связи "вверх", и это требование реализовано в общем протоколе. Таким образом, усовершенствованный протокол полностью соответствует стандартному протоколу для условий работы группы станций и совместим с запросчиками, которые не оборудованы для использования усовершенствованного протокола.

8.5.1.2 Усовершенствованный протокол передачи ELM по линии связи "вверх" обеспечивает более высокие характеристики благодаря опросу подполя IIS в первых четырех битах поля MC каждого запроса ELM по линии связи "вверх". Сегменты сообщения сортируются по коду II, после чего полученные сегменты обрабатываются с помощью стандартного протокола ELM.

8.5.2 Доставка сообщения

Доставка сообщения при использовании усовершенствованного протокола передачи ELM по линии связи "вверх" осуществляется в соответствии со стандартными процедурами доставки, определенными в Приложении 10, а именно, сначала передается начальный сегмент, затем до 14 промежуточных сегментов, за которыми следует конечный сегмент. Чтобы сформировать полное сообщение, приемоответчик вновь собирает сегменты сообщения в соответствии с номерами сегментов (содержащимися в поле NC) и кодами II (содержащимися в подполе IIS).

8.5.3 Подтверждение приема сообщения

Приемоответчик передает запросчику техническое подтверждение, содержащее принятый приемоответчиком код II, для того, чтобы запросчик убедился в том, что он принял правильное техническое подтверждение.

8.5.4 Завершение сообщения

По окончании доставки запросчик выполняет процедуру завершения передачи сообщения с тем, чтобы очистить подполе TAS; эта процедура аналогична процедурам, выполняемым при использовании протокола для условий работы группы станций и протокола неизбирательной передачи.

8.5.5 Требования к памяти

Для поддержки усовершенствованного протокола в приемоответчике должен быть предусмотрен расширенный буфер для хранения сообщений ELM по линии связи "вверх" с емкостью памяти, достаточной для одновременного хранения 16 сегментов ELM от 16 разных наземных станций.

8.6 Усовершенствованный протокол передачи ELM по линии связи "вниз"

8.6.1 Общие положения

8.6.1.1 Усовершенствованный протокол передачи ELM по линии связи "вниз" обеспечивает более высокую пропускную способность линии передачи данных, позволяя осуществлять параллельную доставку сообщений ELM по линии связи "вниз" для максимум 16 запросчиков, по одному для каждого кода II. В районах с перекрывающимися зонами действия запросчиков, оборудованных для использования такого протокола, обеспечивается возможность доставки сообщений без необходимости резервирования передач по линии связи "вниз" в условиях работы группы станций. Усовершенствованный протокол требует добавления подполя IIS в запрос Comm-B, предусматривающий передачу сегментов ELM по линии связи "вниз", и это требование реализовано в общем протоколе. Таким образом, усовершенствованный протокол полностью соответствует стандартному протоколу для условий работы группы станций и совместим с запросчиками, которые не оборудованы для использования усовершенствованного протокола.

8.6.1.2 Более высокие характеристики усовершенствованного протокола передачи ELM по линии связи "вниз" обеспечиваются благодаря использованию в приемоответчике буфера для одновременного хранения 16-сегментных сообщений ELM по линии связи "вниз", по одному для каждого из 16 разных запросчиков. Объявление об ожидающейся избирательно направленной передаче сообщений ELM по линии связи "вниз" в условиях работы группы станций передается только в ответах, предназначенных соответствующему запросчику. Чтобы выбрать буфер с нужным сообщением, приемоответчик производит опрос подполя IIS, содержащегося в запросе сообщения Comm-B, которое доставляет запрос на передачу сегмента. Доставка и завершение передачи осуществляются с использованием стандартного протокола передачи ELM по линии связи "вниз".

8.6.2 Объявление

Об ожидающейся передаче избирательно направленного сообщения ELM по линии связи "вниз" в условиях работы группы станций объявляется только в ответах, предназначенных соответствующему запросчику. Об ожидающейся неизбирательной передаче ELM по линии передачи "вниз" объявляется в ответах всем запросчикам, для которых отсутствует ожидающее передачи сообщение, избирательно направленное в условиях работы группы станций.

Примечание. Во всем остальном процедуры доставки и завершения неизбирательной передачи ELM по линии связи "вниз" аналогичны протоколу передачи AICB.

8.6.3 Доставка

Для запроса на передачу сегментов по линии связи "вниз" используется SRS, содержащееся в поле MC. Для задания кода II подлежащего передаче сообщения подполе SRS должно сопровождаться подполем IIS. Подполе IIS должно передаваться вместе с подполем SRS даже в том случае, когда запросчик не оборудован для использования усовершенствованного протокола. Поскольку подполе IIS однозначно определяет запросчик, пославший запрос на передачу сегментов, приемответчик может предоставлять резервирование одновременно нескольким запросчикам, которые не оборудованы для использования усовершенствованного протокола.

8.6.4 Завершение

По окончании доставки запросчик выполняет стандартную процедуру завершения передачи сообщения с тем, чтобы очистить буферы, в которых хранится сообщение ELM по линии связи "вниз".

8.6.5 Требования к памяти

В данном случае так же, как при использовании усовершенствованного протокола передачи сообщений по линии связи "вверх", в приемответчике должен быть предусмотрен расширенный буфер для хранения сообщений ELM по линии связи "вниз" с емкостью памяти, достаточной для одновременного хранения 16 сегментов ELM от 16 разных приемответчиков.

9. НЕЗАВИСИМОСТЬ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ

Протоколы связи режима S разработаны таким образом, что протоколы передачи сообщений Comm-A, Comm-B, ELM по линии связи "вверх" и ELM по линии связи "вниз" являются полностью независимыми. Это означает, что за исключением ограничений по кодированию полей доставка сообщений различных типов может чередоваться без всяких ограничений. При использовании протокола для условий работы группы станций можно производить резервирование для трех различных наземных станций с целью передачи сообщений Comm-B, ELM по линии связи "вверх" и ELM по линии связи "вниз".

10. ПЕРЕДАЧА СООБЩЕНИЙ О ВОЗМОЖНОСТЯХ

Примечание. Наземная система должна знать о возможностях воздушного судна в отношении приема и передачи информации по линии передачи данных. Для этой цели предусмотрены сообщения о возможностях.

10.1 Сообщение о возможностях

Об основных возможностях приемответчика сообщается в поле SA, в котором указывается, способен ли приемответчик передать сообщение о возможностях линии передачи данных. Кроме того, в поле SA содержится информация о том, находится ли воздушное судно на земле или в воздухе, объявляет ли приемответчик полетный статус и ожидается ли передача сообщения по линии связи "вниз". Эти сведения предназначены для наземных станций режима S, производящих обнаружение воздушного судна по самогенерируемым сигналам приемответчика (как, например, в системе наблюдения за наземным движением).

10.2 Сообщение о возможностях линии передачи данных

10.2.1 Сообщение о возможностях линии передачи данных подробно информирует наземную систему о существующих на данный момент на борту воздушного судна конкретных возможностях по обработке сообщений Comм-A, Comм-B и ELM. Это сообщение обновляется бортовым приемопередатчиком каждую секунду с тем, чтобы передаваемая информация о возможностях отражала текущее состояние бортового оборудования линии передачи данных.

10.2.2 Сообщение о возможностях линии передачи данных обычно считывается наземной станцией сразу после обнаружения воздушного судна. Кроме этого, каждый раз, когда приемопередатчик обнаруживает изменение в возможностях обработки сообщений, он посылает наземной станции соответствующее сообщение о возможностях линии передачи данных в виде всенаправленного сообщения Comм-B. Каждую секунду от процессора ADLP на вход приемопередатчика поступает сообщение о возможностях. Приемопередатчик, по крайней мере, каждые 4 с, производит побитное сравнение прежнего и текущего сообщений о возможностях линии передачи данных, и в случае обнаружения различий передает всенаправленное сообщение о возможностях. Это также происходит и при отказе интерфейса ADLP, поскольку в этом случае текущее сообщение о возможностях будет представлено ОДНИМИ НУЛЯМИ. Во всех случаях (изменение сообщения о текущих возможностях линии передачи данных или отказ интерфейса) приемопередатчик будет обеспечивать установку в результирующем всенаправленном сообщении Comм-B (биты 33–40) кода 1,0 BDS сообщения о возможностях линии передачи данных.

10.3 Сообщение процессору ADLP о возможности приемопередатчика передавать сообщения

10.3.1 Если процессор ADLP встроен в приемопередатчик, то информация о возможностях линии передачи данных приемопередатчика может пересылаться ADLP с помощью внутренних схем самого приемопередатчика. Если же ADLP не встроен в приемопередатчик, то необходимо предусмотреть автоматические средства для уведомления ADLP о возможностях линии передачи данных приемопередатчика. Примером таких автоматических средств является кодирование штырьков разъема кабеля, соединяющего приемопередатчик с ADLP. Автоматические средства необходимо предусмотреть и на тот случай, если приемопередатчик будет заменяться другим приемопередатчиком, обладающим иными возможностями линии передачи данных.

10.3.2 Как минимум, ADLP должна предоставляться информация о расчетных возможностях линии передачи данных приемопередатчика. Передача сообщений о динамических изменениях возможностей (например, о потере возможности передачи ELM из-за выхода из строя интерфейса ELM) полезна для работы линии передачи данных в режиме S, но не является обязательным требованием. Протокол линии передачи данных запросчика предусматривает возможность устранения проблем, связанных с передачей неправильных сообщений о возможностях приемопередатчика.

11. ПРОТОКОЛ ID ВОЗДУШНОГО СУДНА

11.1 Для идентификации воздушного судна обычно используется позывной, который вносится в п. 7 плана полета ИКАО. Некоторые воздушные суда (обычно авиации общего назначения) используют регистрационный номер воздушного судна. Другие воздушные суда (в основном те, которые выполняют воздушные перевозки и полеты в военных целях) используют различные опознавательные индексы, которые могут основываться на номере коммерческого рейса или позывном военного самолета. Хотя предусмотрено восемь символов, следует использовать максимум семь символов в соответствии с положениями, определяющими содержание п. 7 плана полета ИКАО.

11.2 Приемопередатчики режима S (за исключением приемопередатчиков уровня 1) могут автоматически сообщать ID воздушного судна с помощью протокола GICB. Воздушные суда авиации общего назначения могут всегда сообщать свой регистрационный номер в качестве ID воздушного судна. Другие воздушные суда могут использовать устройства ввода данных пилотом для выбора вручную:

- a) кода ID воздушного судна для каждого полета; или
- b) регистрационного номера воздушного судна, когда воздушное судно не осуществляет полет под номером коммерческого рейса или в соответствии с планом полета.

По умолчанию в регистре GICB в качестве ID воздушного судна должен быть установлен регистрационный номер воздушного судна. Он должен автоматически вводиться при инициализации приемопередатчика и после этого заменяться переменным позывным, когда требуется.

11.3 Если ID воздушного судна изменяется, например для исправления ошибки, допущенной ранее при ручном вводе данных опознавания, новый ID воздушного судна передается наземным станциям с использованием протокола всенаправленного сообщения Comm-B.

12. ПРОТОКОЛ UM

12.1 Поле служебного сообщения (UM) используется для указания состояния резервирования. Если содержание поля UM в ответе не определено запросом, поле UM содержит номер станции, зарезервированной для приемопередатчиков сообщений Comm-B и Comm-D (если таковые имеются). Если используются оба протокола, т. е. протоколы для передачи сообщения Comm-B и Comm-D, то передача сообщения Comm-B для зарезервированной станции имеет приоритет по отношению к передаче сообщения Comm-D.

12.2 Тип передаваемого сообщения (Comm-B или Comm-D) указывается в подполе IDS (поля UM). Затем следует подполе IIS, в котором указывается номер зарезервированной станции.

12.3 Факультативная передача информации о зарезервированных запросчиках сообщений Comm-B и Comm-D исключает ненужные попытки других наземных станций получить сообщения, если резервирование уже предоставлено.

13. МЕТОДЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РАБОТЫ ГРУППЫ СТАНЦИЙ

Примечание. Последствия, возникающие при отсутствии координации работы по линии передачи данных в условиях работы группы станций, были объяснены в предшествующих разделах. В данном разделе описываются методы резервирования и подтверждения наличия резервирования в условиях работы группы станций.

13.1 Предварительный запрос на резервирование

Резервирование для передачи сообщений (Comm-B, сообщения ELM по линии связи "вверх" или "вниз") в условиях работы группы станций запрашивается кодом в поле SD запроса наблюдения или запроса Comm-A. Чтобы убедиться в предоставлении резервирования, в запросе необходимо установить значение RSS для предоставления номера зарезервированной станции в поле UM запрашиваемого ответа. Например, если запрашивается резервирование для сообщения ELM по линии связи "вверх", то значение подполя RSS=2 даст указание приемопередатчику включить в поле UM ответа номер станции, зарезервированной для передачи ELM по линии связи "вверх".

13.2 Подтверждение о наличии резервирования

13.2.1 Предоставленное резервирование в условиях работы группы станций действует в течение $18 \text{ с} \pm 1 \text{ с}$. Если резервирование и доставка сообщения завершены в течение одного и того же периода нахождения в луче, никакие специальные процедуры для подтверждения наличия резервирования не требуются. Если доставка сообщения не завершена в течение 17 с, то для продолжения процесса доставки наземная станция должна убедиться в том, что действие резервирования сохраняется.

13.2.2 Для этого производится регистрация времени резервирования и, в случае необходимости, посылается новый запрос о резервировании до истечения времени резервирования. Резервирование может быть возобновлено следующим образом:

- a) путем повторения процедуры первоначального резервирования;
- b) при передаче ELM, путем автоматического возобновления резервирования каждый раз, когда запрашивается или принимается сегмент.

13.2.3 В случае, приведенном в подпункте b), успешное возобновление резервирования определяется при приеме ответа, в котором подтверждается, что приемопередатчик действительно получил запрос, который должен был возобновить резервирование. Наземная станция не может рассчитывать на то, что передача сегмента ELM по линии связи "вверх" автоматически приведет к возобновлению резервирования, поскольку вполне возможно, что содержащий данный сегмент запрос не будет получен приемопередатчиком.

13.2.4 После успешного возобновления резервирования наземная станция может продлить время резервирования до окончания срока возобновленного резервирования и затем повторить вышеуказанные действия.

14. ПЕРЕКРЕСТНЫЙ ОБМЕН ДАННЫМИ "ВОЗДУХ – ВОЗДУХ"

14.1 Цель

14.1.1 Приемопередатчики режима S укомплектовываются 255 регистрами данных приемопередатчика емкостью по 56 бит каждый. Эти регистры данных приемопередатчика могут содержать различную информацию о состоянии и намерениях воздушного судна. Определение содержимого этих регистров приводится в документе Doc 9871.

14.1.2 Метод извлечения информации из регистра данных приемопередатчика для передачи по линии связи "воздух – земля" уже описан. Метод, используемый для передачи "воздух – воздух", описывается в приведенных ниже пунктах.

14.2 Поле DS в UF=0

14.2.1 BDS определен в SARPS в виде кода, указывающего регистр данных приемопередатчика, к которому производится обращение. Короткий формат UF=0 "воздух – воздух" содержит поле DS для указания кода регистра данных приемопередатчика, содержимое которого должно быть передано в ответе на запрос UF=0.

14.2.2 Это поле не включается в длинный запрос UF=16 "воздух – воздух". Данный длинный запрос используется только для координации БСПС "воздух – воздух". Ответ на этот запрос будет всегда содержать относящуюся к координации информацию в 56-битном поле MV, поэтому перекрестный обмен данными не

может осуществляться. Кроме того, невключение поля DS в длинный запрос БСПС обеспечивает желаемое полное разделение протоколов координации и перекрестного обмена данными.

14.3 Поле CC в DF=0

Указание о способности приемопередатчика обеспечивать перекрестный обмен данными "воздух – воздух" предполагается использовать на переходном этапе, когда не все приемопередатчики обладают такой возможностью. В коротком ответе "воздух – воздух" предусмотрено однобитное поле признака CC, которое указывает на то, что приемопередатчик способен обеспечивать перекрестный обмен данными, когда это поле установлено на 1. В условиях эксплуатации воздушное судно, использующее оборудование ASA, не будет предпринимать попыток произвести перекрестный обмен данными, пока не будет интерпретировано содержимое данного поля. Первыми извлекаются данные регистра приемопередатчика о предоставляемых видах специальных услуг режима S, с тем чтобы оборудование ASA могло определить, какие конкретно данные можно получить.

14.4 Протокол длинного ответа с данными регистра приемопередатчика

Извлечение данных регистра приемопередатчика, передаваемых по каналу связи "воздух – воздух", определяется содержимым полей RL и DS в коротком запросе "воздух – воздух". Следует иметь в виду, что BDS=0 не является кодом доступа к данным регистра приемопередатчика, и поэтому его не разрешается использовать. Фактически, BDS=0 является кодом доступа к регистру приемопередатчика, который используется для AICB.

15. САМОГЕНЕРИРУЕМЫЕ СИГНАЛЫ ОБНАРУЖЕНИЯ

15.1 Передача самогенерируемых сигналов обнаружения

15.1.1 Когда в подполе контроля статуса местонахождения воздушного судна (TCS) содержится команда на передачу данных о местонахождении на земле, воздушные суда, не оснащенные автоматическими средствами определения местонахождения на земле, и воздушные суда, оснащенные средствами для передачи данных о состоянии в воздухе, будут помимо ES о состоянии на земле передавать самогенерируемые сигналы обнаружения при условии, что передача таких сигналов не была запрещена. Это делается для того, чтобы обеспечить обнаружение с помощью БСПС на случай непреднамеренной посылки наземной станцией команды находящемуся в воздухе воздушному судну на передачу ES о состоянии на земле.

15.1.2 Если в подполе TCS передается команда воздушному судну прекратить передачу ES о состоянии на земле, то данное воздушное судно начинает передавать самогенерируемые сигналы обнаружения (если до этого момента оно их не передавало). При этом частота самогенерируемых сигналов уменьшается с двух ES в секунду до одного самогенерируемого сигнала обнаружения в секунду.

15.1.3 В тех случаях, когда воздушное судно, имеющее две разнесенные антенны, находится на земле, его приемопередатчик излучает самогенерируемые сигналы обнаружения только через верхнюю антенну.

15.1.4 Условия, при которых передаются самогенерируемые сигналы обнаружения, обобщены в таблице H-9. В этой таблице Y означает периодическую всенаправленную передачу самогенерируемых сигналов обнаружения, а N означает, что самогенерируемые сигналы обнаружения подавляются. Никаких ES не будет передано, если 1) они инициируются при отсутствии данных о местоположении, скорости, опознавательном

индексе или абсолютной высоте либо 2) при поступлении команды блокировки самогенерируемого сигнала о состоянии на земле в процессе передачи ES о состоянии на земле.

15.1.5 Поле CA самогенерируемых (и более длительных самогенерируемых) сигналов обнаружения указывает вертикальный статус, определяемый воздушным судном. TCS в SD управляет типом формата о местоположении (в воздухе или на земле), который передается приемоответчиком. Данные команды влияют только на тип передаваемого формата; они не меняют определение воздушным судном своего состояния "на земле" и в этой связи не влияют на статус, сообщаемый в полях CA, FS или VS.

16. ES

Примечание. Все аспекты использования ES, включая вопросы, относящиеся к протоколам их передачи, подробно рассматриваются в добавлении К.

17. ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАПРОСЧИКА, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО КОД SI

17.1 Некоторые протоколы линии передачи данных, определяемые в настоящем разделе, требуют использования кода II. Эти протоколы не могут использоваться запросчиком, который применяет код SI.

17.2 В этой связи для запросчика, использующего код SI, виды применения линии передачи данных ограничиваются передачей Comm-A по линии связи "вверх", радиовещательной передачей Comm-A, GICB, радиовещательной передачей Comm-B и передачами БСПС по линии связи "вниз". Это, в частности, исключает использование протокола AICB.

Примечание. Протокол AICB требуется для доставки срочных данных и передачи MSP по линии связи "вниз".

Таблица Н-9. Требования к передаче самогенерируемых сигналов обнаружения

Состояние воздушного судна на земле	Передача самогенерируемых сигналов обнаружения не запрещена			Передача самогенерируемых сигналов обнаружения запрещена		
	Не передаются никакие типы ES наблюдения	Передается по крайней мере один тип более длительного самогенерируемого сигнала наблюдения	Передача в формате нахождения на земле	Не передаются никакие типы ES наблюдения	Передается по крайней мере один тип более длительного самогенерируемого сигнала наблюдения	Передача в формате нахождения на земле
В воздухе	Y	Y	Y	Y	N	N
На земле	Y	N	N	Y	N	N
В воздухе или на земле	Y	Y	Y	Y	N	N

Примечания:

a) Y = периодическая передача самогенерируемых сигналов обнаружения.

b) N = самогенерируемые сигналы обнаружения подавляются.

c) ES наблюдения представляют собой передачи данных в местоположение в воздухе, воздушные скорости или ES о местоположении на земле.

Добавление I

СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛУГИ РЕЖИМА S

1. ПОДСЕТЬ РЕЖИМА S

1.1 Введение

Форматы и протоколы сообщений режима S обеспечивают возможность обмена данными между бортовыми и наземными системами. Линия передачи данных и подсеть режима S обеспечивают высоко целостные средства обмена информацией между бортом и землей.

1.2 Функциональные элементы

1.2.1 Подсеть режима S включает следующие функциональные элементы:

- a) приемоответчик режима S (уровня 2, 3, 4 или 5, определяемого в главе 2 тома IV Приложения 10);
- b) ADLP;
- c) GDLP;
- d) наземный запросчик режима S.

1.2.2 Наземный запросчик режима S отвечает за использование протоколов режима S совместно с бортовыми приемоответчиками режима S, как это предусмотрено в главе 3 тома IV Приложения 10. Находящееся в зоне действия режима S воздушное судно с соответствующим оборудованием, обнаруженное запросчиком (т. е. идентифицированное по его индивидуальному 24-битному адресу), может затем избирательно запрашиваться для целей наблюдения. Запросы по линии связи "вверх" могут включать определенные данные в полях данных, которые будут вызывать ответы, содержащие поля данных, передаваемые по линии связи "вниз".

1.3 Предоставляемые услуги

1.3.1 Подсеть "воздух – земля" режима S предназначена предоставлять два вида услуг по обеспечению связи:

- a) услуги связи с использованием вертикального SVC между двумя SNPA, один из которых находится на воздушном судне, а другой расположен на земле. Эта ориентированная на установление соединения услуга связи может предоставляться с помощью протокола, определяемого в стандарте ИСО 8208, и является полностью совместимой с архитектурой ATN;
- b) ряд специфических для системы режима S услуг, называемых специальными услугами режима S. Эти услуги могут предоставляться с помощью локально определяемых интерфейсов специального назначения.

1.3.2 Услуги первого вида, обеспечивающие связь, ориентированную на установление соединения, позволяют осуществлять транспарентный обмен сообщениями общего назначения. Они основаны на сложных протоколах и пока не используются.

1.3.3 Услуги второго вида (специальные услуги режима S) основаны на простом обмене специальными сообщениями и позволяют решать некоторые прикладные задачи. Эта способность подсети режима S используется для обеспечения таких прикладных функций, как EHS (передача по линии связи "вниз" бортовой информации) или TIS (передача по линии связи "вверх" данных о местоположениях воздушных судов, находящихся в непосредственной близости от данного воздушного судна). Форматы регистров и протоколы, используемые в реализуемых в настоящее время прикладных процессах (см. Doc 9871), могут применяться для решения ряда других прикладных задач, например сбора метеорологических данных, предупреждения о нарушении воздушного пространства, предупреждения о несанкционированном въезде на ВПП, предупреждения о потере аудиосвязи, а также для контроля уровня чувствительности БСПС.

2. СООБЩЕНИЕ О ВОЗМОЖНОСТЯХ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

2.1 Уровни возможностей приемоответчика

В главе 2 тома IV Приложения 10 определено несколько различных уровней приемоответчика ВОРЛ, которые, в свою очередь, определяют возможности линии передачи данных. Простейшим приемоответчиком, обеспечивающим обмен данными, является приемоответчик уровня 2. Такой приемоответчик может обслуживать обмен SLM по линиям связи "вверх" и "вниз". Уровень 3 предоставляет дополнительную возможность обеспечивать передачу ELM по линии связи "вверх", а уровень 4 позволяет передавать ELM как по линии связи "вверх", так и по линии связи "вниз". Приемоответчик уровня 5, обладающий более высокой пропускной способностью по сравнению с приемоответчиком уровня 4, обеспечивает более высокую эффективность использования линии передачи данных за счет дополнительной возможности работать одновременно с несколькими запросчиками.

2.2 Сообщение о возможных услугах линии передачи данных

2.2.1 Общие положения

2.2.1.1 Объем и тип операций, осуществляемых по линии передачи данных, обеспечиваемой бортовым оборудованием режима S, определяется сообщением о возможностях линии передачи данных режима S (глава 3 тома IV Приложения 10 и Doc 9871). Это сообщение извлекается из приемоответчика наземным запросчиком при установлении контакта в целях наблюдения, а также при получении информации от приемоответчика об изменении этого сообщения. Данное сообщение определяет класс и уровень 2, 3, 4 или 5 возможностей бортовой линии передачи данных, а также содержит дополнительную информацию, касающуюся:

- a) скорости передачи данных, которую может обеспечивать бортовое оборудование;
- b) наличия и состояния оборудования БСПС;
- c) возможности использования специальных услуг режима S;
- d) возможности использования услуг SVC.

2.2.1.2 Информация о возможностях приемоответчика используется ADLP и GDLP для определения соответствующего размера пакета и протокола режима S, обеспечивающих обмен данными по линиям связи "вверх" и "вниз".

2.2.2 Сообщение о специальных услугах режима S

2.2.2.1 "Возможность использования специальных услуг режима S" (бит 25) регистра 10₁₆, когда он установлен на ЕДИНИЦУ (1), указывает на то, что предусмотрена, по крайней мере, одна специальная услуга режима S (помимо предоставления информации, касающейся возможностей использования линии передачи данных, ID воздушного судна или RA БСПС).

2.2.2.2 Регистры 18₁₆–1C₁₆ содержат информацию о том, какие услуги GICB (регистры приемопередатчика) задействованы, т. е. приемопередатчик осуществляет управление регистром и существует интерфейс для ввода данных в регистр.

2.2.2.3 Регистр 17₁₆ содержит информацию о том, какие услуги GICB (регистры приемопередатчика) в данный момент готовы для передачи полезных данных.

2.2.2.4 Регистры 1D₁₆–1F₁₆ содержат информацию о том, какие услуги MSP задействованы.

2.2.3 Сообщение об услугах SVC режима S

Регистр 10₁₆ содержит информацию о статусе бортового DTE, взаимодействующего с системами воздушных судов.

2.2.4 Вариант подсети режима S

Введенный в регистр 10₁₆ вариант подсети режима S используется для указания о том, какой вариант услуг SVC и специальных услуг режима S задействован. Эта информация позволяет обеспечить совместимость вариантов и плавный переход от одного варианта к другому. Номер варианта подсети имеет очень важное значение для управления различными вариантами специальных услуг режима S, которые рассчитаны меняться более часто, чем услуги SVC, поскольку они зависят от прикладного процесса. Связь между номером варианта и форматом специальных услуг режима S освещается в Doc 9871.

2.3 Формирование сообщения

2.3.1 Можно ожидать, что возможности приемопередатчиков конкретного уровня будут меняться в плане их максимальной и средней скоростей приема и отправления данных. Эта информация необходима для ADLP, который формирует и отправляет наземной станции сообщение о возможностях линии передачи данных. Если ADLP не связан с приемопередатчиком, то эта информация должна предоставляться приемопередатчиком через специально предусмотренный интерфейс. Используемый подход для получения такой информации должен также обеспечивать автоматическое обновление направляемой в ADLP информации о возможностях приемопередатчика в случае замены приемопередатчика. Примером приемлемого интерфейса приемопередатчика и ADLP для предоставления информации о возможностях приемопередатчика является штырьковый кабельный разъем.

2.3.2 В случае какого-либо изменения сообщения о возможностях (включая отсутствие информации от ADLP вследствие нарушения интерфейса), приемопередатчик режима S будет формировать новое сообщение в виде всенаправленного сообщения Com-B, с тем чтобы обновить статус линии передачи данных для наземных запросчиков, которые в данный момент обеспечивают обмен данными.

2.4 Контроль запросчиком неправильно указанной возможности

2.4.1 При проектировании использования линии передачи данных запросчиком режима S необходимо внимательно подходить к контролю случаев неправильно сообщенных возможностей линии передачи данных, в частности в случае сообщенной возможности, которая превышает фактическую возможность. Если воздушное судно сообщает о возможности обмена данными, которая превышает фактическую возможность, его приемопередатчик не сможет отвечать на адресованный ему запрос. Это может иметь место в том случае, когда приемопередатчик не рассчитан на конкретный вид обслуживания (например, запрос ELM направляется приемопередатчику уровня 2), или когда запросчик превосходит возможности обмена данными бортового оборудования. В последнем случае приемопередатчик режима S может не ответить на запрос в отношении линии передачи данных, если он не способен хранить поле сообщения запроса.

2.4.2 Поскольку неправильно сообщенная возможность может привести к отсутствию ответов, функция обмена данными запросчика должна обнаруживать отсутствие ожидаемых ответов на передаваемые запросы и переходить на 56-битные запросы наблюдения, которые предусматривают 56-битные ответы для поддержания основной функции наблюдения. При последующих сканированиях первичная приемопередача должна осуществляться только для целей наблюдения. После успешной приемопередачи данных наблюдения, могут быть предприняты дополнительные попытки зондирования, с тем чтобы определить, восстановило ли воздушное судно свои возможности обмена данными. В случае повторяющихся нарушений обмена данными запросчик должен понизить возможности обмена данными воздушного судна до уровня, соответствующего фактическим характеристикам ответов.

2.5 Возможности запросчиков

Запросчики с новейшими антеннами и передатчиками способны передавать большой объем данных в конкретный период времени. Функциональная возможность запросчика используется для определения качества обслуживания, которое обеспечивается при установлении соединения с конкретной подсетью.

3. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛУГИ РЕЖИМА S

3.1 Протоколы, используемые специальными услугами режима S

Специальные услуги режима S включают:

- a) протокол GICB;
- b) MSP, соответствующий дейтаграммному обслуживанию, предусмотренному для конкретных прикладных процессов в реальном времени;
- c) протоколы всенаправленной передачи в режиме S (линии связи "вверх" и "вниз").

3.2 SSE

3.2.1 Предусмотрена возможность доступа к специальным услугам режима S с помощью одного или нескольких специальных интерфейсов, обеспечивающих обмен данными непосредственно между прикладными процессами и SSE режима S, связанным с ADLP или GDLP. Альтернативным образом, прикладной процесс может получить доступ к SSE, используя интерфейс DTE/DCE.

3.2.2 Доступ к SSE должен учитывать следующие факторы:

- a) SSE предназначен в основном для критических с точки зрения времени прикладных процессов. В таких случаях обычно целесообразнее согласиться с отдельными фактами потери информации в реальном времени, которая будет заменяться новыми данными, нежели обеспечивать надежную сквозную передачу сообщений. Реализация такого порядка обслуживания вызовет опасность того, что система связи не будет поспевать за прикладным процессом;
- b) специальные услуги режима S поддерживают имеющие минимальный служебный заголовок протоколы связи в реальном времени без установления соединения и не соответствуют базовой концепции OSI. Внедрение промежуточных видов обслуживания, ориентированных на установление соединения между SSE и его пользователями, потребует разработки специальных протоколов, например, для обеспечения надлежащей сквозной доставки всенаправленных сообщений;
- c) большинство прикладных процессов, использующих специальные услуги режима S, скорее всего, будет осуществляться на автономных конечных системах, которые напрямую связаны с GDLP, а не обмениваются данными через АТ.

3.2.3 В том случае, когда ориентированные на установление соединения промежуточные уровни отсутствуют, ответственность за управление диалогом между SSE и его абонентами зависит полностью от прикладных процессов.

3.3 Обработка специальных услуг режима S

Примечание 1. SSE обеспечивает использование трех видов услуг: всенаправленную передачу, GICB и MSP.

Примечание 2. Форматы данных, содержащихся в бортовых регистрах, всенаправленные сообщения и MSP определяются в Doc 9871.

3.3.1 Обработка GICB

3.3.1.1 Протокол GICB был разработан для обеспечения возможности эффективной доставки нескольким запросчикам, не прибегая к координации, информации в реальном времени, например, данных о состоянии воздушного судна. Применяемый метод заключается в использовании в приемоответчике 255 регистров по 56-бит каждый и кодировании запроса, позволяющем запросчику точно указать, содержимое какого регистра он желает получить в ответе на данный запрос. Таким образом, для получения информации используется только одна приемопередача, и не требуется ее согласование с соседними запросчиками, поскольку любой запросчик не может стереть или изменить содержимое регистров. Хранимая в регистрах информация должна обновляться, поскольку бортовая функция загрузки регистра не знает, когда он будет считываться. Вся операция очень похожа на считывание кода абсолютной высоты в ответе в режиме наблюдения.

3.3.1.2 Рекомендуемый протокол подписки на GICB заключается в следующем:

- a) наземный абонент направляет в SSE сообщение о подписке, которое указывает на то, что он желает получать данные GICB для одного или нескольких регистров;
- b) наземный абонент может направить запрос GICB в отношении единичного или периодического извлечения содержимого конкретного регистра приемоответчика данного воздушного судна;

- c) после извлечения GICB наземный SSE отправляет абоненту ответное сообщение;
- d) абонент может в любой момент аннулировать действующую подписку.

3.3.1.3 Этот рекомендуемый протокол предназначен минимизировать трафик данных между наземным SSE и пользователями. Разработчики, возможно, пожелают расширить этот простой протокол и использовать дополнительные возможности.

3.3.1.4 Например, оборудование EHS, используя три регистра (40_{16} , 50_{16} , 60_{16}), предоставляет информацию о магнитном курсе, путевой скорости, воздушной скорости, вертикальной скорости и заданной абсолютной высоте. Наземные запросчики периодически извлекают содержимое этих регистров, и эта дополнительная информация включается в сообщения с бортовыми данными, рассылаемые пользователям.

3.3.2 MSP

3.3.2.1 *Требования к MSP.* Сообщения, используемые для обеспечения некоторых прикладных процессов в реальном времени, должны передаваться с минимальными задержками и служебными заголовками. Кроме того, они не должны повторно передаваться в случае потери сообщения или получения сообщения с обнаруженной ошибкой. Прикладные процессы в реальном времени должны игнорировать отсутствующие сообщения или сообщения с обнаруженными ошибками, поскольку последующие сообщения будут содержать новые данные. В случае повторения передач, старые сообщения будут передаваться повторно, а новые сообщения будут задерживаться, ожидая возможности доставки. MSP рассчитан на обслуживание прикладных процессов в реальном времени, обеспечивая замену протокола ИСО 8208 и возможность передачи данных с минимальным служебным заголовком.

3.3.2.2 По своим эксплуатационным характеристикам протоколы MSP в сравнении с SVC обладают следующими преимуществами:

- a) они позволяют сократить время доставки, поскольку они не зависят от управления потоком сообщений;
- b) они используют служебные заголовки в 1 или 2 байта на пакет;
- c) отсутствует время установления соединения.

По этим причинам они хорошо подходят для обеспечения передачи данных в реальном времени.

3.3.2.3 Однако MSP не такие надежные, как SVC, поскольку:

- a) они не могут иметь адресов абонентов всей подсети;
- b) пакеты данных могут быть утеряны без уведомления отправителя (например, сброшены переполненным ADLP или GDLP);
- c) порядок пакетов не гарантируется.

3.3.2.4 Важно иметь в виду, что преимущества MSP в скорости могут снижаться, если сообщения, посылаемые по каналу MSP, являются слишком длинными, поскольку:

- a) они могут разбиваться на сегменты и затем собираться;
- b) для их доставки может потребоваться более одного сканирования антенны.

3.3.2.5 *Обработка и использование MSP.* Наземный SSE должен уведомлять абонента об успешной доставке MSP приемоответчику по линии связи "вверх" (т. е. техническое подтверждение). Однако признается, что единственный способ гарантии того, что передача MSP дошла до своего парного прикладного процесса, заключается в использовании подтверждения со стороны прикладного процесса.

3.3.2.6 В общем случае каналы доставки MSP по линиям связи "вверх" и "вниз" являются симплексными и независимыми. Простейший способ аппроксимации дуплексного канала MSP заключается в подборе каналов связи "вверх" и "вниз", имеющих одинаковый номер канала.

3.3.2.7 *Координация MSP в перекрывающейся зоне действия.* Битная эффективность MSP достигается, отчасти, за счет использования ограниченных возможностей адресации. Для линии связи "вверх" адресация состоит из номера канала MSP. Адресация для линии связи "вниз" также состоит из номера канала MSP, хотя в случае многостанционной доставки может использоваться код II. Вторым аспектом координации является то, что последовательность номеров при L-битной обработке устанавливается заново в начале каждой передачи сообщения на основе номера канала MSP. См. п. 5.2.7.4 тома III Приложения 10 в отношении определения L-битной обработки и последовательности.

3.3.2.8 Для обеспечения правильного маршрута доставки по линии связи "вниз" запросных/ответных сообщений с борта воздушного судна и правильной сборки L-битной последовательности необходимо предусмотреть некоторый вид координации соседних наземных прикладных процессов, использующих один номер канала MSP. Простейший вид координации заключается в исключении перекрытия зон обслуживания двух наземных прикладных процессов, использующих один номер канала MSP. Альтернативный метод предусматривает необходимость координации использования наземных прикладных процессов (с перекрывающимися зонами действия) таким образом, чтобы в любой момент времени осуществлялось взаимодействие с данным воздушным судном только одного прикладного процесса.

3.3.2.9 Для обнаружения ошибок при доставке данных можно разработать использующие MSP прикладные процессы, позволяющие формировать и проверять контрольную сумму. Например, один такой алгоритм определяется в ИСО 8073. При обнаружении ошибки могут задействоваться местные процедуры уведомления пользователя об этой ошибке.

3.3.3 Примеры прикладных процессов, использующих MSP

3.3.3.1 *TIS.* TIS предназначена повысить безопасность и эффективность полетов в условиях "вижу и избегаю" за счет предоставления пилоту автоматического отображения находящихся вблизи воздушных судов и выдачи предупреждений о любой потенциально опасной ситуации. TIS использует канал 2 связи "вверх" MSP для передачи на борт воздушного судна сообщений о продолжении и прекращении обслуживания, а также информации о воздушной обстановке.

3.3.3.2 *Срочные данные.* Срочные данные – это услуга, которая извещает о наличии информации для передачи по линии связи "воздух – земля" и инициируется событием. Срочные данные представляют собой прикладной процесс, который реализуется на борту воздушного судна и позволяет использовать различные типы контрактов для информирования пользователей об изменении регистра. В том случае, когда "услуга MSP, касающаяся срочных данных, задействована", бит 31 регистра 1D₁₆ устанавливается на 1 и канал 6 связи "вверх" MSP используется для передачи наземных SR в бортовой прикладной процесс. Канал 3 связи "вниз" MSP используется для доставки по линии связи "вниз" содержимого регистров или для указания статуса контракта.

3.3.4 Обработка всенаправленных сообщений

3.3.4.1 Протокол всенаправленного Comт-A предназначен обеспечить эффективную и быструю доставку сообщения Comт-A нескольким воздушным судам. Запрос Comт-A, содержащий сообщение, передается с использованием 24-битного адреса воздушного судна, содержащего одни ЕДИНИЦЫ. Приемответчик распознает это всенаправленное сообщение и принимает запрос, но не отвечает на него. Для обеспечения доставки данных запрос должен быть передан два или более раз на ширину луча. Виды применения "земля – воздух" могут включать информацию, представляющую общий интерес, например о состоянии служб УВД в конкретном месте, или информацию об опасных погодных явлениях.

Примечание. Аналогичный протокол, называемый Comт-U, используется БСПС в линии связи "воздух – воздух" для уведомления о своем присутствии других БСПС с целью обеспечения расчетов при минимальных помехах. Он также используется БСПС для всенаправленной передачи ненаправленным приемным станциям режима S данных о своем намечаемом маневре.

3.3.4.2 Рекомендуемый протокол всенаправленной передачи по линии связи "вверх" представляет собой следующее:

- a) абонент генерирует всенаправленный запрос, который содержит всенаправленное сообщение с указанием района и продолжительности требуемой всенаправленной передачи;
- b) абонент может в любой момент аннулировать запрос в отношении всенаправленной передачи.

3.3.4.3 Протокол Comт-B предназначен обеспечивать доставку сообщения по линии связи "вниз" одному запросчику. Это достигается вследствие стирания сообщения запросчиком после его успешной передачи. Протокол всенаправленного Comт-B указывает на земле о своем присутствии через соответствующий признак в ответах наблюдения и Comт-B. Этот признак сохраняется в течение, по крайней мере, 18 с и не может быть изменен каким-либо запросчиком, что позволяет любому запросчику, с которым установлен контакт, считывать сообщение. Данный протокол используется приемответчиком для доставки данных об изменении сообщения о возможностях или ID воздушного судна.

Примечание. Модифицированный формат этого протокола используется БСПС для доставки сообщений о намерениях запросчикам режима S.

3.3.4.4 Рекомендуемый протокол всенаправленной передачи по линии связи "вниз" заключается в следующем:

- a) абонент направляет сообщение о подписке с указанием о том, что он желает получать сообщения по линии связи "вниз" по одному или нескольким заданным каналам всенаправленной передачи;
- b) наземный SSE включает этого абонента во внутренний перечень абонентов всенаправленной передачи по линии связи "вниз";
- c) абонент может в любой момент аннулировать свою подписку на всенаправленную передачу.

3.3.4.5 Ниже приведены примеры определенных всенаправленных передач в режиме S:

- a) всенаправленная передача по линии связи "вниз" содержимого регистра 02₁₆ используется воздушным судном для запроса в отношении подключения к обслуживанию TIS или отключения от такого обслуживания;
- b) всенаправленная передача по линии связи "вниз" содержимого регистра 10₁₆ используется для передачи нового сообщения о возможностях линии передачи данных после их изменения;

- c) всенаправленная передача по линии связи "вниз" содержимого регистра 20₁₆ используется для передачи нового ID воздушного судна после его изменения;
- d) всенаправленная передача по линии связи "вниз" содержимого 30₁₆ используется для передачи информации о RA БСПС.

4. ПРИМЕР ПРИКЛАДНОГО ПРОТОКОЛА ДОСТУПА К SSE (ЛОКАЛЬНЫЙ ДОСТУП)

4.1 Введение

4.1.1 В настоящем разделе рассматривается возможный протокол локального доступа к специальным услугам режима S на земле и в воздухе. Этот протокол предназначен обеспечивать взаимодействие между SSE и локально связанными конечными системами.

4.1.2 В отношении подсети режима S были приняты следующие допущения:

- a) на земле SSE может размещаться в GDLP или на наземной станции. На борту SSE размещается в ADLP;
- b) бортовая конечная система включает концентратор АРИНК 429 для выдачи меток АРИНК 429, необходимых для использования GICB;
- c) для доступа к специальным услугам режима S на земле или на борту не требуется соблюдение стандарта ИСО 8208;
- d) SSE рассчитан главным образом на прикладные процессы в реальном времени. Это означает, что важнейшее значение имеет своевременность доставки данных;
- e) данная подсеть не обеспечивает сквозное подтверждение доставки. Прикладные процессы, которым необходима гарантия доставки данных, должны предусматривать свое собственное управление приемопередачами.

4.1.3 Операции взаимодействия при предоставлении обслуживания описываются в виде сервисных примитивов. Примитивом является абстрактное представление информации протокола, которое не накладывает никаких форматных ограничений на содержание данных.

4.1.4 Для обеспечения исчерпывающего набора услуг используются следующие примитивы:

- a) адрес воздушного судна: 24-битный адрес воздушного судна;
- b) идентификатор полета: позывной, зависящий от полета;
- c) код II: код идентификатора запросчика, используемый в качестве наземного адреса;
- d) интервал запросов: время в секундах между запросами GICB;
- e) активный период: время в секундах, в течение которого ведется всенаправленная передача;
- f) номер канала: номер канала MSP, номер регистра Comn-B в идентификаторе всенаправленной передачи;

- g) длина данных: длина поля данных (только MSP);
- h) прикладные данные: данные (содержимое регистров Comm-B, данные всенаправленной передачи, данные MSP);
- i) выбор канала: перечень выбираемых каналов всенаправленной передачи или каналов MSP;
- j) контрольные данные: необходимые для контроля обслуживания дополнительные данные, которые не передаются по данной подсети;
- k) диагностический код: используется в примитивах подтверждения для указания успешности или неуспешности передачи;
- l) идентификатор прикладного процесса: используется для идентификации различных прикладных процессов, реализованных в одной конечной системе;
- m) номер запроса: используется для проведения различия между сообщениями от прикладного процесса при предоставлении технического уведомления (подтверждения) о доставке.

Примечание. Номера запросов должны присваиваться на индивидуальной основе. Для проведения различия между прикладными процессами, совместно реализованными в одной конечной системе, следует использовать подполя.

4.2 Услуги GICB

4.2.1 Для услуг GICB характерны два аспекта:

- a) бортовая конечная система отвечает за своевременное обновление содержимого регистров Comm-B, что означает, что бортовая конечная система должна предоставлять бортовому SSE необходимую информацию вместе с идентификатором регистра Comm-B;
- b) требуется предоставить наземному пользователю возможность запрашивать график GICB.

4.2.2 Запрос GICB относится к конкретному регистру Comm-B конкретного воздушного судна. SSE отвечает за управление всеми поступающими запросами с целью минимизации необходимых запросных сигналов. Запрос GICB включает период между требуемыми ответами.

4.2.3 Запросные сигналы с запросами GICB взаимодействуют только с ADLP, когда они используются для ввода данных в справочную таблицу кодов II, содержащуюся в DTE ADLP. Запросный сигнал в отношении GICB извлекает самое последнее содержимое регистра Comm-B в приемопередатчике.

4.2.4 Существуют два способа формирования нескольких запросов GICB:

- a) каждый запрос GICB касается одного регистра Comm-B; графики получения данных нескольких регистров устанавливаются путем направления нескольких запросов, каждый из которых может быть аннулирован на индивидуальной основе;
- b) примитив запроса GICB можно задать с учетом включения всех требуемых запросов. В этом случае потребуется определить, рассматривать ли новый запрос GICB как дополнительный график передачи или как замену предыдущего графика.

4.2.5 Необходимые операции взаимодействия с пользователем услуг GICB показаны на рис. I-1.

4.2.6 Необходимые примитивы для обеспечения услуг GICB представляют собой следующее:

- GICB_запрос:
 - *направление*: от прикладного процесса к наземному SSE;
 - *содержимое*: адрес воздушного судна;
 - номер запроса;
 - интервал запросов;
 - номер канала.
- GICB_ответ:
 - *направление*: от наземного SSE к прикладному процессу;
 - *содержимое*: адрес воздушного судна;
 - номер запроса;
 - номер канала;
 - прикладные данные.
- GICB_аннулирование:
 - *направление*: от прикладного процесса к бортовому SSE;
 - *содержимое*: адрес воздушного судна;
 - номер запроса;
 - номер канала.
- GICB_обновление:
 - *направление*: от прикладного процесса к бортовому SSE;
 - *содержимое*: номер канала;
 - прикладные данные.

Примечание. К данному примитиву может быть добавлена отметка времени (UTC или отсчет времени на наземной станции) для указания срока давности получаемых данных.

4.3 Услуги всенаправленной передачи

4.3.1 Необходимые операции взаимодействия с пользователем услуг BDN показаны на рис. I-2.

4.3.2 Наземные пользователи абонируют всенаправленные передачи, используя адрес воздушного судна и указатель всенаправленной передачи. Наземный SSE направляет только те всенаправленные сообщения, на которые имеется подписка.

4.3.3 Примитивы определяются следующим образом:

- BDN_абонирование:
 - *направление*: от прикладного процесса к наземному SSE;
 - *содержимое*: адрес воздушного судна;
 - номер запроса;
 - выбор канала.
- BDN_запрос:
 - *направление*: от прикладного процесса к бортовому SSE;
 - *содержимое*: данные (включая идентификатор).
- BDN_ответ:
 - *направление*: от GDLP к прикладному процессу;

- *содержимое*: адрес воздушного судна;
- номер запроса;
- номер канала;
- прикладные данные.

Примечание 1. Подписки отменяют предыдущие подписки. Выбор нулевого канала будет аннулировать все подписки. "ОДНИ ЕДИНИЦЫ" будет означать, что должны направляться всенаправленные сообщения от всех воздушных судов.

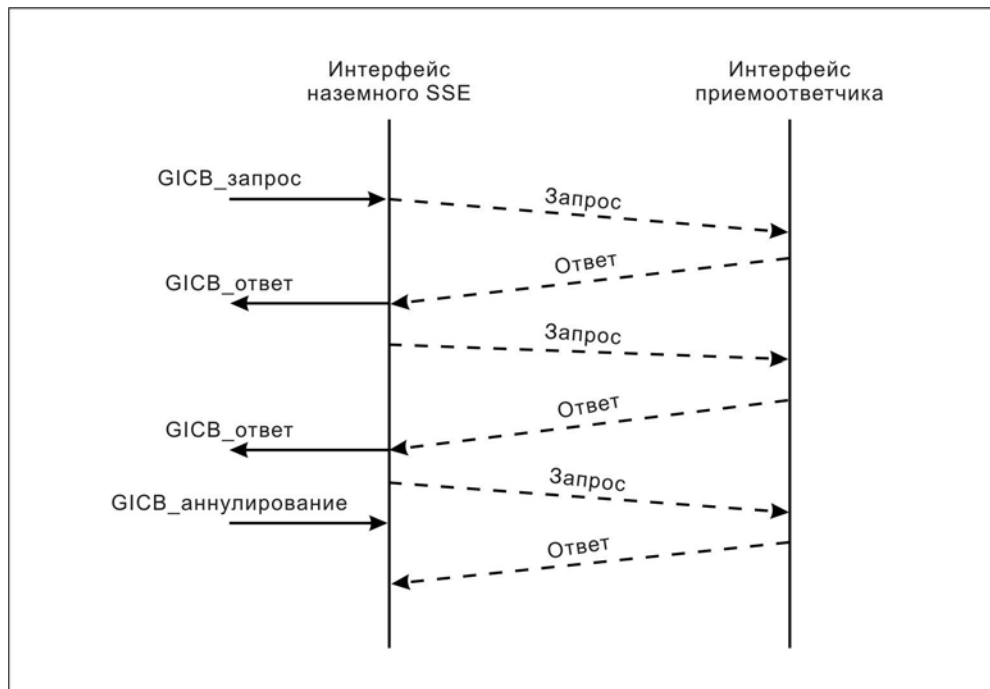


Рис. I-1. Услуги GICB

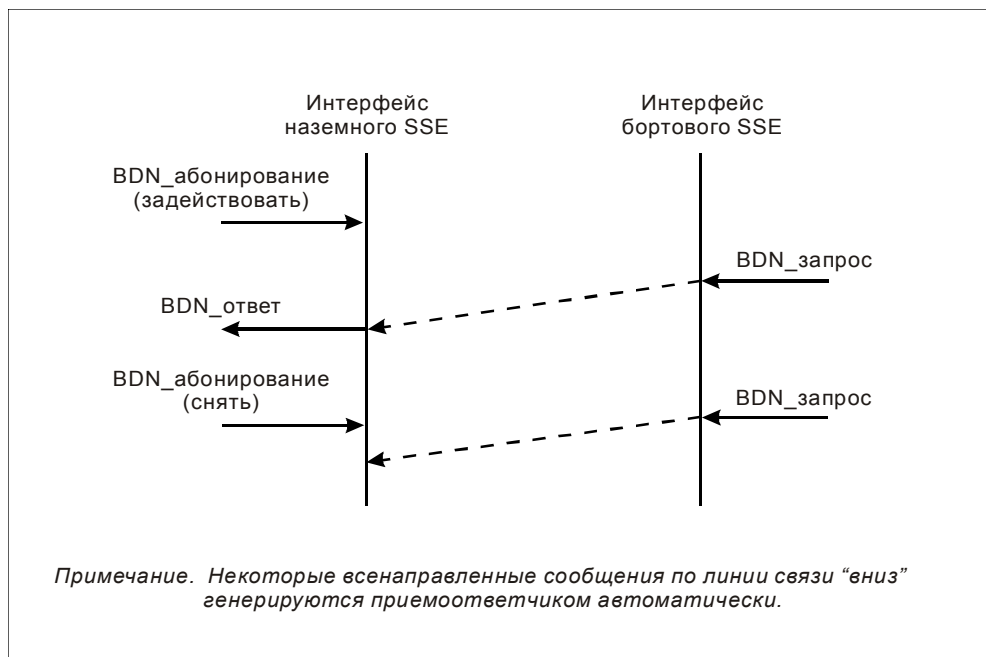


Рис. I-2. Услуги BDN

Примечание 2. Некоторые сообщения BDN, например определяющие возможности линии передачи данных и идентификатор полета, генерируются приемоответчиком.

Примечание 3. Для использования всенаправленной передачи номер канала извлекается из прикладных данных.

4.3.4 Необходимые операции взаимодействия с пользователем услуг BUP показаны на рис. I-3. Подписка не требуется бортовой конечной системой; бортовой SSE направляет все полученные всенаправленные сообщения в интерфейс SSE.

4.3.5 Всенаправленные сообщения по линии связи "вверх" передаются в течение переменного периода (рекомендуемый период примерно равняется трем полным сканированиям антенны). Передача всенаправленного сообщения по линии связи "вверх" может быть прекращена в любое время до истечения предусмотренного периода передачи.

4.3.6 Прimitives определяются следующим образом:

- BUP_запрос:
 - *направление*: от прикладного процесса к наземному SSE;
 - *содержимое*: контрольные данные;
 - номер запроса;
 - активный период;
 - номер канала;
 - прикладные данные.
- BUP_аннулирование:
 - *направление*: от прикладного процесса к наземному SSE;
 - *содержимое*: номер запроса.

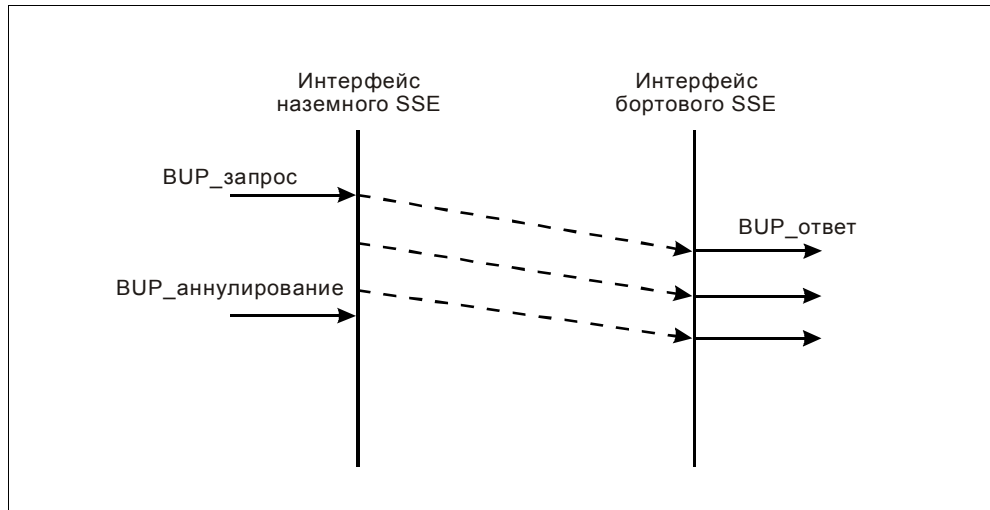


Рис. I-3. Услуги BUP

- BUP_ответ:
 - *направление*: от бортового SSE к прикладному процессу;
 - *содержимое*: номер канала;
 - прикладные данные.

Примечание. Контрольные данные применительно к BUP определяют сектор воздушного пространства, в котором осуществляется всенаправленная передача; они могут включать коды II, азимуты и периоды сканирования.

4.4 Услуги MSP

4.4.1 Необходимые операции взаимодействия с пользователем услуг MDN показаны на рис. I-4.

4.4.2 Наземный пользователь абонирует канал MSP; только сообщение, на которое имеется подписка, направляется конкретному пользователю. Доставка подтверждающего сообщения зависит от успешной доставки запросчику, а не конечному пользователю.

4.4.3 Прикладные процессы, использующие услуги MSP, инициируются на земле. Если прикладные процессы предусматривают инициирование услуги на борту, например запрос пилота в отношении метеорологических данных, то наземный прикладной процесс должен уведомить бортовой прикладной процесс о ее наличии.

4.4.4 Примитивы определяются следующим образом:

- MDN_абонирование:
 - *направление*: от прикладного процесса к наземному SSE;
 - *содержимое*: адрес воздушного судна;
 - номер запроса;
 - выбор канала.

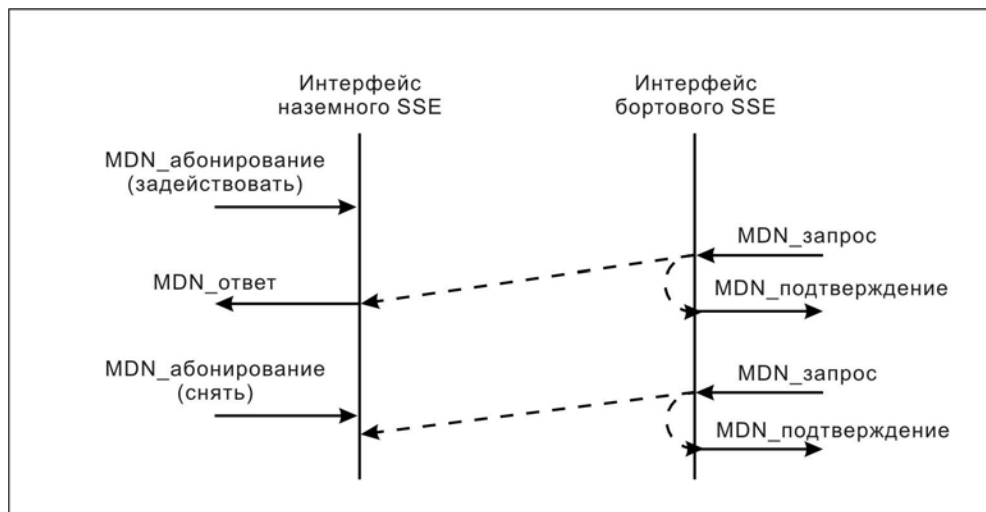


Рис. I-4. Услуги MDN

Примечание. Подписки отменяют предыдущие подписки. Выбор нулевого канала будет аннулировать все подписки.

- MDN_запрос:
 - *направление:* от прикладного процесса к бортовому SSE;
 - *содержимое:* номер запроса;
 - код II;
 - номер канала;
 - длина данных;
 - прикладные данные.

- MDN_подтверждение:
 - *направление:* от бортового SSE к прикладному процессу;
 - *содержимое:* номер запроса;
 - диагностический код.

Примечание. Это является техническим подтверждением того, что запросчик пытался извлечь данные. При этом доставка данных запросчику или наземному прикладному процессу не гарантируется.

- MDN_ответ:
 - *направление:* от наземного SSE к прикладному процессу;
 - *содержимое:* адрес воздушного судна;
 - номер запроса;
 - номер канала;
 - длина данных;
 - прикладные данные.

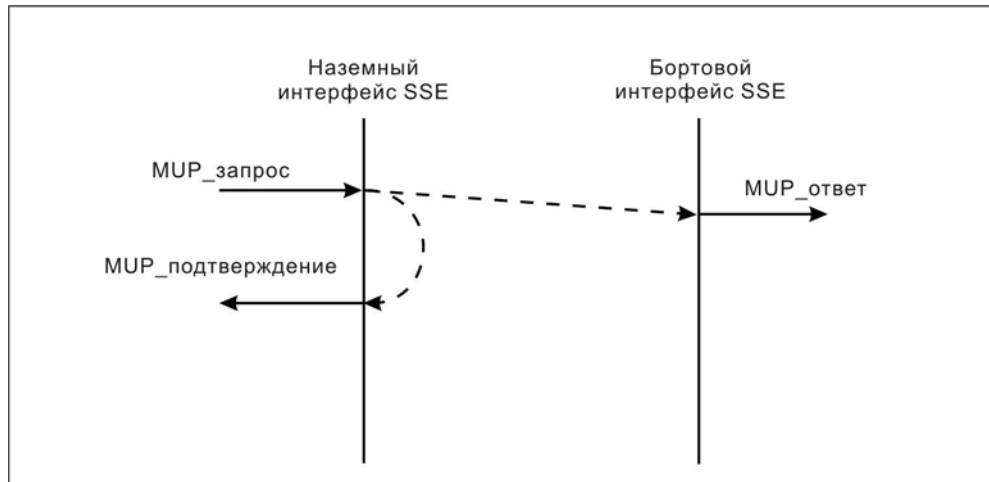


Рис. I-5. Услуги MUP

4.4.5 Необходимые операции взаимодействия с пользователем услуг MUP показаны на рис. I-5. Подписка не используется для бортовых услуг. ADLP направляет все полученные MSP на все интерфейсы специальных услуг режима S.

4.4.6 Необходимые примитивы определяются следующим образом:

- MUP_запрос:
 - *направление*: от прикладного процесса к наземному SSE;
 - *содержимое*: адрес воздушного судна;
 - номер запроса;
 - номер канала;
 - длина данных;
 - прикладные данные.
- MUP_подтверждение:
 - *направление*: от наземного SSE к прикладному процессу;
 - *содержимое*: номер запроса;
 - диагностический код.

Примечание. Это является техническим подтверждением того, что информация доставлена приемопередатчику. При этом доставка данных бортовому прикладному процессу не гарантируется.

- MUP_ответ:
 - *направление*: от бортового SSE к прикладному процессу;
 - *содержимое*: адрес воздушного судна;
 - номер запроса;
 - номер канала;
 - длина данных;
 - прикладные данные.

4.5 Услуги управления SSE

4.5.1 Для обеспечения специальных услуг режима S наземная конечная система должна получать определенную информацию о потенциальных целях (воздушных судах). Рекомендуется посылать уведомления, касающиеся их вхождения в зону действия и выхода из нее, с наземного SSE в наземные прикладные процессы.

4.5.2 Кроме того, бортовые конечные системы должны уведомляться о тех случаях, когда код II более недоступен для обмена сообщениями по линии передачи данных.

4.5.3 Примитивы определяются следующим образом:

- SSE_вхождение:
 - *направление*: от наземного SSE к прикладному процессу;
 - *содержимое*: адрес воздушного судна;
 - идентификатор полета.

- SSE_выход:
 - *направление*: от наземного SSE к прикладному процессу;
 - *содержимое*: адрес воздушного судна;
 - диагностический код.

- SSE_выход:
 - *направление*: от бортового SSE к прикладному процессу;
 - *содержимое*: код II;
 - диагностический код.

Примитивы также требуются для инициирования циклов обновления.

Добавление J

ВНЕДРЕНИЕ РЕЖИМА S

1. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАЗЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1.1 Характерные особенности режима S

1.1.1 МВОРЛ представляет собой апробированную технологию, использование которой рассмотрено в добавлении E. Моноимпульсная обработка является предварительным необходимым условием использования запросчика режима S. Для перевода моноимпульсной наземной станции в режим S необходимо добавить следующее:

- a) второй передатчик для подавления боковых лепестков в режиме S;
- b) управление работой каналов;
- c) обработку данных наблюдения в режиме S;
- d) обработку информации, поступающей по линии передачи данных (если такая линия используется), и управление сетью.

1.1.2 Такие функции могут быть введены, например, при неудовлетворительной работе моноимпульсной станции в режиме наблюдения или когда считается целесообразным использовать дополнительные возможности, которые дает линия передачи данных режима S. Кроме улучшения характеристик наблюдения базовая система режима S позволит полномочным органам УВД предложить и извлечь выгоду от ряда дополнительных видов обслуживания, которые возможны при работе в режиме S. Преимущества ведения наблюдения и осуществления связи в режиме S будут возрастать с увеличением количества воздушных судов, оснащенных оборудованием режима S. Например, в Европе внедрено ELS в режиме S с целью решения проблемы нехватки свободных кодов режима A, а также используется EHS для предоставления диспетчеру получаемых на борту данных, которые обычно передаются по каналам речевой связи.

1.2 Требования к антенне

1.2.1 Вращающаяся антенна

Для осуществления моноимпульсной обработки информации, обмен которой происходит с воздушными судами, оснащенными оборудованием режима A/C, необходимо обеспечить своевременную передачу/прием четырех или более интервалов межрежимного запроса и ответа в пределах ширины луча на уровне 3 дБ. Значение IRF и, следовательно, время работы каналов в режиме A/C задаются шириной луча антенны и скоростью ее вращения. Ширина луча антенны и скорость ее вращения также определяют время нахождения в луче, то есть время, в течение которого воздушное судно облучается главным лучом; это период времени, в течение которого возможен обмен данными в режиме S. С учетом этих двух факторов следует избегать использования антенн с очень узким лучом. Установлено, что разумный компромисс между точностью измерения азимута и работой в режиме S обеспечивает антенна с шириной луча, равной приблизительно $2,4^\circ$.

1.2.2 Антенна E-scan

Примечание. Ожидается, что антенна E-scan, обеспечивающая произвольное и мгновенное ориентирование луча в любом желаемом направлении, позволит значительно повысить эффективность использования режима S.

1.2.2.1 *Пропускная способность линии передачи данных.* Фактическая пропускная способность линии передачи данных при использовании антенны с механическим сканированием ограничена тем, что воздушные суда, как правило, не равномерно распределены по азимуту, а сконцентрированы в определенных азимутальных секторах. В некоторых зонах плотность воздушных судов может возрастать в 4 раза, иными словами, большинство воздушных судов может находиться в пределах азимутального сектора шириной 90° . Это означает, что большая часть рабочего времени канала режима S не используется. Антенна с электронным сканированием луча позволяет повысить фактическую пропускную способность линии передачи данных за счет использования всего периода времени работы в режиме S. Более того, предоставление линии передачи данных конкретному воздушному судну уже не ограничивается временем его нахождения в луче.

1.2.2.2 *Задержка доставки сообщения по линии передачи данных.* Задержка доставки сообщения при использовании антенны с механическим сканированием определяется периодом сканирования. Это необходимо учитывать для определенных функций линии передачи данных, например, при передаче команд на выполнение тактических маневров. Время задержки доставки по линии связи "вверх" при использовании антенны с электронным сканированием луча может быть сокращено до малой доли секунды. Такая антенна позволяет сократить время задержки доставки и по линии "вниз", но только после получения объявления об ожидающейся передаче сообщения.

1.2.2.3 *Изменение частоты обновления данных в режиме наблюдения.* В определенных условиях, например при контроле захода на посадку на близко расположенные параллельные ВПП, может потребоваться более высокая, чем при обычной работе УВД, частота обновления данных в режиме наблюдения. Антенна с электронным сканированием луча позволяет обеспечить базовую частоту обновления данных в режиме наблюдения для всех воздушных судов в зоне действия, а также более высокую частоту обновления данных для отдельных воздушных судов, когда этого требуют эксплуатационные условия.

1.2.2.4 *Рабочий цикл передатчика.* Поскольку запросчик, использующий антенну E-scan, может в любой момент запрашивать воздушное судно, оснащенное оборудованием режима S, сообщения в линии передачи данных режима S могут обрабатываться равномерно в течение всего периода сканирования, что значительно сокращает рабочий цикл передатчика по доставке конкретного объема информации по линии передачи данных.

2. МЕРЫ, ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ПЕРЕВОД МВОРЛ В РЕЖИМ S

2.1 Требования к передатчику режима S

Примечание. При передаче запросов в режиме S к передатчику наземной станции предъявляются более строгие требования, чем к передаче запросов в режиме A/C. Поэтому при переходе к моноимпульсным методам наземную станцию следует оснастить передатчиком, пригодным для работы в режиме S.

2.1.1 Передатчик направленного излучения

Уровень ERP наземной станции режима A/C должен обеспечивать надежную передачу сообщений по линии связи на максимальную дальность действия станции. При этом всегда необходимо иметь дополнительный запас мощности, превышающий ее номинальный уровень, с тем чтобы учесть разброс

характеристик линии связи между наземной станцией и отдельными воздушными судами. Большинство воздушных судов обычно не требуют такого высокого уровня ERP. Избирательный адрес воздушного судна и повторный запрос в режиме S позволяют использовать в режиме S уровень мощности, который ниже номинального уровня мощности при запросе в режиме A/C. Такой уровень мощности может быть использован для всех воздушных судов с оборудованием режима S при первоначальном запросе в каждом сканировании. В большинстве случаев такой уровень мощности будет достаточным для успешного получения ответа. В тех случаях, когда ответ не поступает после нескольких попыток, на данное воздушное судно может быть передан запрос большей мощности. Уровень мощности можно установить равным или превышающим номинальный уровень мощности запроса в режиме A/C. Это обеспечивает более высокий запас по мощности в линии связи при приемлемом уровне помех, так как запрос повышенной мощности в режиме S используется избирательно и в исключительных случаях. Для конкретной наземной станции максимальную эксплуатационную дальность, коэффициент усиления антенны, а также загрузку в режимах наблюдения и передачи данных, требуемую пиковую мощность передатчика наземной станции режима S можно рассчитать по формуле для бюджета мощности линии связи "вверх", приведенной в добавлении D. Короткий рабочий цикл передатчика наземной станции с очень высокой пропускной способностью может достигать 63,7 % для каждого 1,6-миллисекундного интервала.

2.1.2 Вспомогательный передатчик

2.1.2.1 *Требование к подавлению боковых лепестков в режиме S.* При передаче запросов общего вызова только в режиме S подавление боковых лепестков в режиме S (SLS) требуется для того, чтобы предотвратить поступление ответов от воздушных судов, находящихся в зоне боковых и задних лепестков антенны запросчика. Подавление боковых лепестков должно также использоваться при дискретной адресации запросов в режиме S для:

- a) сокращения промежутка времени, в течение которого находящийся вблизи приемопередатчик не способен обрабатывать запросы, поступающие от передатчиков направленного излучения других наземных станций, так как он производит обработку нежелательных запросов, поступающих по боковым лепесткам от данной наземной станции режима S;
- b) снижения вероятности приема находящимся на небольшой дальности приемопередатчиком запросов, которые ему не адресованы, но которые в результате искажений за счет многопутевого распространения или помех по линии связи "вверх" представляются правильно адресованными.

2.1.2.2 *Метод подавления.* Подавление осуществляется всенаправленной передачей отдельного импульса, известного как импульс P_5 , который нейтрализует синхронное опрокидывание фазы в импульсе P_6 , передаваемом при запросе в режиме S, лишая приемопередатчик возможности производить синхронизацию в тех случаях, когда принятая амплитуда импульса P_5 равна или превышает принятую амплитуду импульса P_6 .

2.1.2.3 *Вспомогательный передатчик.* Поскольку импульсы P_5 и P_6 передаются одновременно, для передачи импульса P_5 требуется дополнительный передатчик. Этот передатчик может также использоваться для передачи всенаправленного импульса подавления P_2 для запросов, посылаемых не в режиме S.

2.1.2.4 *Соотношение между выходной мощностью и мощностью в главном луче.* Передаваемые вспомогательным передатчиком импульсы излучаются отдельной антенной, используемой для передачи управляющих импульсов, коэффициент направленного действия которой превышает коэффициент направленного действия антенны по всем направлениям за пределами ее главного луча. Уровень мощности вспомогательного передатчика должен быть таким, чтобы мощность принимаемого импульса P_5 превышала мощность импульса P_6 на несколько дБ повсюду за пределами главного луча направленной антенны. Если мощность в главном луче не постоянна, то мощность вспомогательного передатчика необходимо автоматически изменять в соответствии с изменением мощности в главном луче.

2.1.2.5 *Мощность и рабочий цикл.* В зависимости от эксплуатационного назначения, необходимая пиковая мощность вспомогательного передатчика на РЧ-входе управляющей антенны может составлять 2000 Вт. Рабочий цикл вспомогательного передатчика должен соответствовать частоте запросов, передаваемых передатчиком направленного излучения, но он обычно значительно меньше рабочего цикла основного передатчика, поскольку импульс подавления P_5 значительно короче импульса P_6 . Ширина импульса P_5 приблизительно составляет 1/20 ширины короткого импульса P_6 или 1/40 часть ширины длинного импульса P_6 . С помощью этих коэффициентов рабочие циклы, приведенные для основного передатчика, можно пересчитать для вспомогательного передатчика.

2.1.3 Стабильность амплитуды

Для обеспечения удовлетворительной работы передатчики, предназначенные для использования в наземных станциях, передающих удлиненные сообщения (ELM) по линии связи "вверх", должны позволять передавать требуемое количество последовательных сегментов ELM с понижением амплитуды не более чем 2 дБ.

2.1.4 Стабильность частоты и фазы

2.1.4.1 Несущая частота всех запросов наземной станции режима S, передаваемых в режиме A/C и режиме S, должна составлять 1030 МГц \pm 0,01 МГц. Это соответствует максимальному изменению фазы в $0,9^\circ$ в течение 0,25-микросекундного интервала.

2.1.4.2 Суммарный допуск при опрокидывании фазы несущей частоты на 180° в импульсе P_6 составляет $\pm 5^\circ$ в течение любого 0,25-микросекундного интервала. Таким образом, с учетом возможной погрешности в $0,9^\circ$ из-за девиации несущей частоты, точность по фазе устройства, используемого для опрокидывания фазы на 180° , должна превышать $4,1^\circ$.

2.1.5 Паразитное излучение

Передачи в режиме S не могут осуществляться одновременно с возможными синхронизированными передачами первичного радиолокатора. Это следует учитывать при внедрении передатчиков режима S, с тем чтобы предотвратить паразитное излучение, которое может оказать влияние на работу приемника совмещенного с ВОРЛ первичного радиолокатора, в частности, первичного радиолокатора, работающего в L-диапазоне.

2.2 Блокирование процессора обработки ответов в режиме A/C

Если конфигурация наземной станции режима S такова, что наблюдение в режиме A/C и выделение ответных сигналов на общий вызов в режиме S осуществляются в течение одного общего интервала приема, ответы в режиме S могут быть обнаружены процессором обработки ответов в режиме A/C. Кроме того, запросчики, не имеющие режима S, будут принимать в течение интервала приема ответов в режиме A/C также и нежелательные синхронные ответы в режиме S. Чтобы предотвратить возможное ложное обнаружение кадрирующих импульсов ВОРЛ, целесообразно блокировать процессор обработки ответов в режиме A/C на период поступления ответов в режиме S. Это можно сделать путем распознавания преамбулы режима S и записи процессора обработки ответов в режиме A/C на период времени, равный продолжительности ответа в режиме S.

2.3 Обработка азимутальных данных

Использование моноимпульсного метода наблюдения в режиме A/C позволяет снизить PRF в режиме A/C и, таким образом, высвобождает время канала для обработки данных последовательного опроса в режиме S. Снижение частоты повторения импульсов в режиме A/C означает, что ответы должны приниматься в пределах всей диаграммы направленности антенны, а не только вдоль ее осевой линии. Поэтому моноимпульсный процессор должен обеспечивать надежную обработку сигналов, приходящих под углом к осевой линии. Такое же требование предъявляется и к обработке в режиме S, поскольку первоначальный запрос обычно передается в начале периода облучения при каждом сканировании, с тем чтобы в течение этого периода можно было послать несколько запросов. Моноимпульсный процессор, предназначенный для использования в режиме S, должен обеспечивать надежную обработку сигналов в пределах большей части ширины луча (например, между точками, где отношение разностного и суммарного сигналов равно двум).

3. МЕТОДЫ ВНЕДРЕНИЯ НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ

Примечание. В данном разделе описывается один из способов практической реализации наземной станции режима S с высокой пропускной способностью. Следует отметить, что возможны также и другие подходы.

3.1 Обработка ответов в режиме S

3.1.1 Обнаружение преамбулы

3.1.1.1 Обнаружение ответов в режиме S происходит по состоящей из четырех импульсов преамбуле, предшествующей блоку данных ответа. Детектор преамбулы обеспечивает точную оценку времени прибытия сигнала для определения расстояния до воздушного судна, а также для синхронизации обработки битов сообщения и декодирования ответов.

3.1.1.2 Для ответов на запросы при последовательном опросе схема управления работой канала производит оценку времени ожидаемого ответа и размеров окна неопределенности, которые подаются на детектор преамбулы. Ответ признается только в том случае, если его преамбула обнаружена в пределах этого окна. Поскольку процессор обработки ответов не может начать декодирование нового ответа до тех пор, пока не закончит декодирование предшествующего ответа, использование упомянутого окна сводит к минимуму вероятность того, что устройство декодирования ответа пропустит полезный ответ из-за синхронных помех в режиме S. Условия обнаружения преамбулы следует выбирать с особой тщательностью. Если условия обнаружения слишком свободные, появление ложных импульсов в преамбуле ответа приведет к потере времени канала. Если условия обнаружения слишком жесткие, пропущенные преамбулы приведут к снижению вероятности ответа.

3.1.2 Определение степени достоверности

3.1.2.1 Бит сообщения передается в виде импульса, который может занимать одну из двух возможных позиций в зависимости от того, соответствует ли НУЛЮ или ЕДИНИЦЕ, поэтому основную роль при принятии решения играют относительные амплитуды сигналов, принимаемых в этих двух позициях. Канал приемника, подключенный к соответствующей всенаправленной антенне, может определить, был ли импульс принят по главному лучу антенны или по боковым лепесткам. Информация о поступлении импульсов по боковым лепесткам используется для разрешения неоднозначных ситуаций, когда импульсы присутствуют в обеих позициях.

3.1.2.2 Бит считается достоверным только в том случае, если в одной из позиций присутствует импульс, принятый по главному лучу, а в другой позиции импульс либо отсутствует, либо присутствует импульс, принятый по боковому лепестку. В противном случае все присутствующие импульсы рассматриваются как малодостоверные.

3.1.3 Обнаружение и исправление ошибок

3.1.3.1 Для обнаружения ошибок в расшифрованном сообщении при декодировании сообщения используется код проверки четности, описание которого приводится в добавлении С. Поскольку биты проверки четности для ответов при последовательном опросе объединены с 24-битным адресом приемопередатчика, для обнаружения ошибки декодирующее устройство должно знать ожидаемый 24-битный адрес приемопередатчика (предоставляемый схемой управления каналом).

3.1.3.2 Когда в декодированном ответе содержатся ошибки, может быть начат процесс их исправления, если общее количество малодостоверных в ответе и общее количество малодостоверных битов в 24-битной последовательности проверки четности не превышает установленного порога. Введение таких порогов сводит к минимуму возможность ошибочной "корректировки" ответа, в котором содержится большое количество ошибок. Исправление ошибок может быть успешным только в том случае, если:

- а) все ошибки находятся в пределах 24-х последовательных бит;
- б) все ошибки содержатся в битах, помеченных как малодостоверные.

3.1.3.3 Например, поддаются исправлению ошибки, вызванные синхронной помехой в виде одного мощного сигнала ответа в режиме A/C, которая при декодировании может привести к ошибкам не более, чем в 24-х последовательных битах. Таким образом блок данных режима S, по всей вероятности, будет правильно декодирован, если только он не искажен более чем одним сильным сигналом ответа в режиме A/C.

3.2 Управление работой канала

3.2.1 Цель

3.2.1.1 Данная функция определяет порядок использования РЧ-каналов модуляторами/передатчиками и процессорами обработки ответов в режимах A/C и S. Основной ее задачей является распределение времени использования каналов между межрежимными запросами и запросами в режиме S.

3.2.1.2 Для обеспечения наблюдения за воздушными судами как с оборудованием режима A/C, так и с оборудованием режима S при минимальном уровне взаимных помех время использования РЧ-канала распределяется между запросами общего вызова и сигналами последовательного опроса.

3.2.1.3 Один из способов распределения времени канала показан на рис. J-1. При данном подходе циклограмма канала состоит из неперекрывающихся периодов а) работы по запросам общего вызова в режимах A/C и S и б) работы по последовательному опросу в режиме S.

3.2.1.4 Еще один способ распределения времени канала заключается в выделении емкости канала для режима S с учетом фактических потребностей, а не на основе фиксированного распределения времени между режимом A/C и режимом S, показанного на рис. J-1.

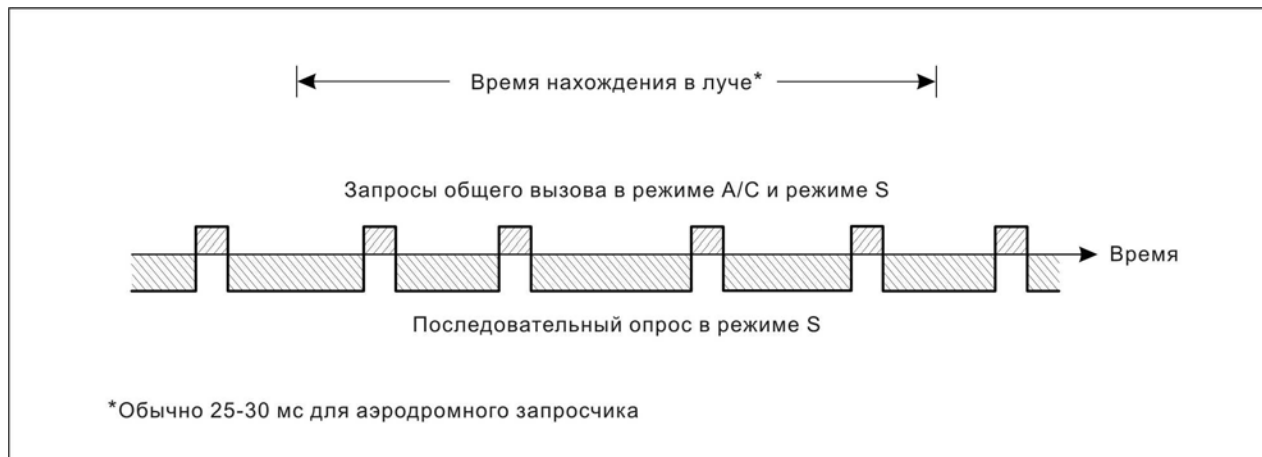


Рис. J-1. Пример распределения времени канала в режимах A/C/S

3.2.2 Временной график передачи запросов общего вызова в режиме A/C и режиме S

3.2.2.1 Запросы общего вызова в режиме A/C и режиме S передаются в начале периода режима A/C в соответствии с характеристиками адаптации на входе, которые определяют циклограмму работы наземной станции. Для снижения частоты несинхронных помех и повторных сообщений от целей, вводится псевдослучайный сдвиг этих запросов относительно номинального момента их посылки.

3.2.2.2 После каждого запроса в режиме A/C наземная станция обрабатывает ответы в режиме A/C в течение интервала, соответствующего максимальной дальности действия для текущего азимута поворота антенны. Если требуемая дальность невелика, начало следующего интервала, выделенного для режима S, может быть задержано, с тем чтобы прием ответов от целей с оборудованием режима A/C, находящихся на большем, чем цели с оборудованием режима S, расстоянии, не создавал помех ответам на запросы последовательного опроса в последующем интервале последовательного опроса. Адаптивное изменение уровня мощности сигналов запроса с целью получения ответов только в пределах требуемого диапазона дальности позволяет свести к минимуму задержку последнего интервала, выделяемого для режима S, и снизить уровень нежелательных помех в канале.

3.2.2.3 Для экономии времени канала выделение ответов на запросы общего вызова в режиме S осуществляется также и в течение периода, выделенного для приема в режиме A/C. Ответы от необнаруженных воздушных судов с оборудованием режима S и режима A/C вызываются с помощью запроса общего вызова только в режиме S, за которым следует запрос общего вызова только в режиме A/C.

3.2.3 Принципы распределения времени канала при последовательном опросе в режиме S

3.2.3.1 Временной график запросов и ответов при последовательном опросе в режиме S должен отвечать следующим принципам:

- a) запросы в режиме S адресуются только воздушным судам, находящимся в пределах луча антенны;
- b) время канала выделяется каждому запросу и ответу в режиме S исходя из расчетной дальности до воздушного судна;
- c) наземная станция может запрашивать воздушное судно несколько раз, пока оно находится в луче.

3.2.3.2 Наземная станция формирует перечень активных целей, состоящий из тех воздушных судов с оборудованием режима S, которые находятся в пределах луча антенны, и постоянно просматривает этот перечень, вырабатывая согласованный график передачи дискретно-адресных запросов и приема ответов в режиме S. Одно и то же воздушное судно может фигурировать в этих графиках запросов и ответов несколько раз, с целью выполнения разного рода задач по наблюдению и ведению связи. На случай неполучения ответа предусмотрена возможность передачи повторных запросов воздушного судна, что обеспечивает в целом высокую надежность наблюдения и связи.

3.2.3.3 Временной график последовательного опроса в режиме S показан на рис. J-2. Интервалы времени, выделенные для последовательного опроса в режиме S, называются периодами последовательного опроса в режиме S. В течение периода режима S передается одна или несколько последовательностей опроса. Временной график последовательного опроса представляет собой совокупность временных интервалов запроса и ответа, которая позволяет наземной станции осуществить запрос и получить ответ от каждого воздушного судна в группе из нескольких или всех воздушных судов, включенных в перечень активных целей, не осуществляя повторный запрос какого-либо воздушного судна. Запросы синхронизированы таким образом, что каждому отдельному запросу и ответу выделяются неперекрывающиеся интервалы времени канала. Если для последовательного опроса всех включенных в перечень воздушных судов времени недостаточно, то распределение времени канала производится в соответствии с заранее установленной очередностью приемопередач.

3.2.3.4 Хотя существует несколько механизмов, последовательный опрос будет обычно начинаться с первого (наиболее удаленного) воздушного судна в перечне воздушных судов, находящихся под наблюдением, или с воздушного судна, которое вскоре выйдет из сектора луча, при этом запрос передается в момент времени, установленный временным графиком опроса. Затем рассчитывается ожидаемое время получения ответа и выделяется соответствующий период для его приема. Порядок опроса последующих воздушных судов устанавливается путем последовательного расположения периодов для приема их ответов и расчета соответствующих временных интервалов запроса. Цикл завершается тогда, когда очередной запрос, если он запланирован, перекрывает первый ответ. Такой запрос откладывается и начинается новый цикл.

3.2.3.5 Временной график работы в режиме S должен обеспечивать эффективный прием и передачу различных типов сообщений. Поскольку воздушные суда, включенные в перечень активных целей, находятся на различных этапах завершения цикла обмена информацией в режиме S, каждое из них может требовать приема/передачи различных типов сообщений. На рис. J-3 а) показан типичный цикл обмена, состоящий из длинных и коротких запросов в сочетании с длинными и короткими ответами.

3.2.3.6 На рис. J-3 б) и с) приведены примеры циклов обмена удлиненными сообщениями (ELM) по линиям связи "вверх" и "вниз", включающие короткие и длинные запросы.

3.2.4 Организация управления работой канала

3.2.4.1 *Общие положения.* Организация управления работой канала заключается в выполнении следующих пяти подфункций:

- a) управление работой каналов;
- b) подготовка приемопередач;
- c) обновление перечня целей;
- d) задание временного графика последовательного опроса;
- e) обновление содержания приемопередач.

Обмен потоками данных между этими функциональными блоками и их сопряжение с другими функциональными элементами наземных станций иллюстрируются на рис. J-4. Ниже приводится один из способов организации управления работой канала.

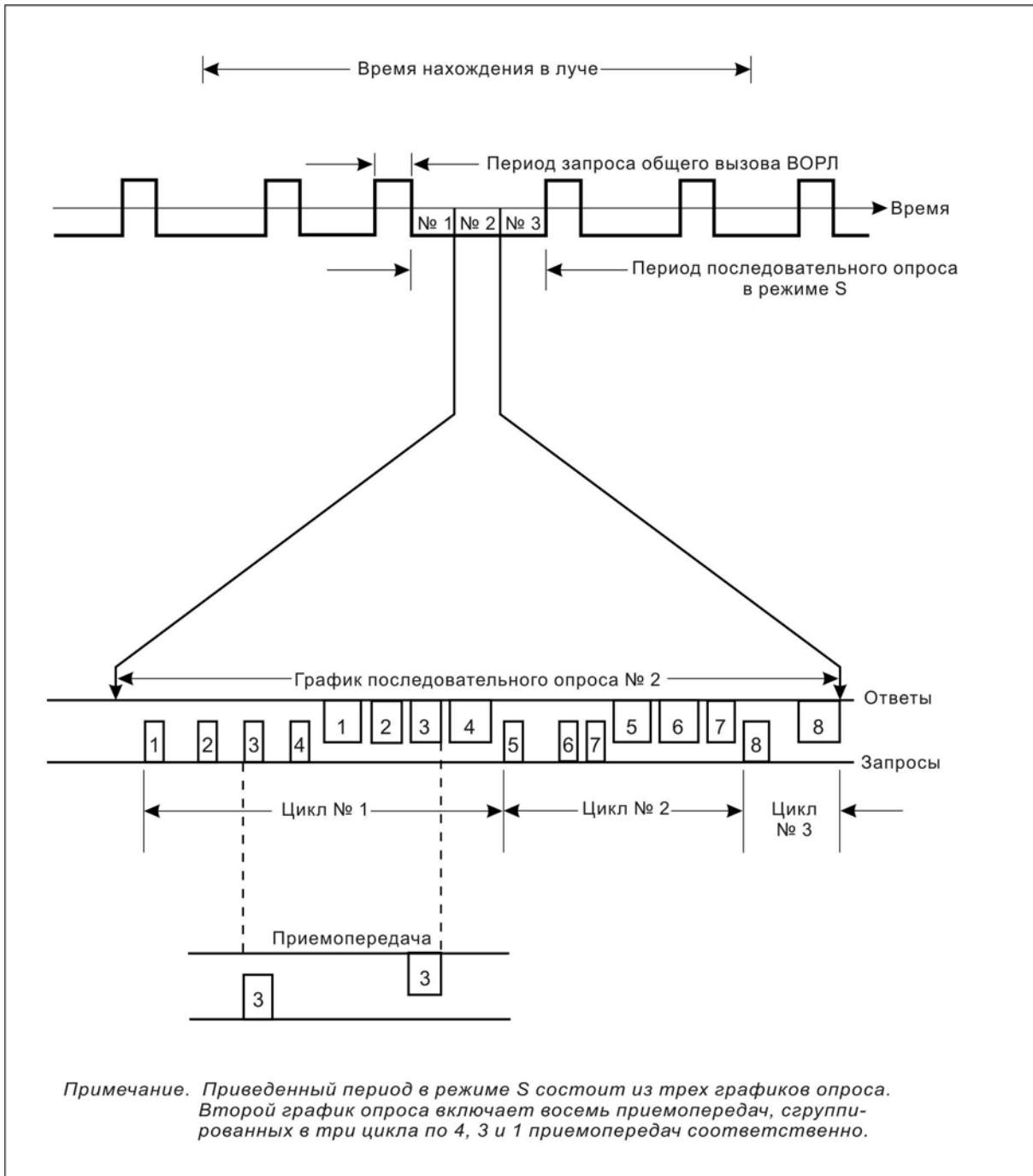
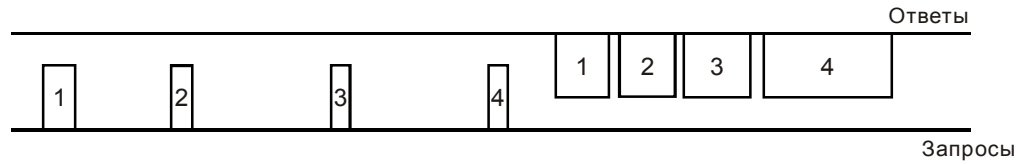


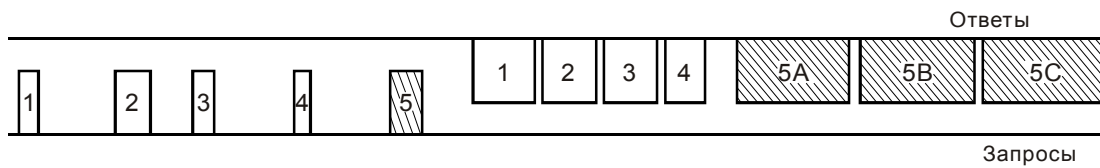
Рис. J-2. Пример графика последовательного опроса в режиме S

(a) Цикл, состоящий из приемопередач в режиме наблюдения и передачи сообщений стандартной длины



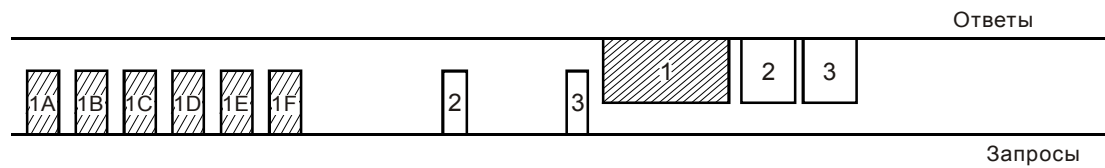
	Тип			
	1	2	3	4
Запрос	Сотм-А	Наблюдение	Наблюдение	Наблюдение
Ответ	Наблюдение	Наблюдение	Наблюдение	Сотм-В

(b) Цикл, состоящий из приемопередач в режиме наблюдения, передачи сообщений стандартной длины по линии связи "вверх" и удлиненных сообщений по линии связи "вниз"



	Тип				
	1	2	3	4	5
Запрос	Наблюдение	Сотм-А	Наблюдение	Наблюдение	Сотм-С
Ответ	Наблюдение	Наблюдение	Наблюдение	Наблюдение	Сотм-Д

(c) Цикл, состоящий из приемопередач в режиме наблюдения и передачи удлиненных сообщений по линии связи "вверх"



	Тип		
	1	2	3
Запрос	Сотм-С	Наблюдение	Наблюдение
Ответ	Сотм-Д	Наблюдение	Наблюдение

Рис. J-3. Примеры циклов приемопередач в режиме S

3.2.4.2 *Интерфейсы.* На вход схемы организации управления работой канала поступают данные от процессора обработки данных наблюдения, схемы управления линией передачи данных и схемы управления работой сети. От процессора обработки данных наблюдения на схему организации управления работой канала поступает информация о расчетном местоположении (азимут и дальность) воздушного судна с оборудованием режима S. От схемы управления линией передачи данных поступает упорядоченный перечень ожидающих передачи сообщений по линии связи "вверх" для каждого воздушного судна с оборудованием режима S. Схема управления работой сети контролирует состояние отслеживаемой линии пути с целью определения вида обслуживания как по наблюдению, так и по связи, которое должно быть предоставлено каждому воздушному судну. Схема организации управления работой канала управляет блоком "модулятор/передатчик" и процессорами обработки ответов в режиме S и в режиме A/C, а также вырабатывает команды управления запросами и ответами, которые подаются на указанные блоки, и принимает данные, содержащиеся в ответах в режиме S. Когда воздушное судно выходит за пределы луча, зарегистрированные данные о выполненных в канале операциях и содержание сообщений по линии связи "вниз" передаются в процессор обработки данных наблюдения, схему управления линией передачи данных и в схему управления работой сети.

3.2.4.3 *Управление работой канала.* Блок управления работой канала осуществляет синхронизацию работы системы в реальном масштабе времени и задает направление ориентации антенны, обеспечивая выполнение всех операций в режимах A/C и S в нужное время и в должной последовательности. Периодически этот блок задействует четыре других функциональных блока схемы организации управления работой канала. Кроме того, блок управления работой канала регулирует поток команд управления, поступающих на модулятор/передатчик и в процессоры обработки ответов, а также управляет передачей данных, содержащихся в ответах в режиме S, из процессора обработки ответов в режиме S в схему организации управления работой канала.

3.2.4.4 *Подготовка приемопередач.* Через регулярные интервалы времени блок управления работой канала выдает команды, обеспечивающие подготовку приемопередач для воздушных судов, которые вскоре должны попасть в зону луча. Блок подготовки приемопередач обращается к файлу наблюдения, в котором содержится расчетное местоположение ВС, данные подлежащего передаче по линии связи "вверх" сообщения, поступившие от схемы управления линией передачи данных, а также управляющая информация от схемы управления работой сети. Если запросы о передаче сообщений по линии связи "вверх" и/или по линии связи "вниз" находятся в ожидании воздушного судна, попадающего в зону луча, блок подготовки приемопередач определит количество и содержание приемопередач, необходимых для выполнения упомянутых задач. Блок подготовки приемопередач формирует перечень блоков данных, по одному для каждого нового воздушного судна, содержащих подробную информацию о приемопередачах, необходимых для выполнения всех очередных задач по наблюдению и связи.

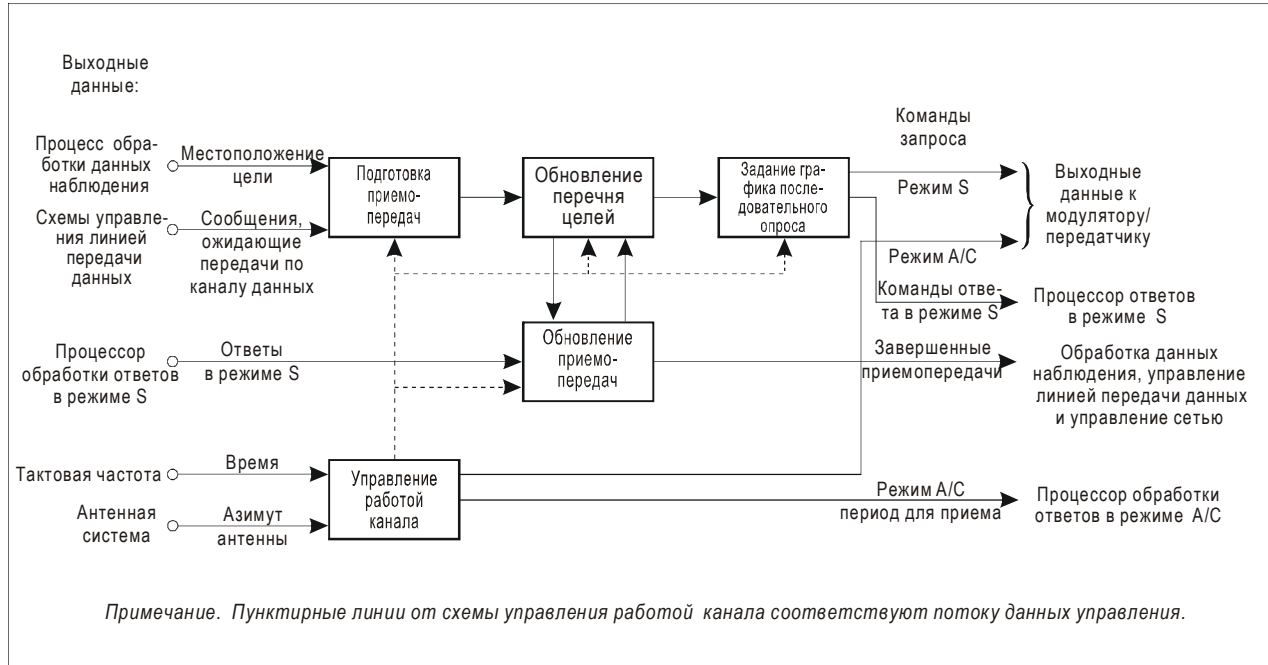


Рис. J-4. Пример организации управления работой канала

3.2.4.5 Обновление перечня целей. Перечень активных целей обновляется регулярно с помощью блока обновления перечня целей. В данный перечень вводятся блоки данных, сформированные блоком подготовки приемопередач. В перечень вводятся данные для новых целей, поступающие от блока приемопередач, а данные о старых целях, либо выходящих из зоны луча либо получивших полное обслуживание, исключаются из перечня. Для облегчения расчета согласованного графика запросов и ответов включение воздушных судов в перечень активных целей производится на основании их дальности, от большей к меньшей.

3.2.4.6 Задание временного графика последовательного опроса. В соответствии с командами от блока управления работой канала блок формирования графика последовательного опроса на основании перечня активных целей подготавливает график опроса в режиме S в соответствии с процедурами, указанными ранее. Если для полного завершения последовательного опроса времени недостаточно (то есть для осуществления по одной приемопередаче с каждым воздушным судном, включенным в перечень активных целей), то имеющееся время выделяется на основе приоритетности приемопередач. Блок, формирующий временной график последовательного опроса, выдает команды управления запросами в режиме S, которые указывают время запроса, уровень мощности и содержание блока данных, а также команды управления ответами, указывающие ожидаемое время ответа и адрес воздушного судна.

3.2.4.7 Обновление содержания приемопередач. Если цель попадает в зону луча, в пределах которой должно быть произведено несколько приемопередач, обычно они осуществляются в последовательном порядке. Блок обновления содержания приемопередач анализирует каждый ответ, и, если приемопередача успешно завершена, изменяет блок данных цели, с тем чтобы при последующем опросе была произведена следующая ожидающая своей очереди приемопередача. Если приемопередача не состоялась, она будет повторена при последующем опросе, а последующая приемопередача будет задержана до более позднего опроса. И наконец, блок обновления содержания приемопередач выдает команду завершения работы с теми целями, для которых обмен информацией завершен.

3.3 Обработка данных наблюдения

Обработка данных наблюдения обеспечивает ведение файлов целей для всех воздушных судов с оборудованием режимов A/C и S, находящихся в зоне действия наземной станции. Схема обработки данных наблюдения выполняет следующие основные функции:

- выбор ответа в режиме S, подлежащего использованию при обработке данных наблюдения, при наличии нескольких ответов;
- редактирование и корректировка сообщений от целей с оборудованием режима A/C на основе данных предшествующих циклов сканирования;
- прогнозирование местоположения воздушного судна с оборудованием режима S в момент очередного сканирования для задания времени передачи запроса;
- рассылка данных наблюдения пользователям службы УВД.

Взаимосвязь между основными подфункциями обработки данных наблюдения показана на рис. J-5.

Примечание. Порядок обработки данных наблюдения необязательно должен быть таким, как на рис. J-5.

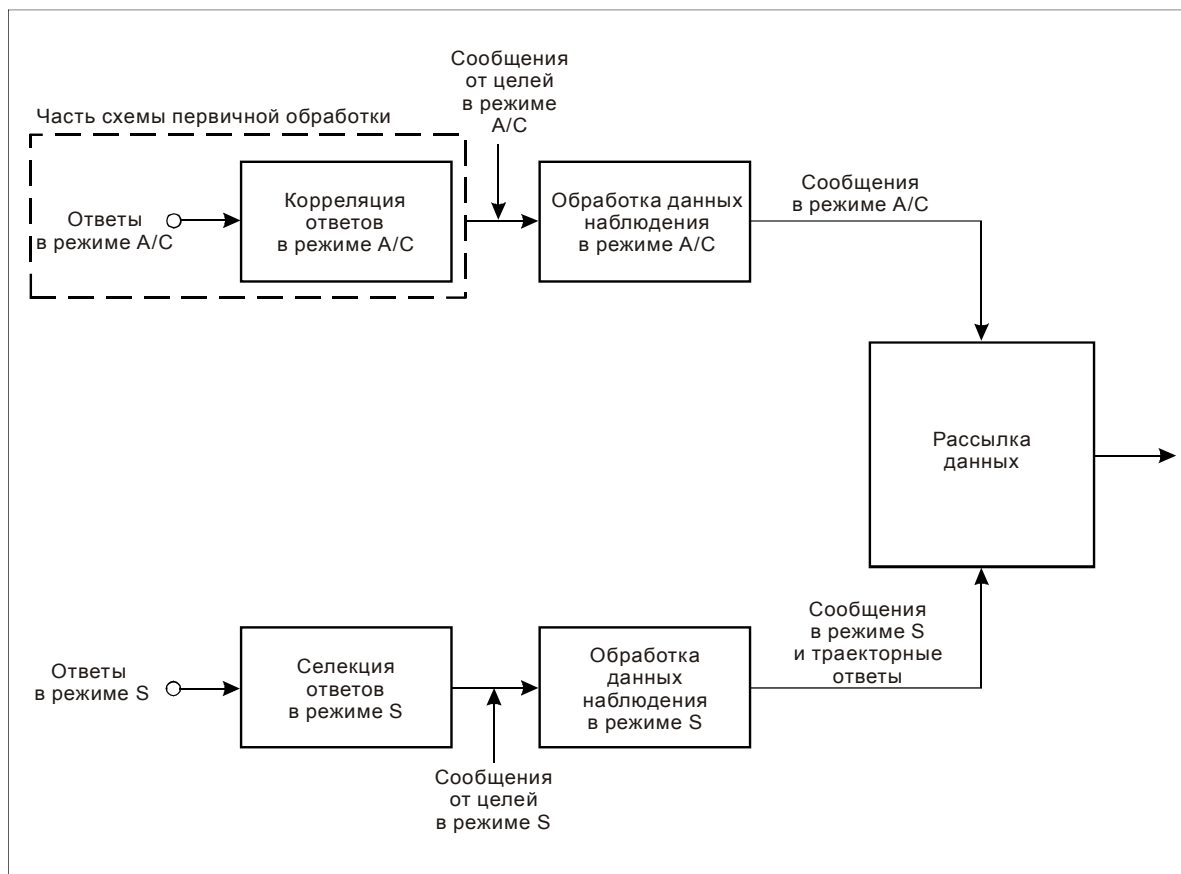


Рис. J-5. Пример обработки данных наблюдения наземной станцией режима S, совмещенной с первичным радиолокатором

3.4 Управление линией передачи данных в режиме S

3.4.1 Схема управления работой линии передачи данных регулирует поток сообщений по линии связи "воздух – земля". Управление осуществляется с помощью ведения файла, называемого перечнем активных сообщений, в котором содержатся все ожидающие передачи сообщения. Ввод данных в файл осуществляется на основании адресов режима S, и эти данные используются в схеме организации управления работой канала для определения количества и типа запросов и ответов, которые должны быть переданы и приняты от воздушного судна, когда оно будет находиться в пределах главного луча антенны.

3.4.2 Как видно из рис. J-6, два основных функциональных блока схемы управления работой линии передачи данных обеспечивают обновление перечня активных сообщений. Обработка сообщений, поступающих от наземной системы обработки, осуществляется блоком обработки входных данных, который обычно вводит дополнительные сообщения "земля – воздух" в перечень активных сообщений. Блок обработки выходных данных анализирует содержание приемопередач подготовленных схемой организации управления работой канала. Составление содержания приемопередач и ответных сообщений позволяет определить, какие циклы обмена завершены и какие приемоответчики, если таковые имеются, запрашивают передачу сообщений по каналу связи "воздух – земля".

3.5 Управление работой сети

3.5.1 *Цель.* Объединение в сеть наземных станций с перекрывающимися зонами действия обеспечивает непрерывность как наблюдения, так и передачи сообщений по линиям передачи данных. Наземные станции режима S, работающие в рамках сети, обмениваются данными наблюдения для передачи целей от одной станции к другой и для поддержания непрерывности наблюдения, а также быстрого повторного обнаружения цели в случае временного нарушения в работе линии связи. Функция управления работой сети обеспечивает координацию работы группы наземных станций в соответствии с картой зоны их действия.

3.5.2 *Карта зоны действия.* Размеры и тип зоны действия, обеспечиваемой каждой наземной станцией, определяются файлом данных, известным как карта зоны действия наземной станции. Обычно такая карта определяет три основных параметра:

- a) зону, в которой наземная станция должна обеспечивать наблюдение;
- b) зону, в которой наземная станция должна управлять блокировкой общего вызова;
- c) зону, в которой наземная станция должна обеспечивать действие линии передачи данных.

Примечание. Зона обеспечения наблюдения и зона обеспечения блокировки могут совпадать.

Карта зоны действия может быть представлена в декартовой системе координат или в координатах Всемирной геодезической системы – 1984 (WGS-84) (см. рис. J-7). Карты зон действия можно задавать, используя:

- a) сетку зоны действия, основанную на декартовых координатах;
- b) ячейки зоны действия, размеченные по дальности и азимуту (обязанности местного органа обслуживания);
- c) ячейки, основанные на шаге координат WGS-84 (широта/долгота).

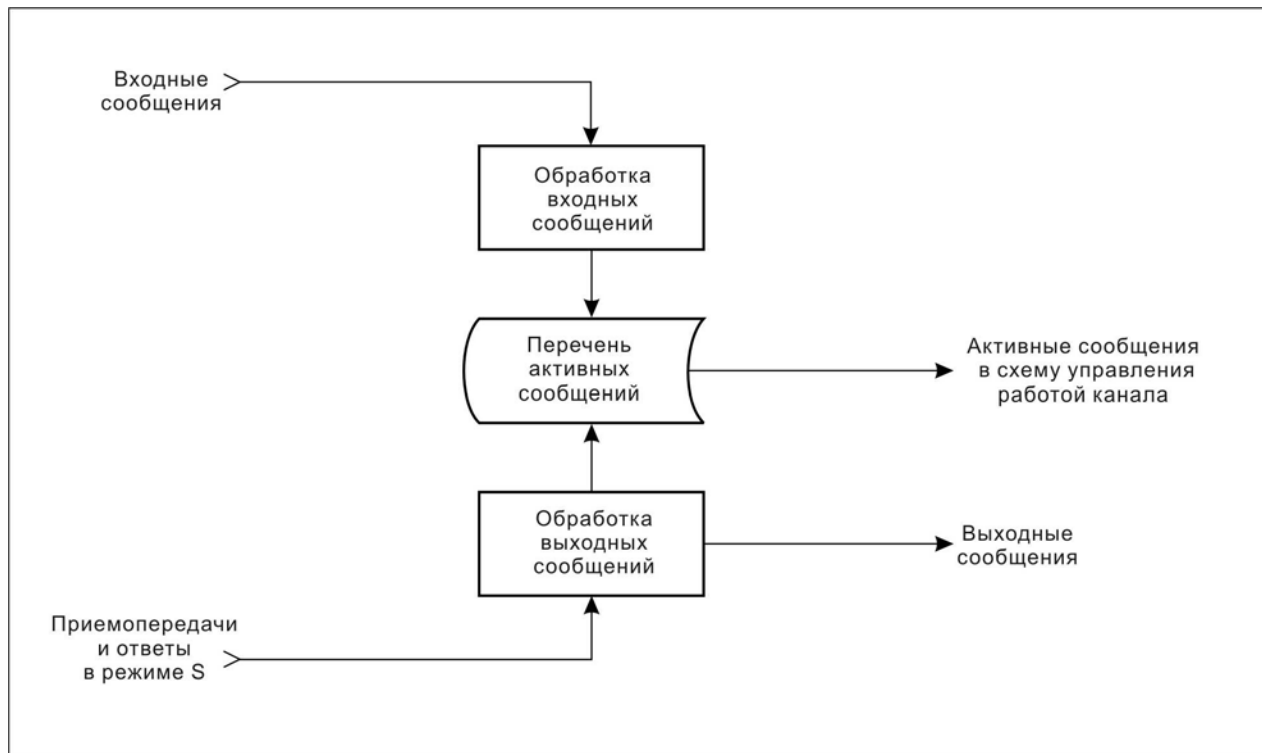


Рис. J-6. Пример управления работой линии передачи данных

На рис. J-7 показан также пример карты зоны действия, состоящей из ячеек, размеченных по дальности и азимуту. В этом случае карты зон действия являются местными для каждого радиолокатора, и ячейки не совпадают для соседних радиолокаторов.

3.5.3 На рис. J-8 показан пример карты зоны действия, основанной на общей сетке, заданной в координатах глобальной системы WGS-84. В горизонтальной плоскости карты зон действия содержат ячейки, разграниченные по широте/долготе (Δ шир. = 0,0833° и Δ долг. = 0,1253°), и не являются строго прямоугольными. Размер каждой ячейки номинально составляет порядка 5 на 5 м. миль. Это соответствует приблизительно размеру ячеек на параллели примерно 49° с. ш. Ячейки могут разделяться на несколько уровней в вертикальной плоскости и являются одинаковыми для всех радиолокаторов, при этом каждый радиолокатор имеет одинаковый вид зоны действия. Различные зоны радиолокационного обслуживания задаются в координатах некоторой индивидуальной системы. Такой тип карты обслуживаемого района позволяет определять исключительную зону ответственности.

4. РАБОТА СОСЕДНИХ НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ РЕЖИМА S

Примечание. В случае перекрытия зон действия соседних наземных станций режима S требуется координация (см. п. 2.1.2.1.2 главы 2 тома IV Приложения 10). Это особенно важно, когда зона действия РЛС пересекает государственные границы. Необходимость такой координации, а также технические и административные процедуры описываются в нижеследующих пунктах.

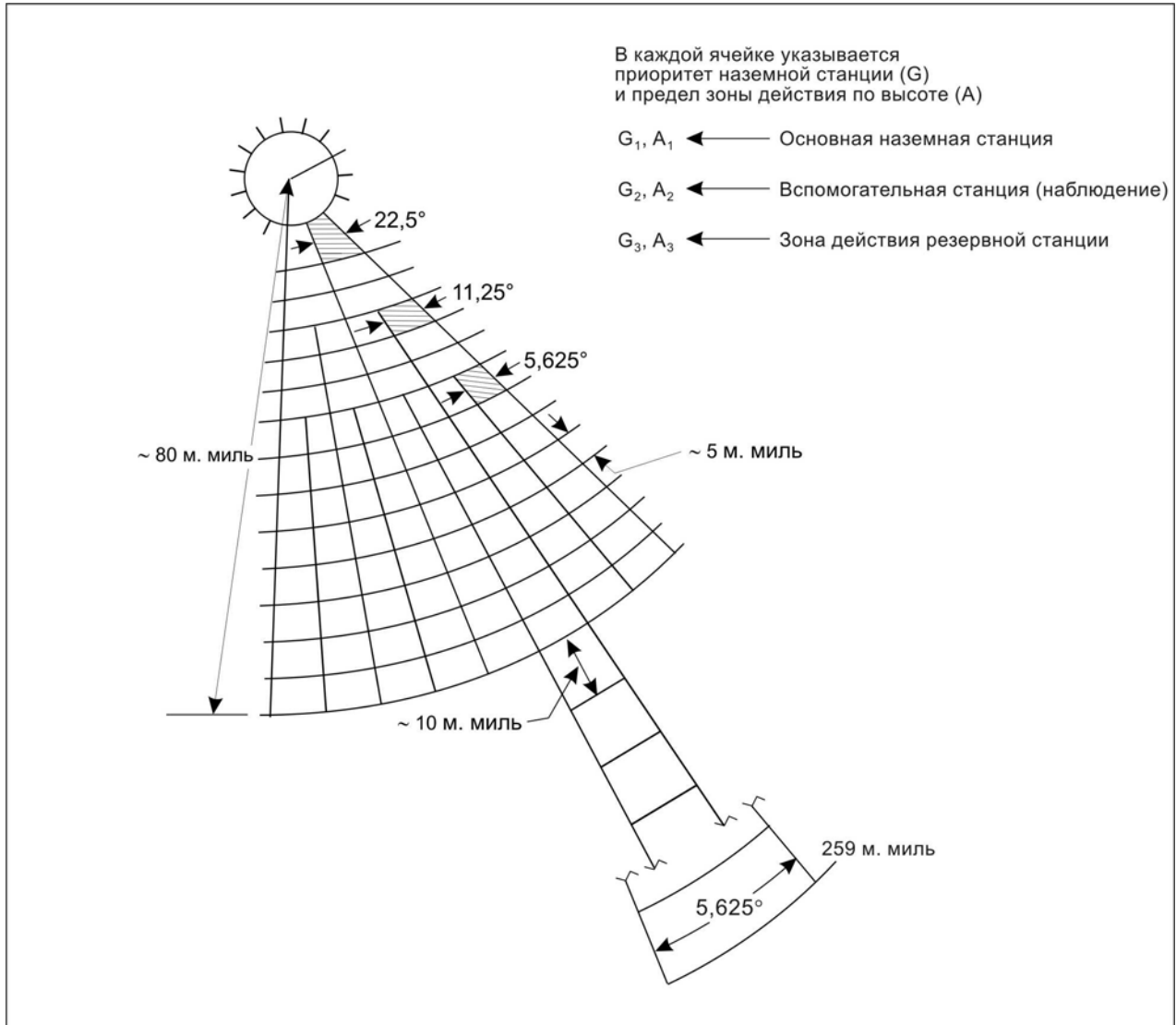


Рис. J-7. Пример карты зон действия, представленной в виде сетки угломерно-дальномерной системы

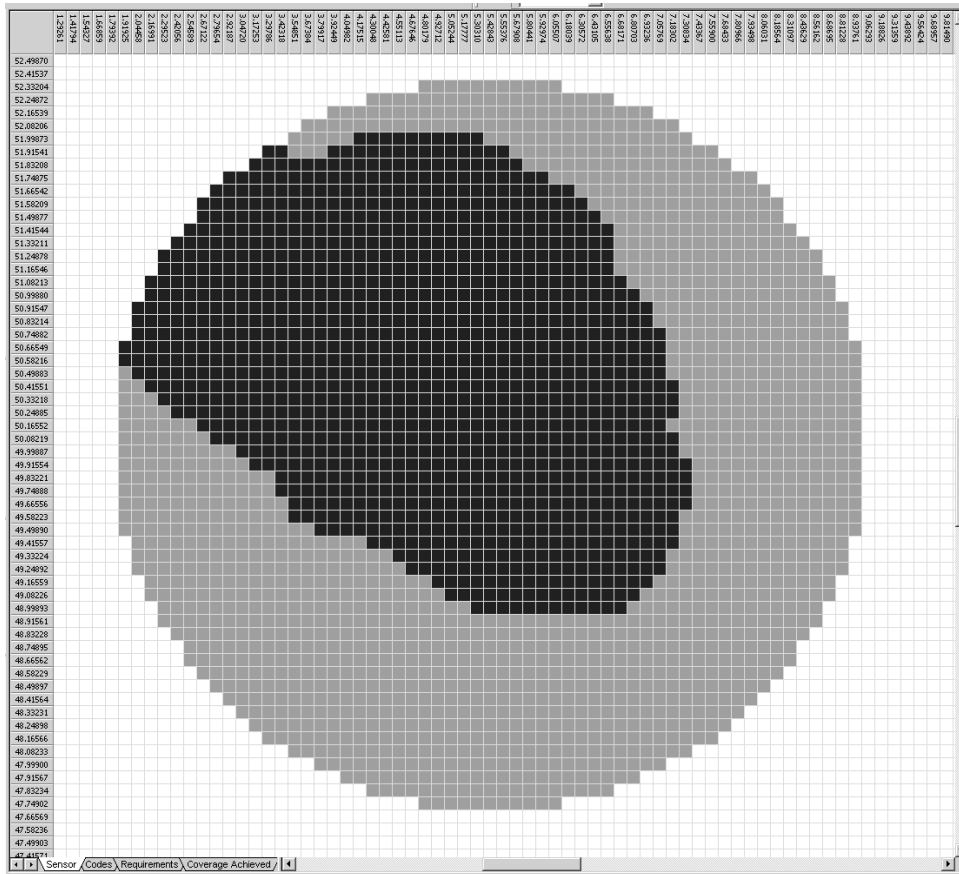


Рис. J-8. Пример карты зоны действия по широте/долготе (WGS-84)

4.1 Необходимость координации

4.1.1 Для сведения к минимуму помех для ответов на запросы общего вызова используется блокировка общего вызова в режиме S. Но при этом нельзя допустить, чтобы соседняя наземная станция с перекрывающейся зоной действия лишалась возможности обнаружения воздушных судов с оборудованием режима S.

4.1.2 Необходима также координация протоколов передачи данных в режиме S для AICB и ELM, поскольку только одна наземная станция в данный момент времени может использовать один из этих протоколов для определенного приемопередатчика режима S.

4.1.3 По этим причинам при внедрении наземных станций режима S необходимо обеспечить соблюдение ограничений, относящихся к протоколам обмена данными наблюдения и протоколам сообщений.

4.2 Аспекты выделения ответов на запросы общего вызова

Примечание 1. В добавлении H описаны три метода выделения сигналов в режиме S, а именно в условиях независимой работы группы станций, неизбирательный метод и метод выделения сигналов при

связной работе группы станций. Каждый метод имеет различные характеристики с точки зрения требуемого времени канала, уровня несинхронных помех, генерируемых при запросах общего вызова в режиме S, и требуемой степени координации работы в зоне действия группы станций. Следует напомнить, что неизбирательный метод не совместим с работой подсети режима S.

Примечание 2. IC может задаваться кодами II или кодами SI.

4.2.1 Требования к времени канала

Выделение сигнала в условиях независимой и связной работы группы станций требует передачи кода IC местной станции, поэтому для обнаружения в режиме S используется запрос общего вызова только в режиме S. Такой запрос используется вместе с запросом общего вызова только в режиме A/C для обслуживания воздушных судов с оборудованием режима A/C. В наземных станциях, обеспечивающих обнаружение в условиях независимой и связной работы группы станций, следует использовать описанный в добавлении H объединенный запрос, при котором используется один и тот же интервал приема ответов на общие вызовы только в режиме S и только в режиме A/C.

4.2.2 Методы сведения к минимуму несинхронных помех при общем вызове в режиме S

4.2.2.1 Наземные станции, использующие связную группу запросчиков с одинаковым кодом IC, используют код общей блокировки. Это означает, что воздушное судно, обслуживаемое в режиме S (и находящееся в состоянии блокировки) какой-либо наземной станцией, не будет отвечать на запросы общего вызова любой другой наземной станции. Эти другие наземные станции будут обнаруживать воздушные суда, используя наземный обмен данными.

4.2.2.2 Рассмотрим приведенную на рис. J-9 группу из шести обслуживающих аэродромные зоны наземных станций. Каждый круг определяет максимальную дальность, на которой каждая наземная станция осуществляет обнаружение и блокирует приемопередатчик воздушных судов с оборудованием режима S. Для обеспечения надежной работы в пределах зоны обнаружения уровень мощности запросчика должен быть достаточным для осуществления запроса большинства судов, находящихся на значительно больших расстояниях. Таким образом, воздушное судно 1, очевидно, будет принимать запросы общего вызова от наземной станции D, несмотря на то, что оно находится за пределами зоны обнаружения станции D. Предположим теперь, что все наземные станции представляют собой связную группу запросчиков с одинаковым кодом IC. Воздушное судно 1 не будет отвечать на запросы общего вызова от других наземных станций, если блокировка его приемопередатчика вызвана наземной станцией B. При использовании общего кода IC воздушные суда отвечают на запросы общего вызова только тогда, когда они входят или выходят из зоны действия, общей для группы наземных станций режима S. Таким образом, воздушное судно 2 не будет отвечать на любой из запросов общего вызова между точками x и y. При таком методе обнаружения уровень несинхронных помех, вызванных запросами общего вызова, будет минимальным.

4.2.2.3 Если шесть наземных станций, показанных на рис. J-9, осуществляют обнаружение независимо друг от друга, то каждое воздушное судно будет отвечать на запросы общего вызова каждой наземной станции, в зоне действия которой оно находится, и при этом его приемопередатчик не находится в состоянии блокировки. Таким образом, воздушное судно 1 на рис. J-9 будет отвечать на запросы общего вызова наземным станциям A, C, D, E и F, если его приемопередатчик заблокирован только наземной станцией B. Следовательно, данный метод обнаружения может привести к значительному уровню несинхронных импульсных помех, вызванных запросами общего вызова.

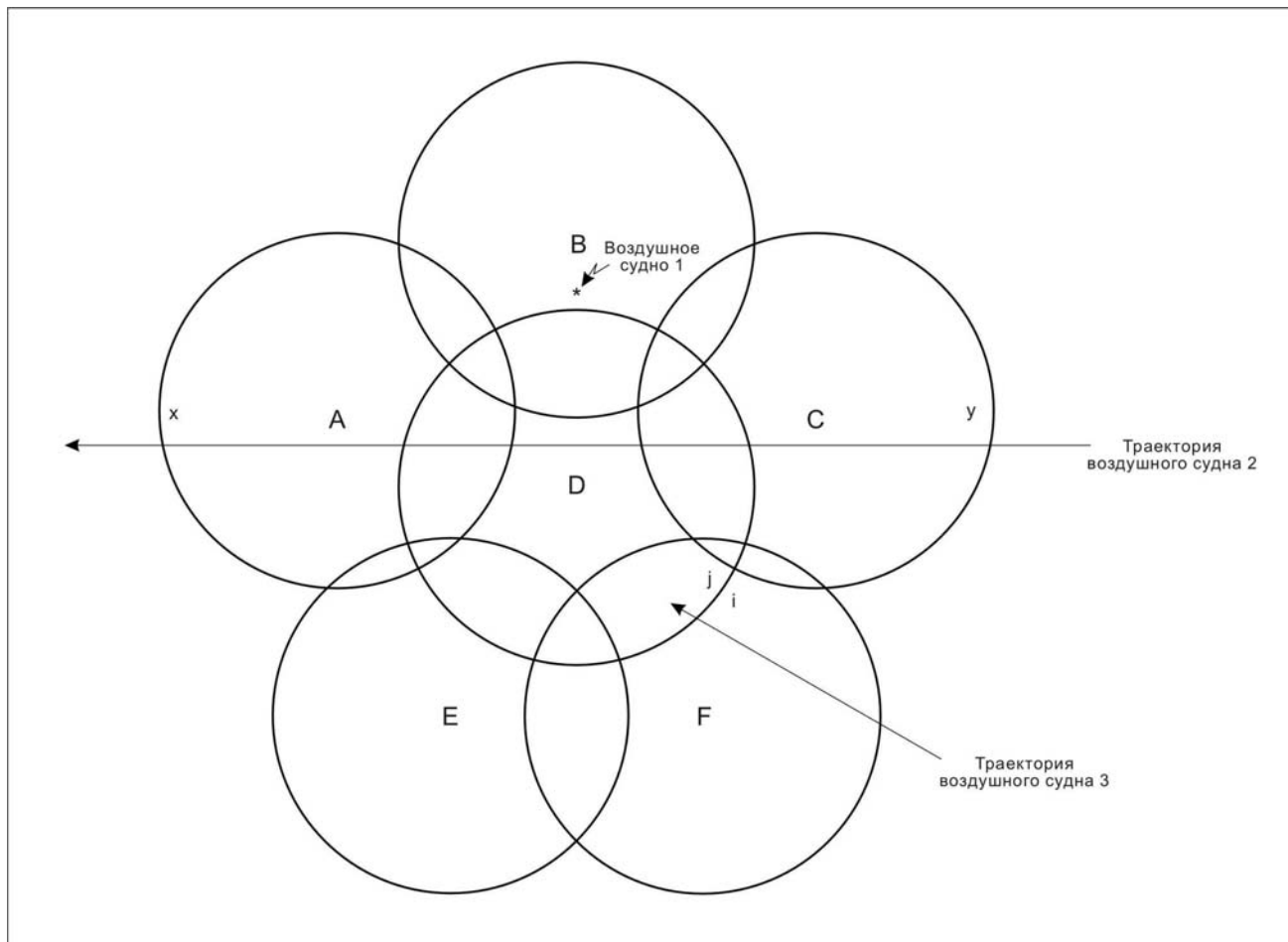


Рис. J-9. Перекрывающиеся зоны действия близко расположенных наземных станций режима S

4.2.2.4 Когда независимый режим работы применяется в отношении группы маршрутных наземных станций, воздушное судно для получения запроса общего вызова за пределами максимальной дальности наземной станции должно находиться на очень большой высоте из-за кривизны земной поверхности. Поэтому количество таких судов и, следовательно, количество несинхронных помех, вызванных запросами общего вызова, будет небольшим. Например, воздушное судно, находящееся на расстоянии 390 км (210 м. миль) от наземной станции с углом экранирования, равным 0, должно быть на высоте более 9150 м (30 000 фут), чтобы принять запрос общего вызова.

4.2.2.5 Метод неизбирательного обнаружения при связной работе группы станций (который совместим с подсетью режима S) должен использоваться в условиях высокой плотности движения воздушных судов с оборудованием режима S, когда несколько наземных станций, обслуживающих аэродромные зоны, имеют перекрывающиеся зоны действия. В любой другой ситуации может применяться режим обнаружения в условиях независимой работы группы станций.

4.2.3 Координация работы наземных станций

4.2.3.1 *Необходимость координации.* Выделение сигнала в районе с перекрывающимися зонами действия наземных станций требует координации работы соседних станций. Воздушное судно 3 на рис. J-9 в точке *i* находится в зоне действия только наземной станции F, однако в точке *j* оно попадает в общую зону действия станций D и F. При этом возможны два варианта, а именно связанная и автономная работа наземных станций.

4.2.3.2 *Связанная работа группы наземных станций.* Если наземные станции D и F на рис. J-9 поддерживают контакт через наземную линию связи, станция F может послать станции D сообщение с указанием дальности, азимута и адреса в режиме S воздушного судна 3. Для наземной станции D такая информация достаточна для передачи в нужный момент запросов с использованием заданного местоположения и надлежащего адреса режима S с целью обнаружения воздушного судна 3 без снятия блокировки.

4.2.3.3 *Автономная работа наземных станций.* Автономные наземные станции обычно используют метод обнаружения в условиях независимой работы группы станций. Для успешного обнаружения в районах с перекрывающимися зонами действия требуется определенная координация административного характера. При этом соседние наземные станции с перекрывающимися зонами обнаружения должны использовать разные коды IC. В приведенной на рис. J-9 ситуации каждой наземной станции может быть присвоен свой собственный код IC. Возможный вариант присвоения кодов IC приведен на рис. J-10: шести наземным станциям выделены только четыре различных кода IC. Присвоение несовпадающих кодов IC требуется только для тех наземных станций, которые имеют перекрывающиеся зоны действия в пределах района, где они осуществляют обнаружение воздушных судов с оборудованием режима S и производят блокировку их приемопередатчиков. На рис. J-10 это требование удовлетворяется в каждом из районов с двойным или тройным перекрытием зон. Присвоение кодов IC должно производиться в соответствии с региональными аэронавигационными соглашениями.

4.2.3.4 Требуемое число различных кодов IC необязательно возрастает с увеличением числа наземных станций. Рассмотрим ситуацию с присвоением кодов IC при увеличении количества наземных станций, как это показано на рис. J-11. К первоначальным шести наземным станциям добавлено пять станций, но при этом для перекрывающихся участков не требуются дополнительные коды IC. Если конфигурация размещения наземных станций настолько сложна, что использование 15 кодов IC не позволяет обеспечить удовлетворительное обнаружение всеми автономными станциями, то возникает необходимость использования кодов SI или обеспечения связанной работы группы наземных станций.

4.2.3.5 Более сложный вариант присвоения кодов IC показан на рис. J-12. В данном примере запросчики A, B, D, E объединены в первую группу, запросчики C, F, I – во вторую группу и запросчики L, M, N – в третью группу. В каждой из трех групп запросчики соединены между собой наземной линией связи и поэтому могут использовать один и тот же код IC. Следует отметить, что существует также возможность того, что один запросчик (обозначенный на рисунке буквой "I") может использовать разные коды IC в разных секторах для достижения совместимости в работе при данном варианте присвоения кодов.

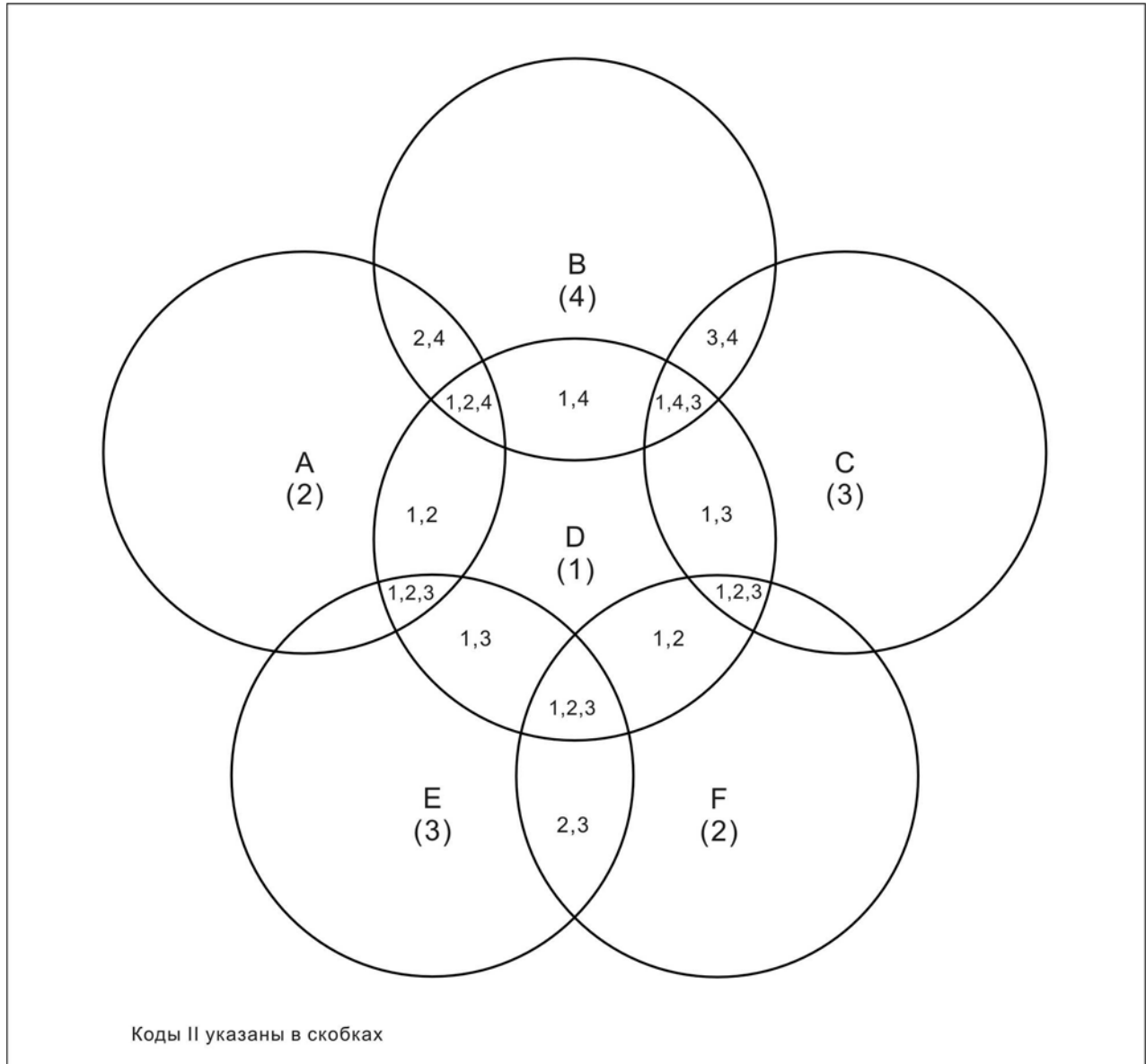


Рис. J-10. Вариант присвоения кодов IC (6 наземных станций)

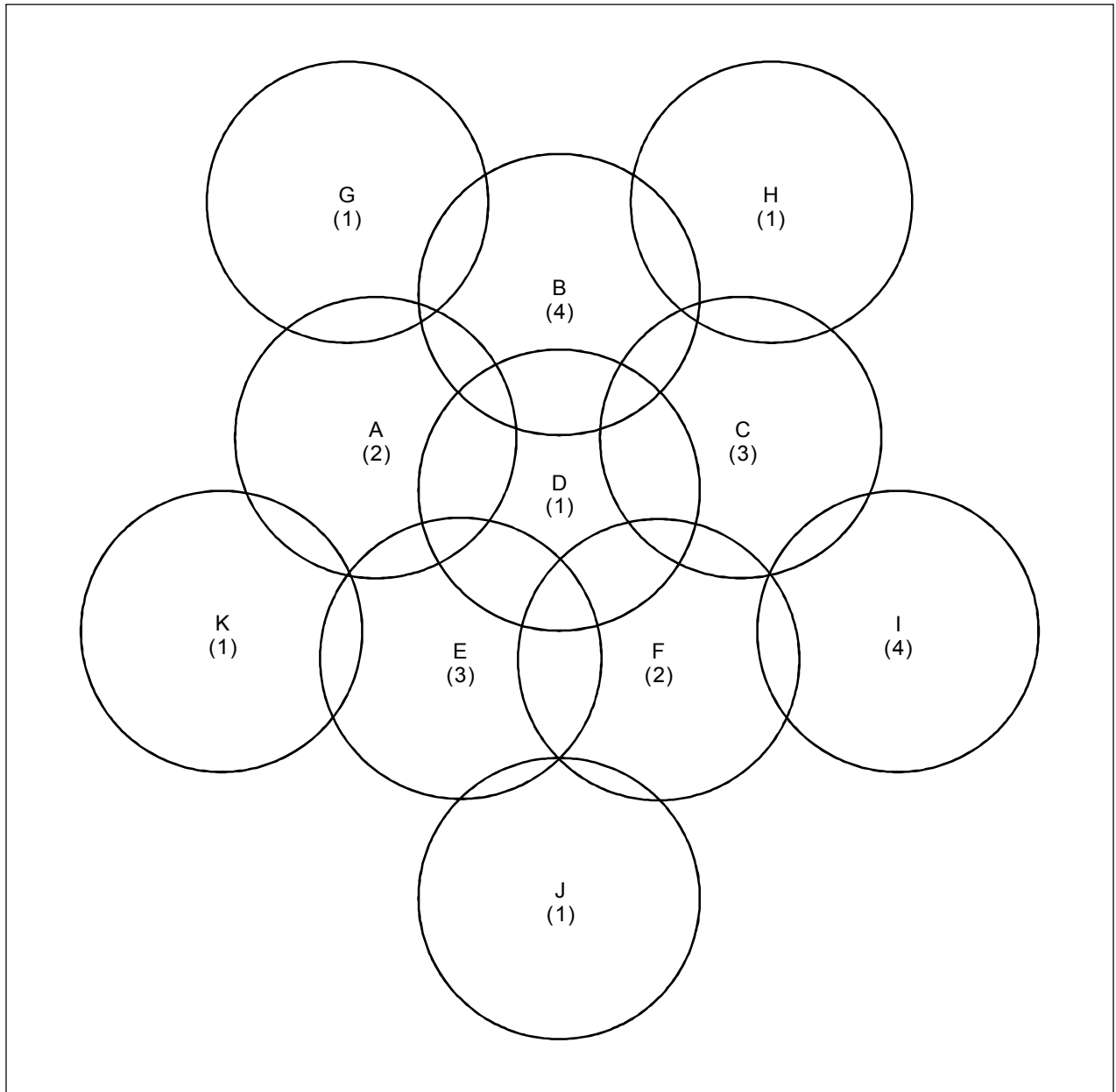


Рис. J-11. Вариант присвоения кодов IC (11 наземных станций)

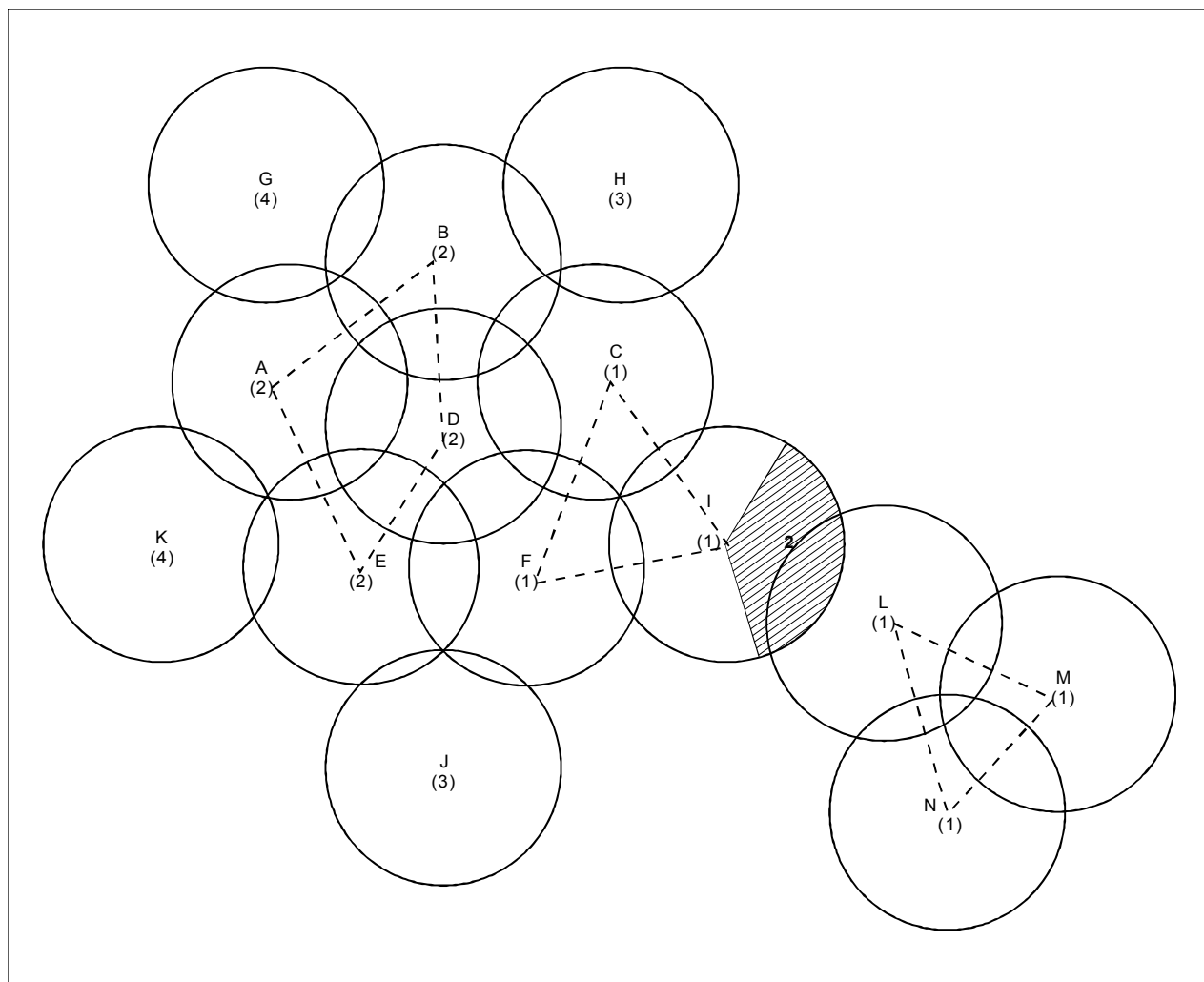


Рис. J-12. Вариант присвоения кодов IC связанным группам наземных станций

4.3 Использование нескольких кодов IC одним запросчиком

В том случае, когда несколько кодов IC используются одним запросчиком, как показано на рис. J-12, применительно к запросчику, обозначенному "I", такие коды должны использоваться на секторной основе. Эти сектора должны определяться таким образом, чтобы их границы не совпадали с районами интенсивного воздушного движения, т. е. не проходили вдоль воздушных маршрутов. Коды IC должны выбираться таким образом, чтобы оба кода можно было использовать в буферной зоне на границах секторов, с тем чтобы избирательно запрашиваемые воздушные суда могли быть заблокированы в буферной зоне только на общие вызовы в режиме S. В буферной зоне должна обеспечиваться возможность обнаружения с помощью ответов на общие вызовы с применением обоих кодов IC.

4.4 Использование нескольких кодов IC

4.4.1 В том случае, когда запросчик предусматривает использование нескольких кодов запросчика, только один из этих кодов может использоваться для обеспечения всех функций линии передачи данных. Ограниченные функции линии передачи данных, которые могут обеспечиваться во всех секторах, предусматривают выделение односегментного Comm-A, протоколов всенаправленной передачи по линиям связи "вверх" и "вниз", а также GICB, включая выделение RA БСПС и опознавательного индекса рейса. Такой подход предназначен сделать систему менее сложной и исключить проблемы координации при использовании линии передачи данных на границах секторов. Когда это возможно, все функции линии передачи данных должны прекращаться упорядоченным образом, как только воздушное судно покидает сектор, рассчитанный на использование линии передачи данных в полном объеме.

4.4.2 Если наземная линия связи между показанными на рис. J-9 запросчиками D и F отсутствует, запросчик F может прекратить передачу команд блокировки на воздушное судно 3, и таким образом дать возможность запросчику D обнаружить это воздушное судно. Через 18 с воздушное судно 3 ответит на запросы наземной станции D и будет обнаружено. Для передачи наблюдения другим станциям наземная станция F должна периодически снимать блокировку со всех воздушных судов в перекрывающейся зоне. Данный метод рекомендуется использовать лишь в отдельных случаях перекрытия зон действия. Следует признать, что такой метод приводит к увеличению несинхронных помех в режиме S.

4.4.3 Для обнаружения воздушных судов с оборудованием режима S необходимо координировать присвоение кодов IC в районах, где зоны действия наземных станций перекрываются на государственных границах. Координация присвоения кодов II и SI должна осуществляться на региональном уровне (см. том IV Приложения 10).

4.4.4 *Обнаружение в условиях связанной работы группы станций.* Объединенные в группы запросчики с одинаковым ненулевым кодом IC, работа которых координируется наземной линией связи, создают такой же уровень несинхронных помех при запросах общего вызова, как и при неизбирательном обнаружении. Этому методу следует отдавать предпочтение в районах с высокой плотностью движения воздушных судов с оборудованием S и при большом количестве близко расположенных запросчиков.

4.4.5 *Обнаружение в условиях независимой работы группы станций.* Обнаружение в условиях независимой работы группы станций требует несколько большего времени канала, приводит к более сильным несинхронным помехам при запросах общего вызова, однако не требует наземной связи между соседними наземными станциями.

4.5 Аспекты координации использования линии передачи данных режима S

Примечание. Существуют два подхода к управлению обменом данными в режиме S: один основан на независимой работе группы станций, а другой предусматривает использование неизбирательных протоколов. Они различаются с точки зрения требуемого времени канала и уровня необходимой координации в районе мультисенсорного обслуживания.

4.5.1 Требования в отношении времени канала

4.5.1.1 За исключением усовершенствованных протоколов, при независимой работе группы станций запросчик для доставки протоколов AICB и ELM должен производить резервирование. В случае AICB резервирование является частью процесса доставки и не создает дополнительной нагрузки на канал. Для протоколов сообщений ELM при независимой работе группы станций резервирование требует отдельного запроса/ответа до начала доставки сообщения ELM. Это может происходить во время приемопередач в режиме наблюдения, осуществляемых при каждом сканировании, и, таким образом, может не создавать дополнительной нагрузки на канал. Потеря времени канала будет иметь место в том случае, если наземная станция, производя резервирование, обнаруживает, что приемоответчик занят. Поэтому станция должна предпринять еще одну попытку резервирования при последующем сканировании.

4.5.1.2 При использовании неизбирательного режима только одной наземной станции в определенный момент времени разрешается предоставлять линию передачи данных конкретному воздушному судну. Поэтому процесс резервирования не требуется. В этой связи канал используется более эффективно.

4.5.2 Координация работы запросчиков

4.5.2.1 При использовании неизбирательного метода связи в районах с перекрывающимися зонами действия работу наземных станций необходимо координировать с помощью наземной линии связи так, чтобы в определенный момент времени только одна наземная станция предоставляла линию передачи данных конкретному воздушному судну.

4.5.2.2 При использовании протоколов для независимой работы группы станций координация заключается лишь в том, чтобы при присвоении кодов II запросчики с одинаковым кодом II не имели перекрывающихся зон действия.

4.5.3 Обобщение аспектов координации использования линии передачи данных

4.5.3.1 *Неизбирательные протоколы.* Неизбирательные протоколы по сравнению с протоколами для независимой работы группы станций обеспечивают более эффективную работу, но требуют использования наземной линии связи. Неизбирательные протоколы могут использоваться для:

- a) наземной станции с неперекрывающейся зоной действия; или
- b) связанной группы наземных станций в районе аэродрома. Поскольку в данном случае наземная линия связи используется для координации работы в режиме обнаружения, ее также можно использовать и для координации в режиме передачи сообщений.

4.5.3.2 *Протоколы для независимой работы группы станций.* Протоколы для независимой работы группы станций требуют несколько больше времени канала, чем неизбирательные протоколы, однако при их использовании требуется минимальная координация работы станций. Такие протоколы применяются всякий раз, когда невозможно использовать неизбирательные протоколы, то есть в большинстве случаев.

5. ПРИМЕР, ИЛЛЮСТРИРУЮЩИЙ РАБОТУ НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ В ЦЕЛОМ

На рис. J-13 представлена блок-схема наземной станции режима S, на которой показаны взаимосвязи между основными функциональными блоками станции. На рисунке выделены три этапа обработки сигналов. Обработка импульсов осуществляется в течение нескольких микросекунд. Для этого обычно используется аппаратура специального назначения. Для выполнения операций, необходимых при нахождении воздушного судна в луче, требуется несколько миллисекунд. Обработка, производимая в течение одного периода сканирования антенны РЛС, занимает несколько секунд. Обработка данных за время нахождения воздушного судна в луче и обработка данных в течение одного периода сканирования обычно осуществляется универсальными ЭВМ. Как показывает опыт, особое внимание следует уделять обработке данных в период нахождения воздушных судов в луче, с тем чтобы операции по организации управления работой канала и корреляции ответов в режиме A/C были завершены в течение выделенного времени.

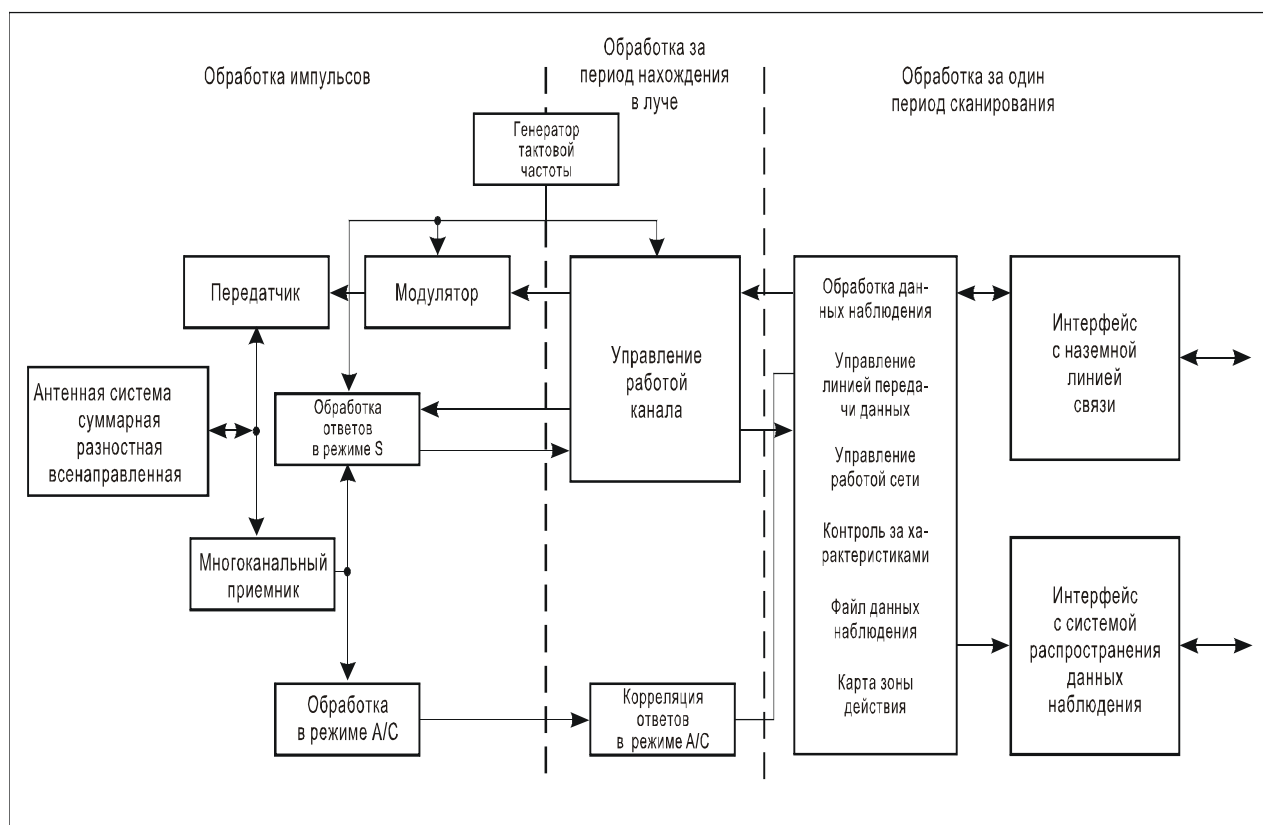


Рис. J-13. Пример функциональной блок-схемы наземной станции режима S

Добавление К

ES НА ЧАСТОТЕ 1090 МГц

Примечание 1. Приводимое ниже описание ES на частоте 1090 МГц (ES 1090 МГц) основано, главным образом, на использовании GNSS в качестве источника навигационных данных. Хотя ожидается, что эта система будет оставаться основным источником таких данных, форматы сообщений, используемые при передаче ES, позволяют передавать данные о местоположении, полученные также из других источников (например, от инерциальной навигационной системы). Форматы сообщений обеспечивают точность и целостность передаваемой информации.

Примечание 2. Данное добавление содержит материал по ES 1090 МГц, представляющий собой описание высокого уровня. Более подробная информация приведена в Doc 9871.

1. ВВЕДЕНИЕ

Практика, позволяющая объединить возможности системы ВОРЛ режима S с возможностями ADS-B, заключается в использовании ES 1090 МГц в качестве широковещательной линии передачи пользователям, находящимся в воздухе или на земле, сформированного на борту донесения ADS. Предполагается, что в дополнение к обеспечению наблюдения в воздухе и на земле ES найдет применение для повышения эффективности использования БСПС.

2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ

2.1 Каждый работающий приемопередатчик режима S излучает псевдослучайным образом один раз в секунду (самогенерируемые сигналы) свой индивидуальный адрес режима S, используя антенну, имеющую ненаправленную диаграмму излучения в азимутальной плоскости. Этот самогенерируемый сигнал обнаружения (короткий) представляет собой всенаправленное сообщение из 56 бит продолжительностью 64 мкс, передаваемое на частоте ответов приемопередатчика режима S (1090 МГц). Самогенерируемый сигнал обнаружения используется БСПС для обнаружения воздушных судов с приемопередатчиками режима S. БСПС ведет прослушивание самогенерируемых сигналов обнаружения, выделяет содержащийся в них 24-битный адрес воздушного судна и, когда требуется, использует этот адрес для избирательного запроса воздушного судна с целью наблюдения за воздушными судами, имеющими приемопередатчики режима S. Данный вид самогенерируемого сигнала практически используется БСПС уже многие годы. Его характеристики хорошо изучены в ходе работы по разработке и апробации БСПС и основываются на значительном опыте эксплуатации БСПС.

2.2 Форматы ответов, содержащих 56 бит и 112 бит, определяются протоколом сообщения в режиме S. В случае ES используется 112-битный формат. При этом поле сообщения длиной 56 бит выделено для передачи данных ADS-B. Остальные поля такие же, как и в исходном самогенерируемом сигнале обнаружения.

2.3 В ходе полета воздушные суда, оснащенные приемником GNSS или другим источником навигационных данных, определяют свое местоположение и скорость. Эта информация обрабатывается, включается в 56-битные поля сообщений ADS-B и с помощью ES передается в широковещательном режиме

приемоответчиком режима S. При этом для обеспечения совместимости с БСПС осуществляется всенаправленная передача и самогенерируемого сигнала обнаружения длительностью 56 бит. В будущем, если все системы БСПС будут обеспечивать прием и обработку ES, то самогенерируемые сигналы обнаружения могут не передаваться.

2.4 Всенаправленная передача ES позволяет осуществлять наблюдение как в режиме "воздух – земля", так и в режиме "воздух – воздух".

2.5 В дополнение к описанному выше использованию ES приемоответчиками, концепция системы предусматривает также возможность передачи ES устройствами, не являющимися приемоответчиками, т.е. ES/NT. Целесообразность использования ES/NT обусловлена снижением расходов на внедрение ADS-B применительно к наземным транспортным средствам. Не являющиеся приемоответчиками устройства генерации ES могут также использоваться совместно с приемоответчиками режима A/C для наблюдения за воздушными судами авиации общего назначения. Сигналы ES от приемоответчиков режима S определяются по коду DF, равному 17. Однако устройства генерации ES/NT используют код DF, равный 18, с целью их отличия от приемоответчиков режима S. Использование другого кода DF осуществляется для гарантии того, что ответы от устройств генерации ES/NT четко идентифицируются с целью исключения попыток БСПС осуществлять их запрашивание в рамках гибридного наблюдения БСПС. Устройства генерации ES/NT обеспечивают все функции ES приемоответчиков, за исключением тех, которые непосредственно предусмотрены для приемоответчиков режима S. Концепция использования ES показана на рис. К-1.

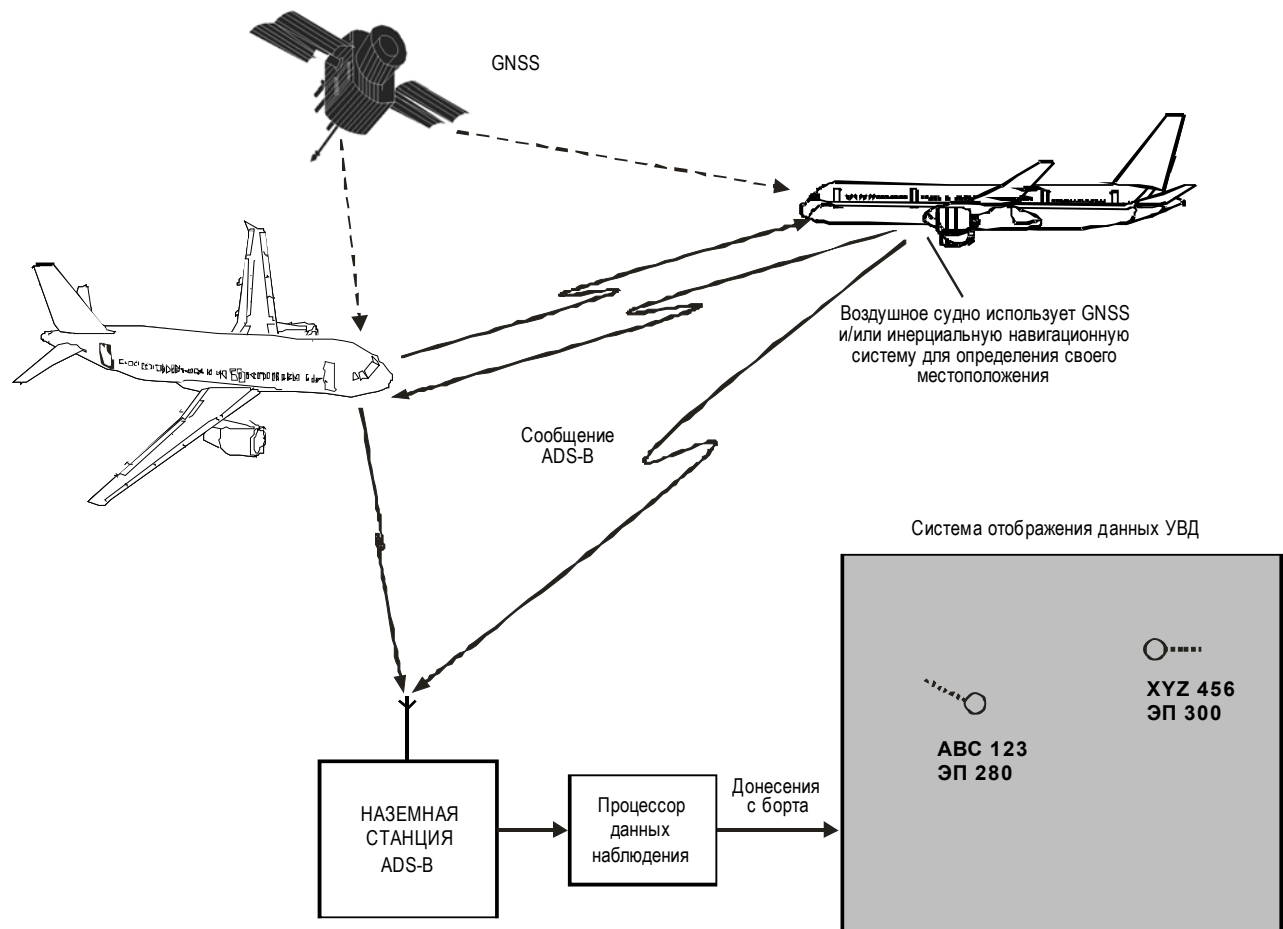


Рис. К-1. Концепция использования ES

3. ВОЗМОЖНОСТЬ АКТИВНОГО ЗАПРОСА

Наземные станции ES могут на факультативной основе использовать возможность запроса, так же как и приема. Это может оказаться полезным для проверки информации ADS-B.

4. ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ НАБЛЮДЕНИЯ

4.1 Примеры наблюдения

Примеры наблюдения ADS-B на основе ES представляют собой следующее:

- a) наблюдение "воздух – земля":
 - 1) на маршруте;
 - 2) в зоне подхода/ аэродрома;
 - 3) PRM;
- b) наблюдение на земле/аэродроме:
 - 1) наблюдение за обстановкой на ВПП и РД;
 - 2) информирование о ситуациях в аэропорту;
 - 3) информирование о конечных заходах на посадку и занятости ВПП;
- c) наблюдение "воздух – воздух":
 - 1) гибридное наблюдение с использованием БСПС;
 - 2) улучшение визуального эшелонирования и выполнения захода на посадку;
 - 3) процедура следования по маршруту в океаническом воздушном пространстве;
 - 4) обнаружение конфликтных ситуаций.

4.2 Наблюдение "воздух – земля"

4.2.1 При выполнении полетов в зоне подхода/районе аэродрома самогенерируемый сигнал принимается наземными станциями обслуживания подхода. Может использоваться одна всенаправленная антенна с дальностью приема самогенерируемого сигнала 90–180 км (50–100 м. миль).

4.2.2 Для наблюдения типа PRM могут использоваться те же антенны, что и для наблюдения за обстановкой в зоне подхода, либо обеспечивающие требуемый обзор специальные антенны.

4.2.3 Для обслуживания полетов по маршруту в районах с высокой плотностью воздушного движения скорее всего потребуются многосекторная антенна. Например, шестисекторная антенна с высоким коэффициентом усиления (с шестью независимыми малозумными приемниками) может обеспечить дальность

наблюдения 370 км (200 м. миль). Многосекторная антенна может также использоваться в районах с высокой плотностью воздушного движения для исключения влияния помех и ограничения количества воздушных судов, обрабатываемых любым одним приемником. В районах с низкой плотностью воздушного движения надлежащие характеристики наблюдения могут быть обеспечены с помощью всенаправленной антенны.

4.3 Наблюдение на земле

Воздушные суда передают самогенерируемые сигналы, содержащие данные об их местоположении, даже в процессе руления по ВПП и РД. Эти самогенерируемые сигналы принимаются несколькими станциями, расположенными по периметру аэропорта. Количество наземных приемников определяется схемой аэропорта и характеристиками приема самогенерируемых сигналов на поверхности аэропорта. Как показывают измерения, для обеспечения хорошего обзора в большинстве крупных аэропортов может потребоваться четыре или более станции.

4.4 Наблюдение "воздух – воздух"

4.4.1 Гибридное наблюдение с использованием БСПС

4.4.1.1 Гибридное наблюдение представляет собой термин, который применяется для описания использования в БСПС данных пассивного наблюдения ADS-B за не представляющими угрозу воздушными судами-нарушителями. Использование пассивного наблюдения вместо активных запросов позволяет снизить загруженность канала 1090 МГц передачами БСПС.

4.4.1.2 Если ES принимается в начале регистрации линии пути, посылается адресный запрос для определения удаления и абсолютной высоты воздушного судна. Полученные данные сравниваются с относительной дальностью и абсолютной высотой, полученными в результате сопоставления данных ADS-B собственного воздушного судна и воздушного судна-нарушителя. Если данные наблюдения ADS-B подтверждаются активным наблюдением БСПС, данные пассивного наблюдения ADS-B могут использоваться до тех пор, пока не будет установлено, что воздушное судно-нарушитель представляет непосредственную угрозу.

4.4.1.3 После обнаружения воздушного судна-нарушителя контроль за ним основывается на оценке нарастания угрозы со стороны воздушного судна-нарушителя. Если воздушное судно-нарушитель становится непосредственной угрозой по дальности или абсолютной высоте, оно запрашивается каждые 10 с. Если воздушное судно-нарушитель становится непосредственной угрозой как по абсолютной высоте, так и по дальности, каждую секунду осуществляется полное активное наблюдение. Активное запрашивание и полное наблюдение БСПС начинаются задолго до выдачи какой-либо TA и RA.

4.4.2 Информирование об обстановке с помощью CDTI

CDTI улучшает информирование об обстановке и может использоваться на воздушных судах, имеющих приемник сигналов на частоте 1090 МГц. Такие воздушные суда будут принимать ES от находящихся вблизи воздушных судов и отображать на кабинном дисплее их местоположение и идентификаторы. С помощью приемника, аналогичного приемникам в оборудовании БСПС, можно обеспечить дальность обзора в 26 км (14 м. миль) применительно к отображению данных на CDTI. Эту дальность можно увеличить до более 93 км (50 м. миль) путем использования малошумного приемника.

Примечание. См. добавление E к документу RTCA/DO-260A в отношении дополнительной информации.

4.5 Другие виды применения наблюдения

ES позволяет использовать недорогие средства наблюдения для:

- a) обслуживания небольших терминалов, которые не подходят для размещения дорогостоящего наземного оборудования наблюдения;
- b) ликвидации разрывов в обеспечении наблюдения на маршрутах, проходящих в горных и удаленных районах.

5. СООБЩЕНИЯ ES ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ADS-B

5.1 Типы сообщений ES

5.1.1 Используется пять типов ES для передачи:

- a) сообщения о местоположении в воздухе;
- b) сообщения о скорости в воздухе;
- c) сообщения о местоположении на земле;
- d) сообщения о ID воздушного судна и категории источника сигналов;
- e) сообщения, обусловленного событием.

5.1.2 Первые четыре типа ES регулярно передаются в широкоэмитальном режиме, когда оборудование ES функционирует и содержит необходимые бортовые данные. Самогенерируемый сигнал с сообщением, обусловленным событием, представляет собой, фактически, механизм связи, позволяющий прикладным процессам ADS-B осуществлять всенаправленную передачу самогенерируемых сигналов с данными, необходимыми для функционирования этих прикладных процессов.

5.1.3 Первоначальные варианты сообщений ES были определены в документе RTCA DO-260. Эти варианты называются форматы версии НОЛЬ (0). Определение структуры сообщений и источников данных применительно к форматам версии 0 содержится в добавлении А к Doc 9871.

5.1.4 Пересмотренные варианты сообщений ES определены в документе RTCA DO-260A. Эти варианты известны как форматы версии ОДИН (1). Определение структуры данных и источников данных для форматов версии 1 приведены в добавлении В к Doc 9871.

5.1.5 В каждом передаваемом ES содержится адрес воздушного судна. Благодаря этому, данные, содержащиеся в ES различного формата, можно безошибочно соотнести с тем воздушным судном, которое их передало.

5.1.6 Каждая передача ES содержит 5-битное поле, определяющее "КОД ТИПА" сообщения, который является индивидуальным для каждого сообщения. Форматы версии 0 позволяют увязать КОДЫ ТИПА сообщений о местоположении в воздухе и на земле с категорией навигационной неопределенности (NUC). Форматы версии 1 позволяют увязать КОДЫ ТИПА сообщений о местоположении в воздухе и на земле с категорией навигационной целостности (NIC). Параметр NIC сообщается таким образом, что прикладные процессы наблюдения могут определить, имеет ли сообщенное геометрическое местоположение приемлемый

уровень целостности для планируемого применения. Параметр NIC определяет радиус удержания целостности данных (R_c). Параметр SIL используется совместно с параметром NIC и определяет вероятность выхода истинного местоположения за радиус удержания без выдачи предупреждения.

5.1.7 Самогенерируемые сигналы с сообщениями о местоположении в воздухе или на земле передаются в зависимости от VS воздушного судна. Самогенерируемые сигналы с сообщением, определяющим ID воздушного судна и категорию излучателя сигнала, и с сообщением, обусловленным событием, передаются в воздухе и на земле в качестве дополнительных самогенерируемых сигналов. Содержащий 56 бит самогенерируемый сигнал обнаружения предусмотрен для использования при нахождении воздушного судна в воздухе (и в некоторых случаях на земле) с целью обеспечения взаимодействия с существующим оборудованием БСПС.

5.1.8 Данные сообщения, передаваемого каждым форматом самогенерируемого сигнала, поступают из определенного регистра приемопередатчика, как это показано в таблице К-1.

Таблица К-1. Обозначенные регистры приемопередатчика

<i>Номер регистра приемопередатчика</i>	<i>Назначение</i>
05 ₁₆	Местоположение в воздухе, включаемое в ES
06 ₁₆	Местоположение на земле, включаемое в ES
07 ₁₆	Статус ^a , включаемый в ES
08 ₁₆	Идентификатор и категория, включаемые в ES
09 ₁₆	Скорость в воздухе, включаемая в ES
0A ₁₆	Обусловленная событием информация, включаемая в ES
61 ₁₆	Чрезвычайная информация/статус приоритетности ^{b,c} , включаемые в ES
62 ₁₆	Зарезервирован для состояния и статуса цели, включаемых в ES
65 ₁₆	Эксплуатационный статус воздушного судна ^d , включаемый в ES
F2 ₁₆	Военные виды применения ^e

Примечания:

- a) Информация данного регистра не передается в широкополосном режиме. Он используется в качестве интерфейса для информирования приемопередатчика о движении воздушного судна при выборе частоты передачи всенаправленного сообщения о местоположении на земле.
- b) В версии 1 название этого сообщения было заменено на "статус воздушного судна".
- c) Подтип 1 данного типа сообщения содержит дополнительную информацию о характере объявленной чрезвычайной ситуации. В версии 1 подтип 2 данного сообщения содержит всенаправленное сообщение с РА БСПС.

- d) В версии 0 данное сообщение содержит ограниченную информацию о классе возможностей и текущем режиме работы связанных с УВД прикладных процессов на борту воздушного судна. В версии 1 данное сообщение было значительно расширено с целью включения дополнительной эксплуатационной информации.
- e) Сообщение данного типа зарезервировано для военных видов применения. Оно передается с использованием формата DF = 19 режима S с целью отличия его от гражданских всенаправленных ES, использующих форматы DF = 17 или DF = 18.

5.2 Сообщение о местоположении в воздухе

5.2.1 Содержание сообщения

Сообщение о местоположении в воздухе содержит основную информацию наблюдения, которая включает местоположение, определяемое тремя координатами, плюс интервал времени, к которому относятся эти данные, и статус наблюдения. Данные о местоположении в воздухе кодируются с использованием метода сжатия информации CPR с целью более эффективного использования бит в сообщении о местоположении. Подробное описание метода CPR приведено в Doc 9871.

5.2.2 Введение приемоответчиком барометрической абсолютной высоты

5.2.2.1 Барометрическая абсолютная высота включается в сообщение о местоположении в воздухе непосредственно приемоответчиком, поскольку это гарантирует, что эта абсолютная высота основывается на данных того же источника, который используется для указания абсолютной высоты в ответе приемоответчика. Предусмотрена возможность непосредственного ввода барометрической абсолютной высоты в сообщение о местоположении в воздухе. Поскольку в форматах сообщения о местоположении в воздухе предусмотрена также возможность будущего использования данных GNSS об относительной высоте, в регистр данных о статусе (регистр 07₁₆ приемоответчика) включено подполе ОВД для предотвращения внутреннего ввода абсолютной высоты в том случае, когда используется относительная высота по GNSS (п. 3.1.2.8.6.8.2 главы 3 тома IV Приложения 10). Следует отметить, что отклонение данных GNSS от барометрической абсолютной высоты в настоящее время включено в сообщение о скорости в воздухе.

5.2.2.2 Включение приемоответчиком абсолютной высоты в передаваемое с помощью ES сообщение о местоположении требует использования 12-битного поля абсолютной высоты. Это позволяет приемоответчику определять шаг квантования (25 или 100 фут) и обеспечивает непосредственное введение данных поля AC (без M-бита) в сообщение о местоположении в воздухе.

5.2.2.3 Когда приемоответчик устанавливает тот факт, что настал момент всенаправленной передачи самогенерируемого сигнала о местоположении в воздухе, он будет (если не подавляется подполем ОВД) включать текущее значение барометрической абсолютной высоты и статус наблюдения в соответствующие поля регистра 05₁₆ приемоответчика. Содержимое этого регистра будет затем включаться в поле ME (DF=17) и передаваться. Такой порядок включения данных обеспечивает то, что:

- a) самогенерируемый сигнал содержит последние данные об абсолютной высоте и статусе наблюдения на момент передачи самогенерируемого сигнала;
- b) при считывании наземной станцией регистра 05₁₆ будет получаться информация, которая в точности аналогична информации, содержащейся в предыдущем самогенерируемом сигнале.

5.2.3 Подполе статуса наблюдения

5.2.3.1 В самогенерируемом сигнале обнаружения способом предупреждения земли об условиях наблюдения или использования линии передачи данных, требующих запроса с земли, является установка кода 7 в подполе SA. Это означает, что одно или несколько из следующих состояний реализовано в приемопередатчике:

- a) ожидает передачи инициированное бортом сообщение или RA БСПС;
- b) изменен код режима A BOPЛ (чрезвычайная ситуация); или
- c) задействован некоторый режим SPI.

5.2.3.2 Этого кода является достаточно, если наземные станции способны осуществлять запросы. Для предоставления аналогичной информации в пассивном режиме сообщение о местоположении в воздухе содержит подполе статуса наблюдения. Кодирование данного подполя указывает на чрезвычайную ситуацию, изменение кода режима A или SP.

5.3 Сообщение о скорости в воздухе

Сообщение о скорости в воздухе содержит информацию о скорости и другие данные о состоянии воздушного судна. Вместе с сообщением о местоположении в воздухе сообщение ES о скорости позволяет получить вектор четырехмерного состояния воздушного судна, предоставляющий дополнительную информацию для улучшения характеристик прогнозирования бортовых и наземных систем слежения.

5.4 Сообщение о местоположении на земле

Сообщение о местоположении на земле предоставляет в одном сообщении полный вектор состояния на земле. Это является возможным, поскольку на земле не требуются данные об абсолютной высоте и вертикальной скорости. Важное значение имеет использование на земле одного типа самогенерируемого сигнала. При наземном наблюдении основной объем передач будет приходиться на ES. В этой связи использование одного самогенерируемого сигнала для передачи сообщения о состоянии воздушного судна позволит повысить возможности наблюдения. Местоположение на земле также кодируется с использованием метода сжатия данных CPR с целью более эффективного использования бит сообщения о местоположении. В данном случае используется вариант метода, применяемого для сообщения о местоположении в воздухе, но с более высокой разрешающей способностью.

5.5 Определение состояния в воздухе/на земле

5.5.1 Выбор наземного формата будет, как правило, основываться на использовании переключателя датчика "вес на колесах" (также называется как переключатель датчика обжатия стоек шасси). Для некоторых классов воздушных судов без переключателя датчика обжатия стоек шасси предусматривается возможность отмены формата местоположения в воздухе, с тем чтобы наземный формат мог передаваться, когда воздушное судно находится на земле. В поле SD предусмотрена также возможность адресного запроса в режиме S, предписывающего воздушному судну использовать наземный формат. Такая команда имеет блокировку по времени, с тем чтобы предотвратить сохранение на воздушном судне наземного формата, когда оно находится в воздухе. В поле SD предусмотрена также возможность использования в заданный момент времени команды на блокировку наземных самогенерируемых сигналов в тех случаях, когда наземное наблюдение на основе передач самогенерируемых сигналов не требуется.

5.5.2 Воздушные суда с автоматическими средствами определения состояния "на земле" (переключатель датчика обжатия стоек шасси) будут использовать сигнал этого датчика для определения того, передавать наземный или воздушный тип самогенерируемого сигнала. Воздушные суда, которые не имеют переключателя датчика обжатия стоек шасси, будут передавать воздушный тип, если не поступит указание с земли передавать наземный тип. Такие команды могут также передаваться на воздушные суда с переключателем датчика обжатия стоек шасси, и они будут иметь приоритет над сигналом переключателя датчика обжатия стоек шасси. Это предусмотрено на случай отказа переключателя датчика обжатия стоек шасси.

5.5.3 Упомянутые команды могут влиять только на тип передаваемого формата сигнала; они не могут повлиять на определение воздушным судном его состояния "на земле". Таким образом, воздушное судно без средств определения состояния "на земле" будет продолжать передавать код 6 в поле SA, а воздушное судно, которое контролирует статус "в воздухе" и имеет средства определения состояния "на земле", будет продолжать устанавливать код 5 независимо от передаваемого формата ES.

5.5.4 После взлета воздушного судна сигнал переключателя датчика обжатия стоек шасси или команды наземной станции вызовут возврат к воздушному формату. Команды передавать наземный формат будут истекать и прекращаться для предотвращения дальнейшей передачи наземного формата в случае потери контакта с воздушным судном после взлета.

5.6 Сообщение, содержащее ID и категорию воздушного судна

Самогенерируемый сигнал, определяющий идентификацию и категорию, содержит информацию о категории типа воздушного судна, а также ID воздушного судна, соответствующий п. 7 плана полета ИКАО. Эта информация является полезной для визуального обнаружения и обхода спутного вихревого следа и необходима для идентификации воздушного судна в эксплуатации. (См. таблицу 3-8 "Кодирование знаков для передачи ID воздушного судна по линии передачи данных" главы 3 тома IV Приложения 10.)

5.7 Сообщение, обусловленное событием

5.7.1 Самогенерируемый сигнал, обусловленный событием, представляет собой протокол передачи сообщения с дополнительной информацией, которая может требоваться не очень часто. Он может быть также связан с бортовым прикладным процессом, который может не использоваться всеми воздушными судами. Данный тип сообщения также определяется в качестве средства учета потребностей будущих прикладных процессов ADS-B.

5.7.2 Передаваемое с помощью ES сообщение о статусе воздушного судна используется для предоставления информации об изменении статуса воздушного судна, например критериев чрезвычайности/приоритетности ситуации.

5.7.3 Сообщение ES об эксплуатационном статусе воздушного судна (только форматы версии 1) используется для информирования о текущем статусе воздушного судна. Среди прочих параметров воздушного судна сообщение об эксплуатационном статусе содержит номер варианта передающего оборудования ADS-B, параметр SIL и категорию точности навигации применительно к определению местоположения (NAC_P). Параметр NAC_P сообщается для того, чтобы прикладные процессы наблюдения могли определить, имеет ли сообщенное геометрическое местоположение приемлемый уровень точности для предусмотренного использования.

6. ПРОТОКОЛЫ ES

6.1 Доступ к каналу

6.1.1 Всенаправленные передачи ES осуществляются с использованием метода псевдослучайного доступа к каналу. Это тот же самый метод, который используется для самогенерируемого сигнала обнаружения применительно к эксплуатационному использованию БСПС. Псевдослучайный метод для ES обеспечивает некоторые преимущества, поясняемые в пп. 6.1.2 и 6.1.3 ниже.

6.1.2 Применительно к системам с высокой скоростью передачи данных (типа режима S) он обеспечивает более высокую пропускную способность в сравнении с другими методами доступа к каналам. Например, если для обеспечения наблюдения на расстоянии до 460 км (250 м. миль) с помощью передачи сигналов на частоте 1090 МГц использовался бы метод TDMA, это потребовало бы использовать защитный временной интервал в 1,5 мс после каждых 120 мкс передачи ES. В результате максимальная пропускная способность составила бы примерно 600 воздушных судов, используя 1-секундное обновление, необходимое для обеспечения работы БСПС.

6.1.3 Псевдослучайный метод позволяет удовлетворить различные требования пользователей авиационного наблюдения к частоте обновления данных. Для наблюдения с помощью БСПС требуется частота обновления данных в 1 с до примерно 26 км (14 м. миль). Для обеспечения УВД воздушных судов в районе аэродрома до примерно 110 км (60 м. миль) требуется обновление через 5–9 с. Запросы на маршрутах в настоящее время предусматривают частоту обновления через 12 с на дальности 370 км (200 м. миль). БСПС, принимающая ES, будет функционировать при уровне чувствительности, достаточном для обеспечения дальности действия в 26 км (14 м. миль). Этот уровень означает, что используемый БСПС приемник самогенерируемых сигналов будет обрабатывать самогенерируемые сигналы от небольшого количества воздушных судов, видимых приемником самогенерируемых сигналов в районе аэродрома или на маршруте, позволяя БСПС функционировать при уровне приема самогенерируемых сигналов, обеспечивающем обновление через 1с. Приемники сигналов наблюдения на маршрутах и в районе аэродрома функционируют в условиях гораздо большей плотности трафика сигналов из-за большей дальности действия. Хотя вероятность приема единичного самогенерируемого сигнала при этом уменьшается, разнообразные возможности использования самогенерируемых сигналов обеспечивают высокую вероятность обновления в течение периода обновления в 5–12 с. Один псевдослучайный самогенерируемый сигнал позволяет одновременно удовлетворить те и другие требования.

6.2 Выбор антенны

При нахождении воздушного судна в воздухе различные самогенерируемые сигналы передаются попеременно верхней и нижней антеннами. Когда воздушное судно находится на земле, по умолчанию используется только верхняя антенна. В качестве альтернативы могут попеременно использоваться верхняя и нижняя антенны с помощью команд в подполе SAS поля SD для DI = 2, которое передается в адресном сигнале запроса по линии связи "вверх"

6.3 Сообщение о возможности использования ES

В поле SA линии передачи данных предусмотрена возможность идентифицировать приемопередатчик, использующий ES (бит 34 регистра 10₁₆ данных приемопередатчика). Это является желательным для контроля приемопередатчиков узкополосными запросчиками режима S, поскольку они не могут принимать всенаправленные передачи ES.

6.4 Тайм-аут регистра данных приемоответчика

6.4.1 Три из регистров данных приемоответчика, используемые для регулярных передач ES с часто меняющимся содержанием данных (местоположение в воздухе, скорость в воздухе, местоположение на земле) очищаются, если они не обновляются в течение двух секунд, за исключением данных об абсолютной высоте и статусе наблюдения в сообщении о местоположении в воздухе. Это сделано для предотвращения передачи устаревшей информации. Такой тайм-аут не требуется для самогенерируемого сигнала, обусловленного событием, поскольку регистр загружается всякий раз, когда должен передаваться самогенерируемый сигнал, обусловленный событием.

6.4.2 Внутреннее включение приемоответчиком данных в эти регистры (например, полей абсолютной высоты и статуса наблюдения для сообщения о местоположении в воздухе) не считается обновлением регистра с точки зрения целей использования данного тайм-аута.

6.5 Подавление излишних ES

6.5.1 Предусмотрена возможность передачи самогенерируемых сигналов обнаружения при подаче питания на приемоответчик. Передача ES будет начинаться только в том случае, когда какое-либо сообщение загружается в регистры приемоответчика 05₁₆ (местоположение в воздухе), 06₁₆ (местоположение на земле), 09₁₆ (скорость в воздухе) или 08₁₆ (ID воздушного судна и категория).

6.5.2 После принятия решения в отношении всенаправленной передачи конкретного типа ES, этот тип самогенерируемого сигнала будет продолжать передаваться в широкоэшелонном режиме в течение 60 с, если прекращается обновление данных, вводимых в связанные с ним регистры данных приемоответчика. После тайм-аута самогенерируемый сигнал этого типа может содержать поле ME из ОДНИХ НУЛЕЙ. Непрерывная передача необходима для того, чтобы принимающие устройства знали о потере источника данных для этого сообщения. Если бы передача самогенерируемого сигнала прекращалась, принимающие устройства могли бы считать, что данное воздушное судно вышло за предельную дальность приема.

6.6 Подавление самогенерируемых сигналов обнаружения в будущем

6.6.1 Находящиеся в воздухе воздушные суда, передающие ES, должны по-прежнему передавать самогенерируемые сигналы обнаружения для обеспечения совместимости с существующим оборудованием БСПС. Если все оборудование БСПС будет модифицировано для приема ES (будет способно как минимум считывать 24-битный адрес и поле CA), необходимость в самогенерируемых сигналах обнаружения отпадет. Исключение самогенерируемых сигналов обнаружения позволит снизить загруженность каналов связи.

6.6.2 Самогенерируемые сигналы обнаружения будут по-прежнему передаваться приемоответчиками, не использующими какие-либо ES. Это необходимо для того, чтобы обеспечить их обнаружение с помощью БСПС. Таким образом, в БСПС необходимо сохранить функцию приема самогенерируемых сигналов обнаружения даже после внедрения функции приема ES.

6.7 Частоты передачи ES

6.7.1 Рассмотрение аспектов частоты передачи

6.7.1.1 Когда воздушное судно находится в воздухе, самогенерируемые сигналы с данными о местоположении и скорости в воздухе передаются псевдослучайным образом два раза в секунду. При нахождении воздушного судна в воздухе самогенерируемый сигнал идентификации и категории передается

псевдослучайным образом каждые 5 с. На земле самогенерируемый сигнал местоположения на земле передается псевдослучайным образом два раза в секунду, когда воздушное судно движется, и один раз в 5 с, когда воздушное судно неподвижно. На земле самогенерируемый сигнал идентификации и категории передается псевдослучайным образом один раз в 5 с, когда воздушное судно движется, и один раз в 10 с, когда воздушное судно неподвижно. Определение того, движется ли воздушное судно, осуществляется вне приемопередатчика на основе контроля данных о местоположении и скорости. Полученный результат этого определения поступает в приемопередатчик через регистр 07₁₆.

6.7.1.2 Самогенерируемый сигнал может задерживаться, но не игнорироваться, если приемопередатчик занят обработкой адресной приемопередатчи или другого самогенерируемого сигнала. Отложенный самогенерируемый сигнал будет передаваться при следующей появившейся возможности.

6.7.2 Аспекты частоты самогенерируемых сигналов местоположения и скорости в воздухе

ES передается по каналу, который совместно используется с другими пользователями. Применительно к условиям в воздухе основной объем передач связан с обычными ответами ВОРЛ или БСПС. Частота успешных приемов ES будет зависеть от частоты передач приемопередатчика. Эта частота должна быть по крайней мере один раз в секунду для обеспечения частоты обновления, которая требуется для БСПС. Поскольку загруженность каналов во многом связана с фоновыми помехами, для получения более высокой пропускной способности средняя частота передачи самогенерируемых сигналов местоположения и скорости в воздухе составляет два раза в секунду.

6.7.3 Аспекты частоты самогенерируемого сигнала идентификации и категории

Данный самогенерируемый сигнал содержит постоянные данные (ID и категорию воздушного судна). По этой причине он может передаваться с меньшей частотой, чем самогенерируемые сигналы местоположения и скорости. Поскольку обнаружение воздушного судна считается незавершенным до получения данных об идентификации, необходимо выбирать такую частоту передачи самогенерируемого сигнала, которая не будет приводить к большим задержкам приема данных идентификации. Для данной цели выбрана частота передачи один раз в 5 с.

6.7.4 Аспекты частоты самогенерируемого сигнала местоположения на земле

6.7.4.1 *Переменные частоты передачи.* Потребная частота обновления данных о местоположении на земле составляет один раз в секунду. Поскольку многолучевое распространение на земле приведет к потере некоторых самогенерируемых сигналов, требуется более высокая частота обновления данных, чем один раз в секунду. По этой причине используется частота передачи тех же данных два раза в секунду.

6.7.4.1.1 На земле основная загруженность канала приходится на передачи самогенерируемых сигналов вследствие того, что:

- a) на земле приемопередатчики не отвечают на обычные запросы общего вызова ВОРЛ или режима S;
- b) наземные станции приема самогенерируемых сигналов имеют очень малую дальность действия. В этой связи они принимают ответы только от тех воздушных судов, которые находятся вблизи аэропорта.

6.7.4.1.2 По этой причине желательно снижать частоту передачи самогенерируемых сигналов неподвижными воздушными судами для повышения пропускной способности на земле. Используемый подход к снижению частоты передачи самогенерируемых сигналов воздушными судами на земле заключается в следующем:

- а) когда воздушное судно движется, оно передает:
 - 1) два раза в секунду самогенерируемый сигнал местоположения;
 - 2) один раз в 5 с самогенерируемый сигнал идентификации;
- б) когда воздушное судно неподвижно, оно передает:
 - 1) один раз в 5 секунд самогенерируемый сигнал местоположения;
 - 2) один раз в 10 с самогенерируемый сигнал идентификации;
- в) переход на более высокую частоту передачи самогенерируемого сигнала происходит в том случае, когда на борту воздушного судна определяется, что воздушное судно движется;
- г) для предотвращения перехода на низкую частоту в том случае, когда воздушное судно находится в критическом местоположении (например, остановилось у входа на действующую ВПП), используется содержимое поля SD адресного запроса.

6.7.4.2 *Сообщение о возможности использования переменной частоты самогенерируемого сигнала на земле.* Как указано выше, переменная частота самогенерируемого сигнала на земле будет определяться вне приемопередатчика на основе информации о местоположении и скорости. Например, эта функция может осуществляться в навигационном блоке или ADLP режима S. Необходимо предусмотреть некоторый способ передачи этой информации в приемопередатчик и уведомления земли о том, что данный приемопередатчик способен устанавливать частоту передачи своего самогенерируемого сигнала на земле. Для этой цели служит регистр 07₁₆ приемопередатчика. Бортовой процесс, который устанавливает частоту, будет задавать содержимое TRS самогенерируемого сигнала. Информация TRS будет считываться приемопередатчиком для выбора частоты передачи самогенерируемого сигнала на земле. Кроме того, содержимое TRS может считываться на земле для определения того, может ли воздушное судно устанавливать частоту передачи самогенерируемого сигнала на земле или же эта частота должна контролироваться землей.

6.7.4.3 *Блокировка самогенерируемого сигнала на земле.* В некоторых аэропортах может отсутствовать необходимость использования самогенерируемых сигналов местоположения на земле, передаваемых воздушными судами на земле.

6.7.4.3.1 По этой причине соответствующая команда предусмотрена в поле SD для DI = 2 адресного запроса для подавления на 60 с самогенерируемых сигналов местоположения на земле с целью снижения загруженности каналов в таких аэропортах.

6.7.4.3.2 Данная команда не влияет на приемопередатчик, который ведет всенаправленную передачу воздушного типа ES. В этой связи, воздушным судам без средств определения состояния "на земле" должно быть предписано передавать наземный формат до того, как они могут перейти в состояние блокировки самогенерируемого сигнала. Обе эти команды имеют конкретный период тайм-аута.

6.7.4.3.3 Самогенерируемые сигналы обнаружения будут по-прежнему передаваться в течение периода блокировки самогенерируемого сигнала на земле.

6.7.5 Аспекты частоты самогенерируемого сигнала, обусловленного событием

Фактическая частота и продолжительность передачи самогенерируемого сигнала, обусловленного событием, будут устанавливаться прикладным процессом, формирующим сообщения, которые вводятся в регистр 0A₁₆ приемопередатчика для передачи с помощью ES, обусловленного событием один раз.

Приемоответчик будет передавать каждое сообщение, которое введено в регистр данных, обусловленных событием, один раз. Максимальная разрешаемая приемоответчиком частота передачи будет составлять не более двух раз в секунду.

7. НЕЗАВИСИМОСТЬ НАВИГАЦИИ И НАБЛЮДЕНИЯ

7.1 Возможность утери независимости

7.1.1 Традиционно служба УВД требовала использовать отдельные и независимые системы CNS. Такая независимость функций делает маловероятной потерю воздушным судном одновременно более одной из его функциональных возможностей. Это также обеспечивает надежное резервирование в случае отказа одной из систем. Например, потеря навигационной возможности на борту воздушного судна может компенсироваться путем использования наземных векторов, предоставленных диспетчером воздушного движения на основе данных наземных запросов ВОРЛ.

7.1.2 При использовании в качестве единственного средства наблюдения, ADS-B по существу объединяет бортовые функции навигации и наблюдения. Как следствие этого, потерю навигационной возможности нельзя будет компенсировать за счет только ADS-B, поскольку служба УВД потеряет наблюдение и поэтому не сможет предоставлять векторы.

7.1.3 Более того, скрытый отказ навигационной системы, приводящий, например, к постепенному накоплению ошибки, может быть не обнаружен. Это может случиться, поскольку как пилот, так и наземный диспетчер, будут видеть воздушное судно на его запланированном курсе, когда его фактический курс может быть совсем иным.

7.1.4 В этой связи использование ADS-B в качестве основного средства наблюдения следует внимательно анализировать, особенно если это планируется как непосредственная замена ВОРЛ.

7.2 Подтверждение сообщений ADS-B

7.2.1 Интеграция ES в систему ВОРЛ режима S обеспечивает простой способ получения преимуществ использования ADS-B при сохранении независимости CNS. Это основано на использовании активного запроса для подтверждения данных наблюдения с помощью ES.

7.2.2 Данный метод годится как для наземных прикладных процессов наблюдения в целях УВД, так и для БСПС. Активное наблюдение используется для подтверждения данных ADS-B и их замены, если воздушное судно теряет свою навигационную функцию.

7.2.3 Если проверка достоверности при начале отслеживания линии пути является успешной, воздушное судно может продолжать использовать ADS-B и периодически контролироваться с целью проверки непрерывной правильной работы навигационной системы. Если в какой-либо момент проверка не выполняется, то линия пути может отслеживаться с помощью активного наблюдения.

7.2.4 Другой метод подтверждения данных ADS-B заключается в использовании ADS-B вместе с системами MLAT. Преимущество данного метода заключается в максимальном использовании наземной инфраструктуры, поскольку приемники систем мультilaterации способны получать и декодировать сообщения ADS-B. Такой подход обладает также тем преимуществом, что является полностью пассивным.

8. ХАРАКТЕРИСТИКИ ES

Информация о характеристиках ES приведена в документе RTCA/DO-260A. В добавлении Е к упомянутому документу содержатся требования к передатчику и приемнику, касающиеся их дальности действия "воздух – воздух", а в добавлении Р представлены результаты моделирования, которое было проведено с целью оценки характеристик ES в условиях высокой и низкой плотности воздушного движения и воздействия помех.

Добавление L

СИСТЕМА MLAT

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Мультилатерация представляет собой вид кооперативного и независимого наблюдения, при котором используются передаваемые воздушным судном сигналы (обычно ответы или самогенерируемые сигналы приемопередчика ВОРЛ на частоте 1090 МГц) для вычисления местоположения воздушного судна. Поскольку системы MLAT могут использовать уже применяемые в эксплуатации передачи сигналов с борта воздушных судов, они могут развертываться без каких-либо изменений бортовой инфраструктуры.

1.2 Для обработки сигналов на земле требуются соответствующие приемные станции и центральная станция обработки сигналов.

1.3 Системы мультилатерации уже в течение длительного времени успешно используются для наблюдения в аэропортах. В настоящее время некоторые системы применяются в более обширных районах, например районах полетов по маршрутам или зонах подхода, и они называются системами WAM.

2. ПРИНЦИП РАБОТЫ

2.1 Система MLAT состоит из нескольких антенн, принимающих сигнал от воздушного судна, и центрального процессора, вычисляющего местоположение воздушного судна по значениям TDOA сигнала на различных антеннах.

2.2 Математически TDOA между двумя антеннами соответствует гиперболоиду (в трех координатах пространства), на котором находится воздушное судно. В том случае, когда сигнал воздушного судна принимают четыре антенны, можно определить три координаты местоположения воздушного судна, рассчитав пересечение результирующих гипербол.

2.3 Когда имеется только три антенны, три координаты местоположения невозможно определить непосредственно, однако, если из другого источника (например, по данным режима C или при нахождении воздушного судна на земле) известна его абсолютная высота, то можно рассчитать местоположение воздушного судна. Такая ситуация обычно называется как 2-мерное решение. Следует отметить, что использование барометрической абсолютной высоты (режим C) может стать причиной менее точного значения местоположения цели, поскольку барометрическая абсолютная высота может значительно отличаться от геометрической относительной высоты.

2.4 При наличии более четырех антенн дополнительная информация может использоваться либо для проверки правильности других измерений, либо для расчета среднего местоположения по всем измерениям, которое должно иметь меньшую суммарную погрешность. Приведенный на рис. L-1 пример поясняет данный принцип. Показана система WAM, включающая пять приемных станций (с номерами 0–4).

2.5 Предполагая, что сигнал воздушного судна принимается всеми станциями, первые три диаграммы на рис. L-2 представляют собой гиперболоиды, соответствующие TDOA сигнала на станциях 0 и 2, 0 и 3, 0 и 4

соответственно. Как показано на последней диаграмме, центральная вычислительная станция рассчитывает пересечение всех гиперboloидов.

2.6 Связанные с мультilaterацией вычисления могут иметь более одного решения, поскольку гиперboloиды могут пересекаться в двух местах. Правильное решение обычно легко определяется.

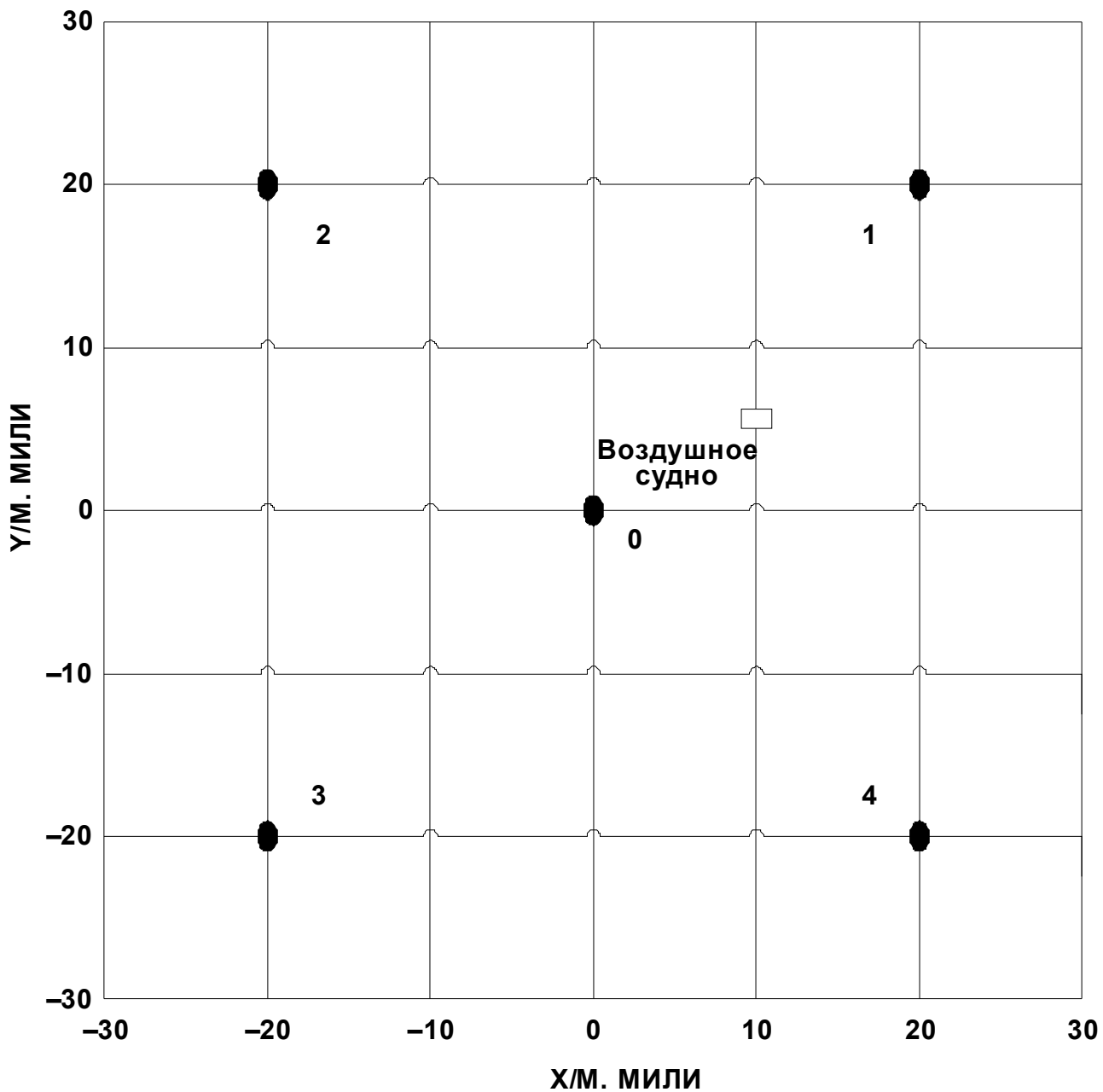


Рис. L-1. Схема из пяти приемных станций

2.7 В общем случае геометрия системы оказывает большое влияние на получаемую точность. Пока воздушное судно находится внутри 2-мерной зоны вокруг наземных антенн, рассчитываемое местоположение будет наиболее точным; за пределами этой зоны точность будет быстро ухудшаться.

2.8 Системы MLAT можно разделить на активные и пассивные. Пассивная система включает только приемники, а активная система имеет одну или несколько передающих антенн для запроса бортового приемоответчика ВОРЛ. Основное преимущество активной системы заключается в том, что она не зависит от других источников инициирования передачи данных с борта воздушного судна. Главный ее недостаток связан с тем, что она создает дополнительные помехи на каналах 1030 МГц и 1090 МГц.

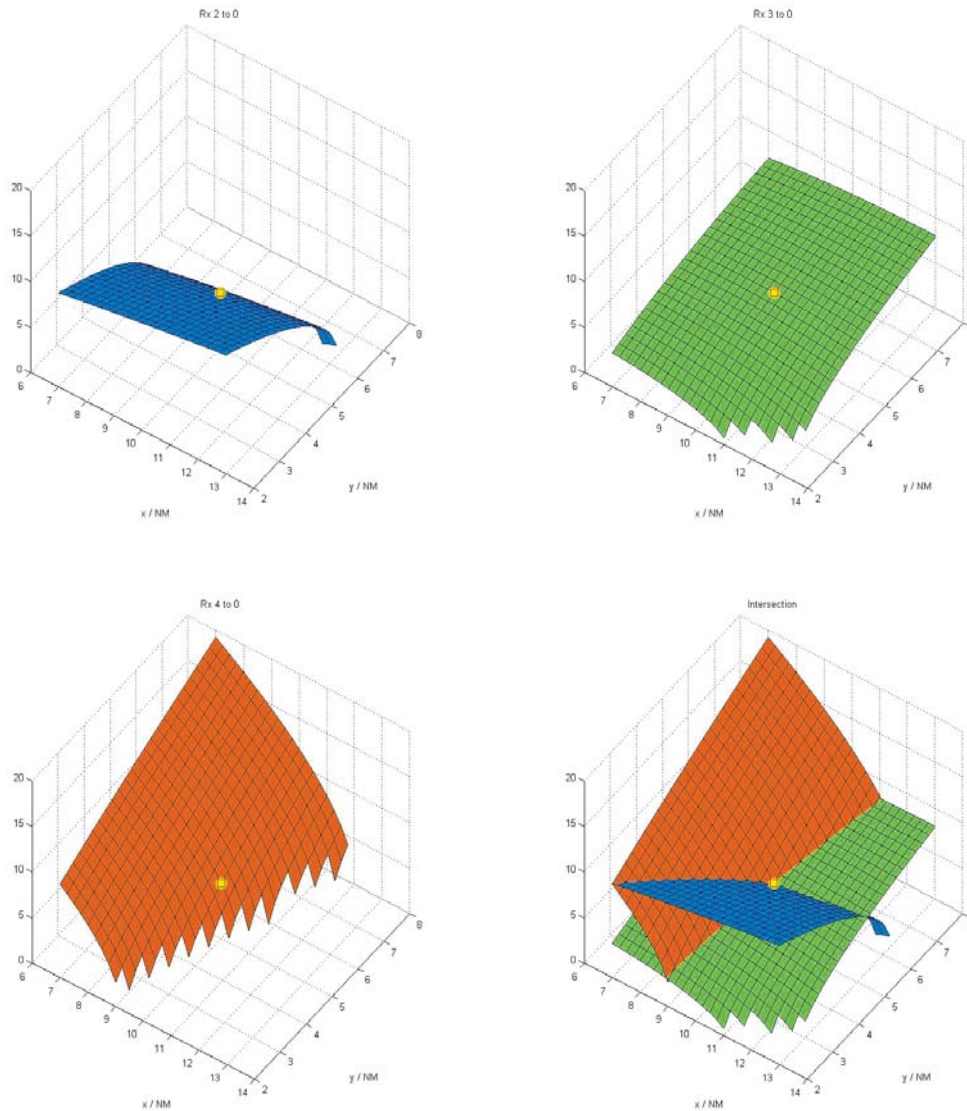


Рис. L-2. Пересекающиеся гиперboloиды

3. АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ

3.1 Расчет TDOA

3.1.1 Системы WAM можно классифицировать по двум различным критериям. Во-первых, их можно разделить по методу расчета TDOA сигнала, и во-вторых, их можно классифицировать по методу синхронизации приемников.

3.1.2 Наиболее широко распространенный метод расчета TDOA сигналов на частоте 1090 МГц заключается в измерении значений TOA на каждом отдельном приемнике и последующем расчете разницы между ними, как это показано на рис. L-3. Другие методы не рассматриваются в настоящем документе.

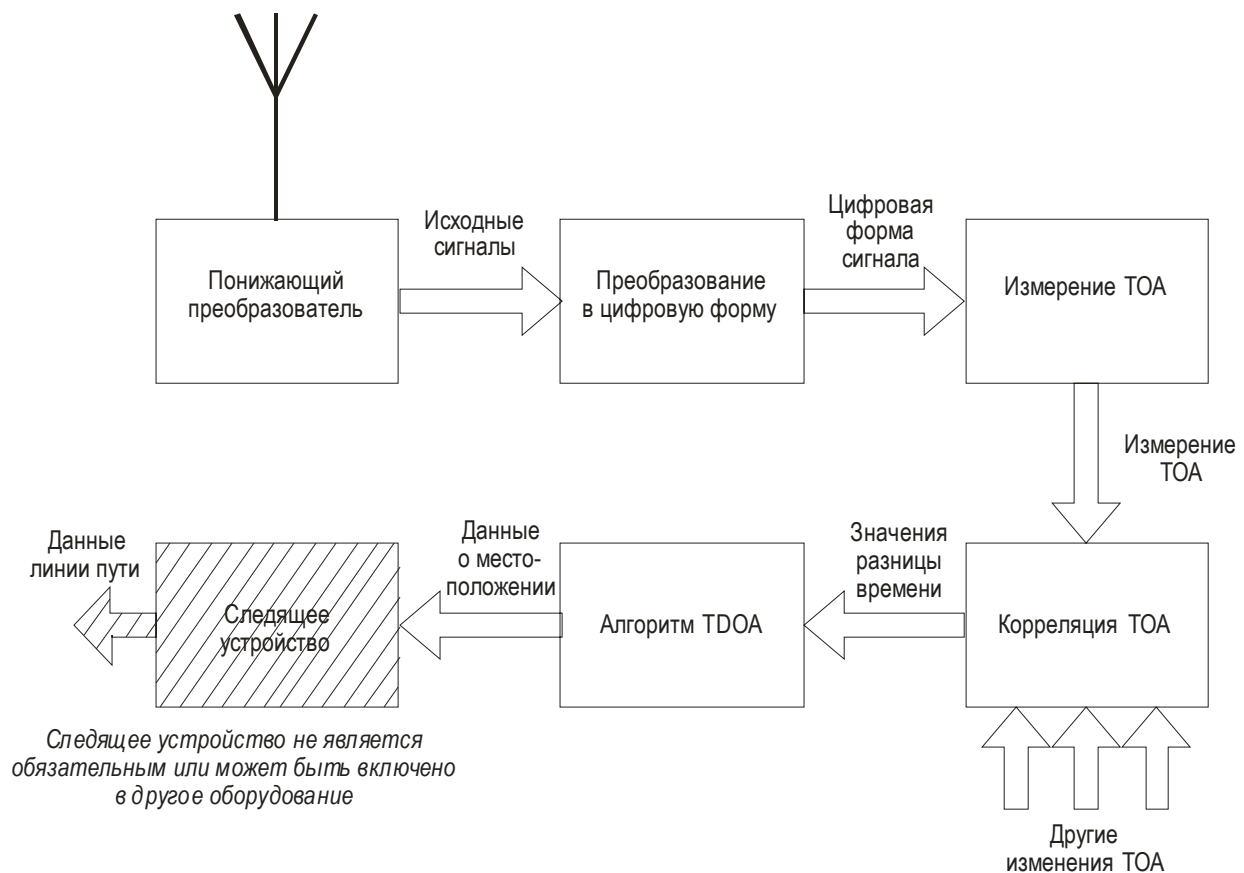


Рис. L-3. Поток данных TOA

3.2 Методы синхронизации

3.2.1 Синхронизация времени имеет важнейшее значение для систем MLAT. Для расчета местоположения необходимо знать разницу времени между моментом прибытия некоторого сигнала на одну антенну системы и моментом прибытия этого сигнала на другую антенну системы. Эта величина обычно называется TDOA. Однако в процессе цифрового преобразования привязка сигнала ко времени осуществляется с запаздыванием относительно TOA на антенне, равным групповой задержке процесса понижающего преобразования.

3.2.2 В этой связи для точного расчета TDOA необходимо точно знать и учитывать это запаздывание. Кроме того, процесс преобразования в цифровую форму в цепи каждого приемника необходимо отсчитывать от общей базы времени, иначе сигналы на различных станциях будут отсчитываться по разным часам и окажутся непосредственно несопоставимыми. На рис. L-4 показаны компоненты групповой задержки и синхронизации. Синхронизация определяется как метод совместной увязки процессов цифрового преобразования сигналов, поступающих на каждую станцию.

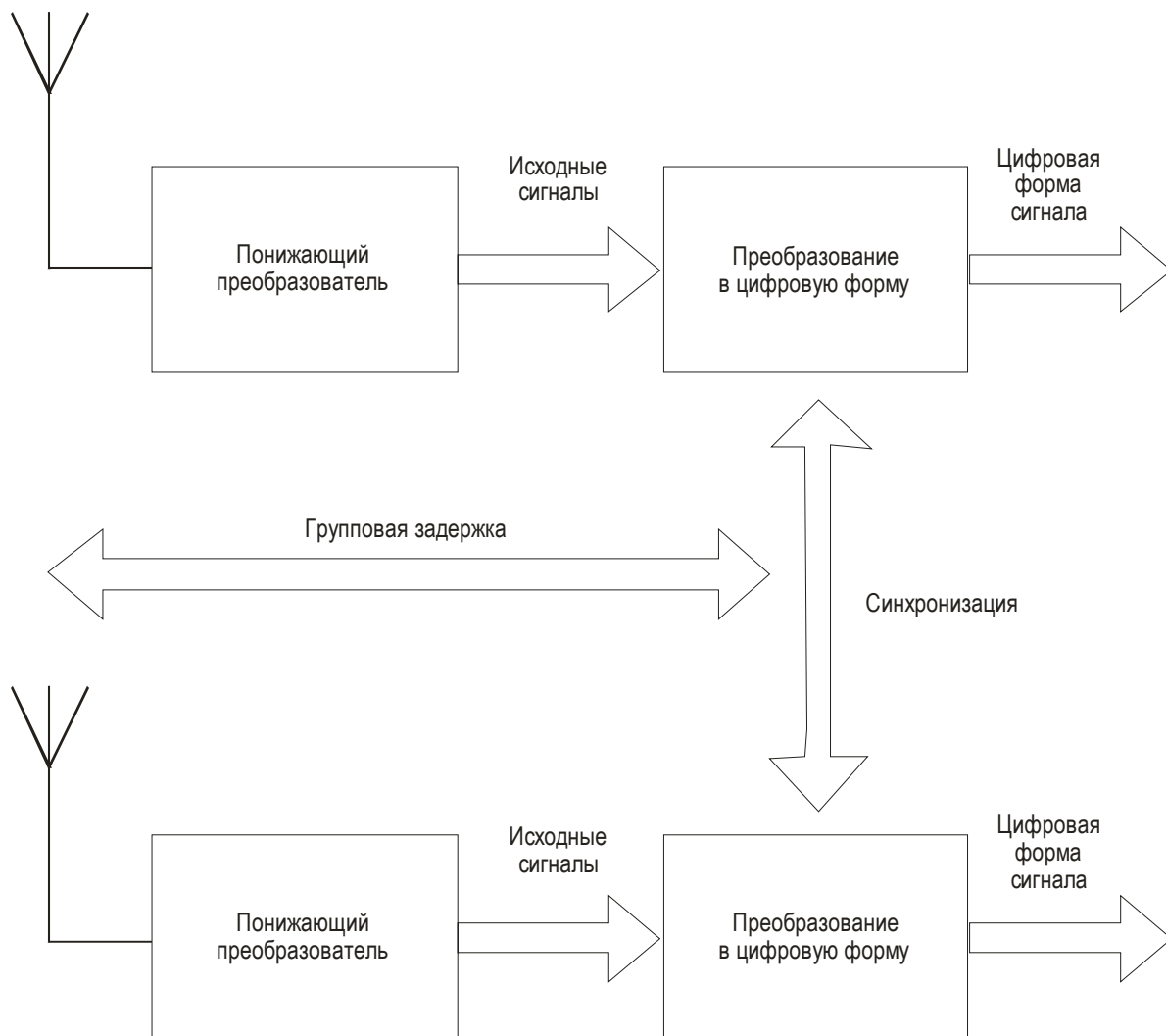


Рис L-4. Групповая задержка и синхронизация

3.2.3 На рис. L-5 показана топология различных средств синхронизации, используемых в системах WAM. Более подробно эти технические средства рассматриваются в разделах 3.3–3.8.

3.3 Системы единого времени

3.3.1 В системах единого времени используются простые приемники, при этом наиболее сложные процессы осуществляются на центральной станции обработки данных. Системы единого времени получают с борта воздушного судна РЧ-сигналы и понижающий преобразователь преобразует их в IF-сигналы. Такой IF-сигнал передается с каждого приемника на центральную станцию по обычной аналоговой линии связи. Затем на центральной станции осуществляется его преобразование в исходный или видеосигнал и последующее преобразование в цифровую форму с привязкой к единой базе времени для каждого приемника.

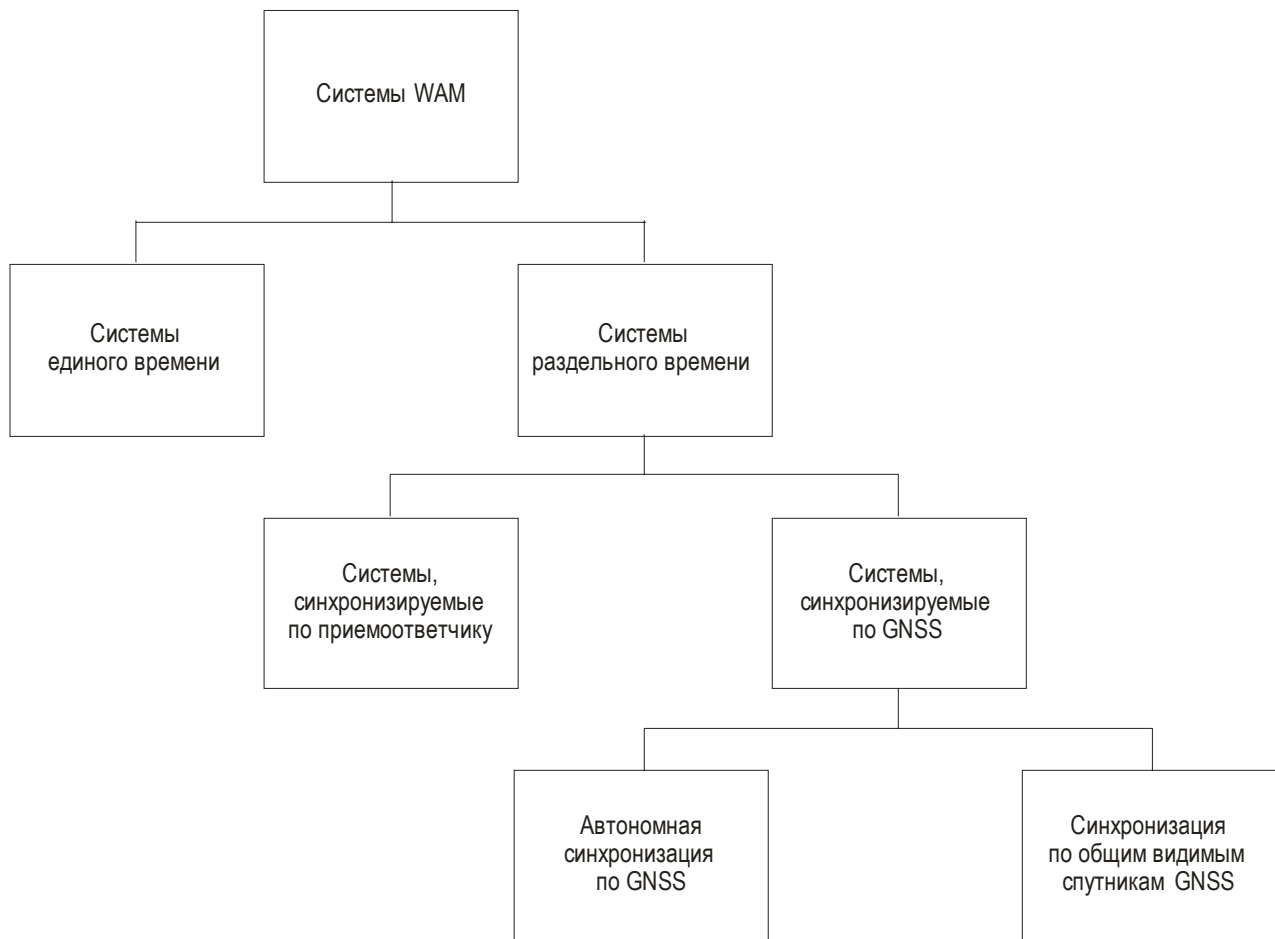


Рис. L-5. Топология синхронизации WAM

3.3.2 При данной архитектуре не требуется синхронизировать друг с другом каждый из разнесенных приемников, поскольку преобразование в цифровую форму осуществляется на центральной станции. Однако групповая задержка между моментом приема сигнала антенной и преобразованием в цифровую форму на центральной станции является большой, поскольку она включает задержки обычной аналоговой линии связи, которые должны быть точно известны для каждого приемника. Это означает, что приемная цепь и линия передачи данных должны строго калиброваться с целью определения групповой задержки. Учитывая, что задержка в линии связи возрастает при увеличении дальности связи или длины базовой линии системы, получение заданной точности усложняется, поскольку задержка будет меняться при незначительном изменении полного тракта связи.

3.3.3 Преимущество данной архитектуры заключается в простоте приемника, потребляющего мало электроэнергии, и осуществлении большей части сложной обработки в центральном процессоре системы мультилатерации. Однако задержка сигнала между антенной и процессором системы мультилатерации предъявляет жесткие требования к типу и длине линии связи. Как показано на рис. L-6, между станциями обычно используется одна специальная линия передачи микроволновых сигналов или прокладывается специальная оптоволоконная линия связи. Центральный процессор обычно размещается в центре системы для минимизации расстояний передачи сигналов.

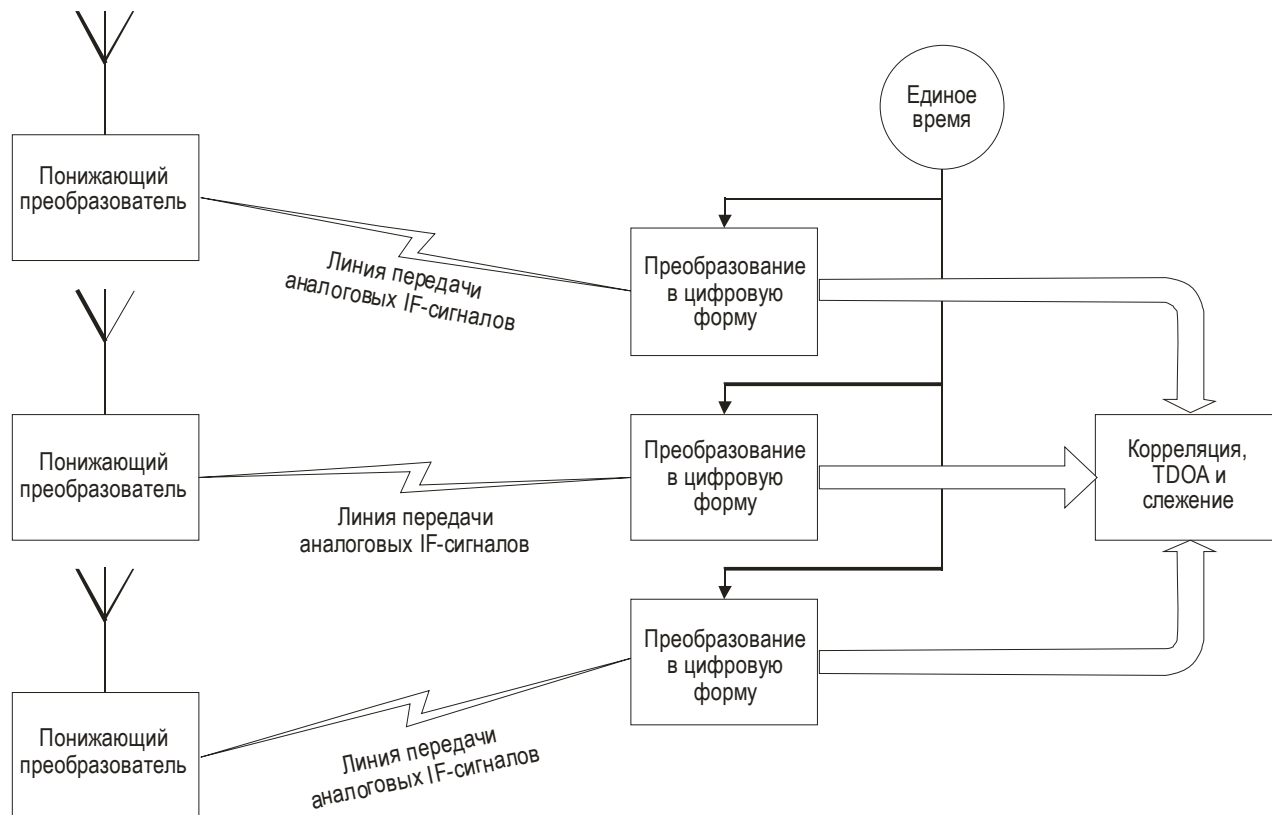


Рис. L-6. Архитектура единого времени

3.4 Системы раздельного времени

В системах раздельного времени используются более сложные приемники для снижения требований к линии передачи данных (см. рис. L-7). РЧ-сигнал преобразуется в понижающем преобразователе в исходный или видеосигнал, а все последующие процессы преобразования сигнала в цифровую форму, выделения кода и измерения TOA осуществляются в приемнике. Это обеспечивает большую гибкость в выборе линии передачи данных, поскольку с каждого приемника на станцию обработки сигналов необходимо передать только значение кода ВОРЛ и TOA. Может использоваться любая линия передачи цифровых данных, и изменение параметров линии связи не имеет критического значения. Однако для синхронизации местного времени всех станций необходимо использовать некоторый механизм синхронизации. Данный подход наиболее широко используется в системах WAM.

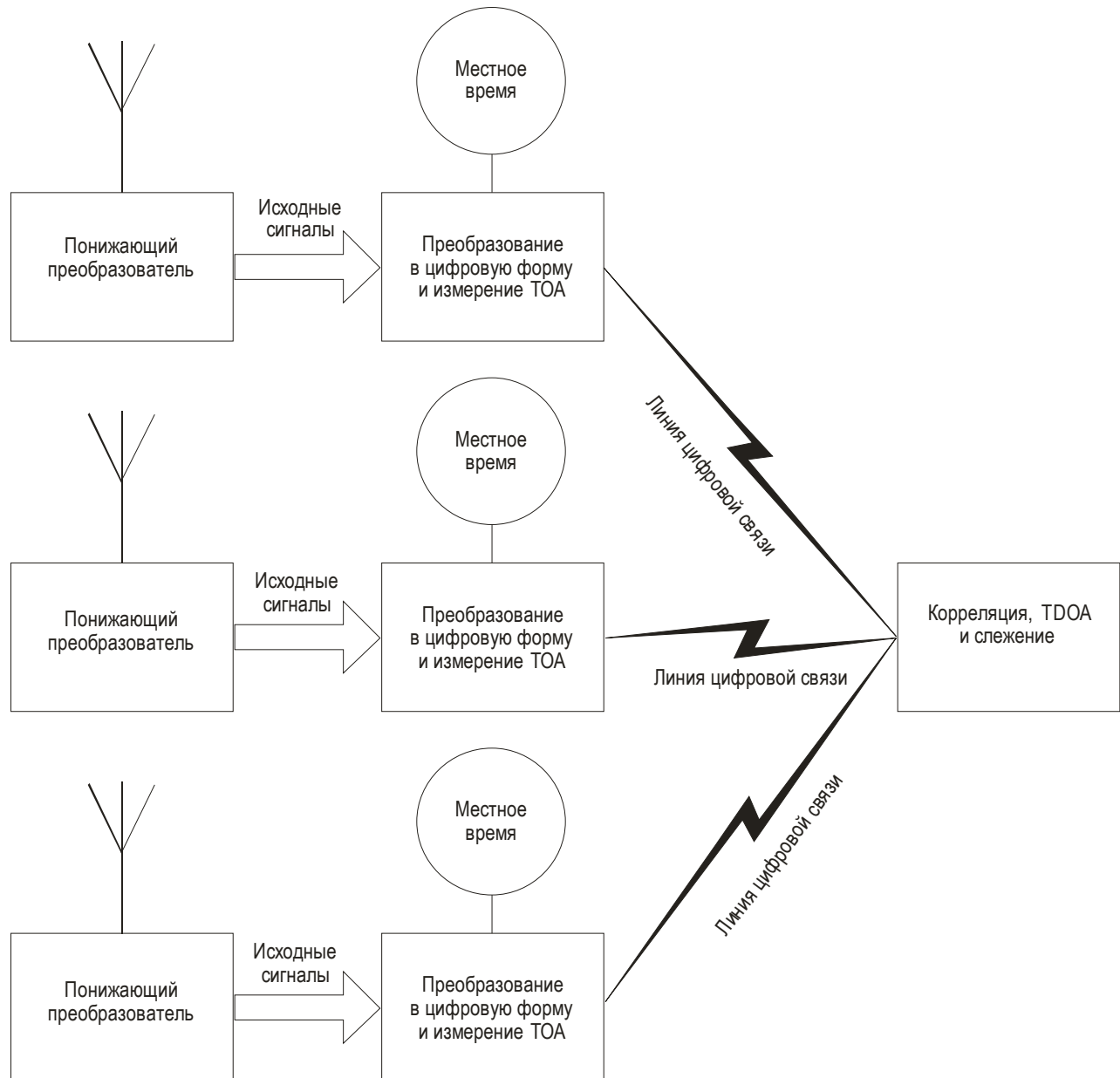


Рис. L-7. Архитектура раздельного времени

3.5 Системы, синхронизируемые по приемоответчику

3.5.1 Синхронизируемые по приемоответчику системы используют передачи от опорного приемоответчика для увязки времени каждой из приемных станций (см. рис. L-8). Сигнал опорного времени и бортовые данные ВОРЛ передаются через одну приемную цепь аналоговых сигналов, и это означает, что общие задержки исключают смещение задержек, обусловленное компонентами аналоговой связи, что позволяет в случае коротких базовых линий реализовать точную систему. При увеличении длины базовых линий сказываются атмосферные задержки, которые снижают точность. Синхронизирующий приемоответчик не требуется размещать вместе с процессором системы мультilaterации, однако он должен находиться в пределах прямой видимости каждого приемника. Применительно к системе WAM это означает, что даже в равнинных районах обычно потребуются высокие мачты или вышки.

3.5.2 Представляется возможным использовать несколько синхронизирующих приемоответчиков в случае системы с обширной зоной действия при условии, что каждая пара приемников использует вместе с каждой другой парой общие опорные сигналы.

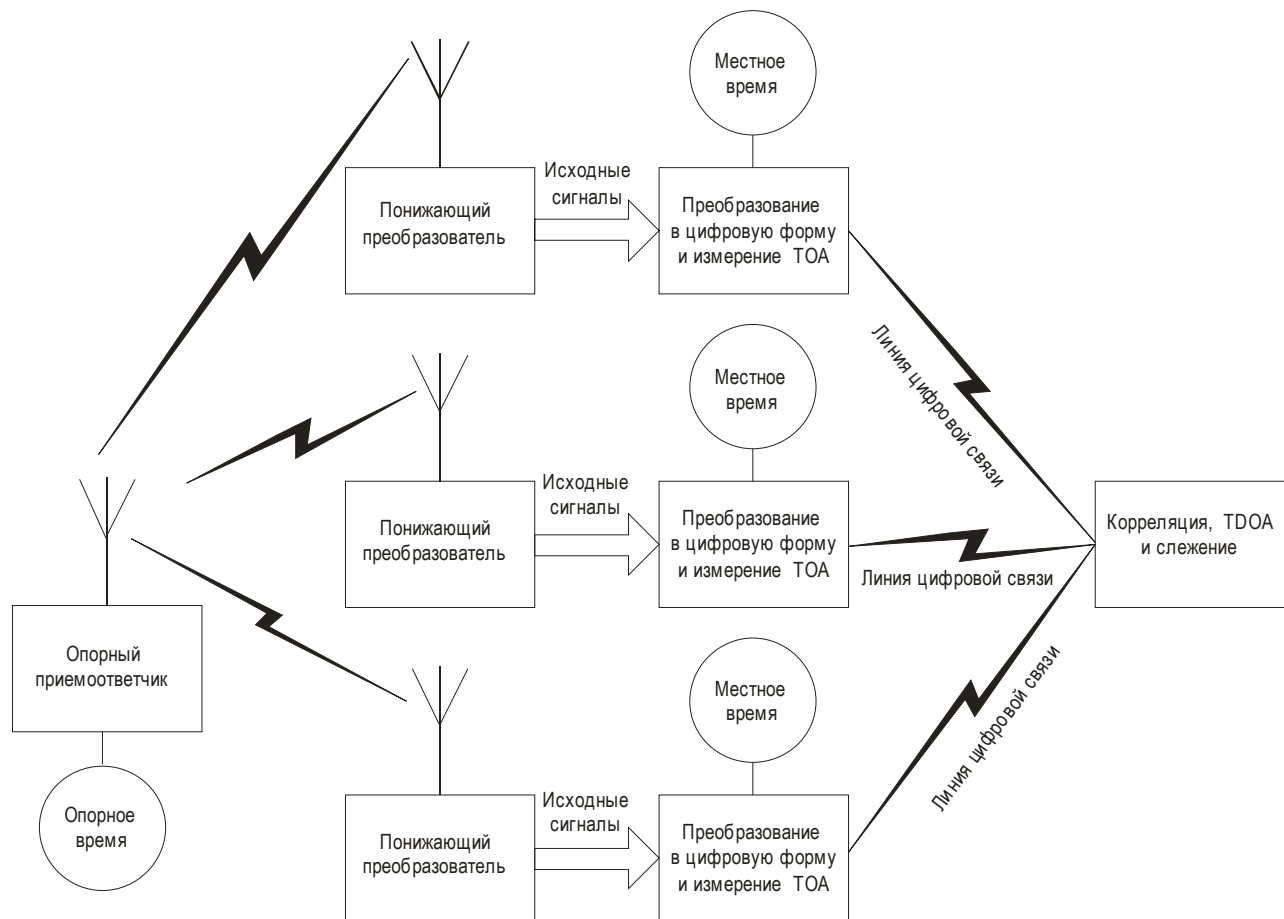


Рис. L-8. Архитектура синхронизации по приемоответчику

3.6 Автономная система, синхронизируемая по GNSS

Внешний источник единого опорного времени, например GNSS, может использоваться для передачи сигнала единого опорного времени каждому приемнику. Время в системе GNSS поддерживается очень точно и поэтому может использоваться приемниками в качестве общего опорного времени. Для систем MLAT принципиальное значение имеет только разница времени между приемными станциями, а не абсолютное время. В этой связи представляется возможным использовать на каждой станции выставляемый по GPS импульсный генератор и синхронизировать приемники системы MLAT с точностью до 10–20 нс. Синхронизируемые по GNSS системы значительно проще развертывать в сравнении с системами единого времени и синхронизируемыми по приемоответчику системами, поскольку для обеспечения синхронизации им не требуются высокие мачты, и может использоваться любая линия передачи цифровых данных. Проверка целостности времени GNSS основывается на целостности приемника сигналов GNSS, поэтому важное значение имеет выбор соответствующего приемника с возможностью автономного контроля целостности приемника. Данная архитектура показана на рис. L-9.

3.7 Система, синхронизируемая по общим видимым спутникам GNSS

В тех случаях, когда автономная синхронизация приемников по GNSS является недостаточно точной, можно использовать метод синхронизации систем по общим видимым спутникам GNSS, которые находятся в поле зрения всех приемников (см. рис. L-10). Это позволяет исключить большое количество источников ошибок, поскольку они являются общими для сигналов, и в результате получить значительно более точную синхронизацию. Используя данный метод, можно получить точность порядка долей наносекунды.

3.8 Обобщение методов синхронизации

В таблице L-1 приведены характеристики различных методов синхронизации применительно к их использованию в системах WAM. Следует подчеркнуть, что данная таблица не основана на конкретных вариантах систем, а представляет собой попытку обобщить принципиальные особенности каждой архитектуры синхронизации при длинных базовых линиях систем.

3.9 Пассивные и активные системы

Системы MLAT могут также подразделяться на пассивные и активные. Пассивные системы основываются на передаваемых бортовым приемоответчиком данных, которые запрашиваются другим оборудованием, а также на незапрашиваемых самогенерируемых ответах. Активные системы могут запрашивать свои собственные ответы с борта воздушного судна в дополнение к тем, которые обнаружены в пассивном режиме. Эти системы рассмотрены в пп. 3.9.1–3.9.3 ниже.

Таблица L-1. Методы синхронизации WAM

	<i>Точность</i>	<i>Базовая линия</i>	<i>Линия связи</i>	<i>Мачта</i>	<i>Прямая видимость</i>
Единое время	Средняя	Средняя	Микроволновая Опволоконная	Высокая Низкая	Да Нет
Синхронизация по приемоответчику	Средняя	Средняя	Любая	Высокая	Да
Стандартная GNSS	Низкая	Любая	Любая	Низкая	Нет
Общие видимые спутники GNSS	Высокая	Большая	Любая	Низкая	Нет

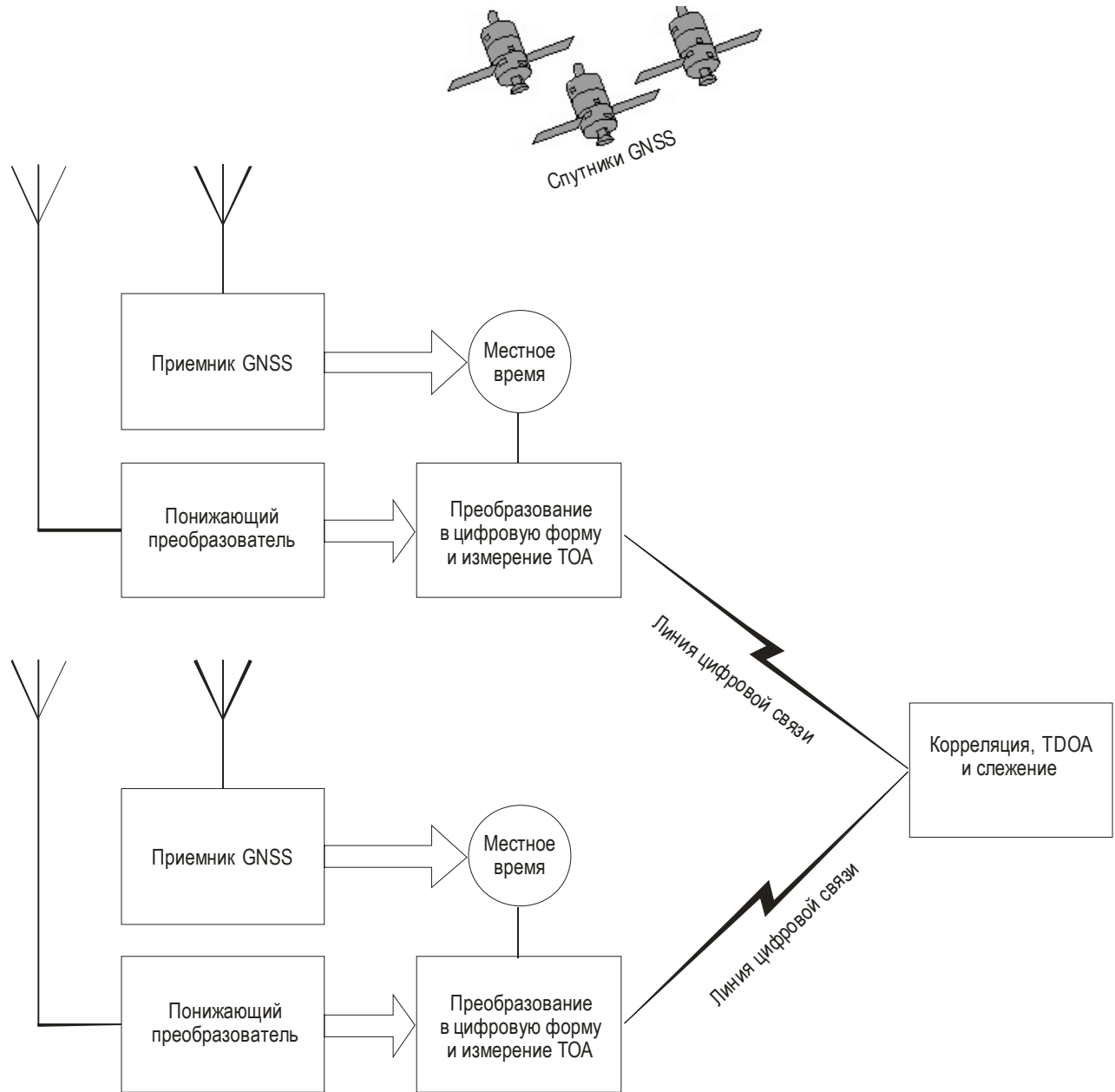


Рис. L-9. Архитектура синхронизации по GNSS

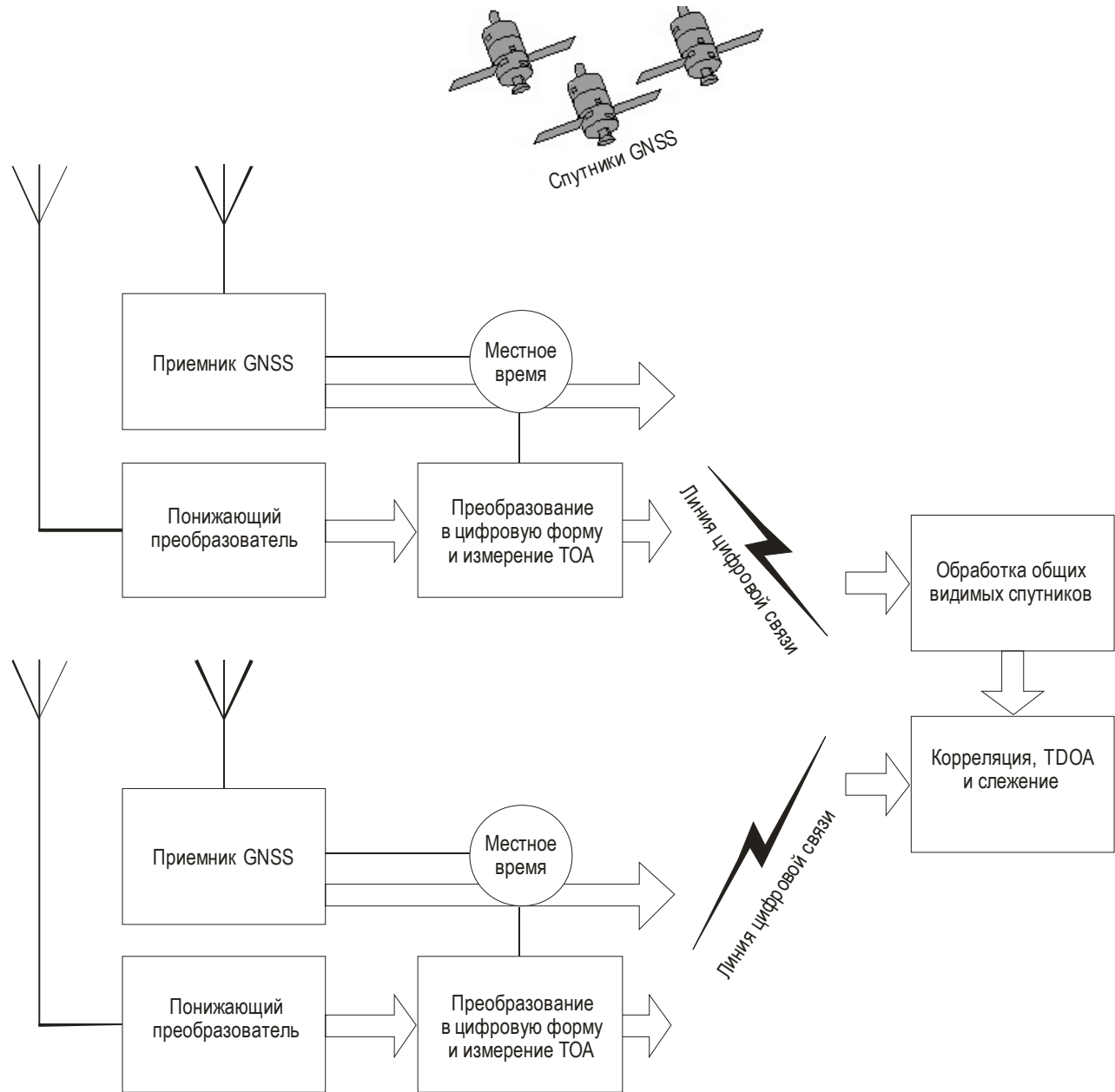


Рис. L-10. Архитектура синхронизации по общим видимым спутникам GNSS

3.9.1 Пассивные системы MLAT

3.9.1.1 Пассивные системы MLAT не запрашивают бортовой приемоответчик; это дает два преимущества в плане использования спектра. Во-первых, для развертывания и использования системы не требуется лицензия на ведение передач. Во-вторых, такая система не приводит к увеличению количества запросов на частоте 1030 МГц или ответов на частоте 1090 МГц.

3.9.1.2 Обычно, пассивные системы MLAT обнаруживают воздушное судно в пределах дальности действия системы, если выполняется одно или несколько из следующих условий:

- a) воздушное судно оборудовано приемоответчиком режима S;
- b) воздушное судно оборудовано приемоответчиком режима A/C и находится в пределах дальности действия одного или нескольких наземных запросчиков;
- c) воздушное судно оборудовано приемоответчиком режима A/C и находится в пределах дальности действия БСПС одного или нескольких воздушных судов.

3.9.1.3 Это означает, что пассивные системы MLAT обычно лучше подходят для использования в:

- a) районах интенсивного воздушного движения с большим количеством воздушных судов, оборудованных БСПС;
- b) районах с существующей инфраструктурой наблюдения на основе МВОРЛ;
- c) районах, где обязательно использование режима S;
- d) районах, где обязательно ADS-B на основе ES.

3.9.1.4 В общем случае пассивные системы MLAT могут не взаимодействовать на малых абсолютных высотах с воздушными судами, имеющими оборудование только режима A/C, поскольку на таких абсолютных высотах меньше запросов в режиме A/C будут достигать воздушных судов, так как воздушные суда могут находиться ниже зоны действия наземных запросчиков.

3.9.1.5 Следует также отметить, что, хотя технически возможно обеспечить отслеживание воздушных судов на основе только самогенерируемых сигналов обнаружения в режиме S, такое наблюдение не дает достаточно информации, необходимой сегодня в эксплуатации. В настоящее время диспетчерам необходимо знать ID воздушного судна и абсолютную высоту по давлению. Эта информация отсутствует в самогенерируемых сигналах обнаружения режима S, но она содержится в ES режима S.

3.9.2 Активные системы WAM

3.9.2.1 Активные системы MLAT выполняют те же функции, что и пассивные системы, и, кроме того, они могут запрашивать свои собственные ответы с борта воздушного судна. Антенна активной системы MLAT значительно проще, чем антенна запросчика МВОРЛ. Необходимая для ВОРЛ вращающаяся антенна в данном случае не требуется; вместо нее может использоваться всенаправленная антенна или антенна секторного обзора.

3.9.2.2 Один из возможных сценариев использования активной системы MLAT заключается в применении ее для наблюдения в районе аэродрома. Для обнаружения воздушных судов, находящихся в пределах дальности действия существующих систем МВОРЛ, могут использоваться пассивные средства. Для обнаружения воздушных судов в зоне захода на посадку на малой абсолютной высоте, когда они оказываются ниже зоны действия существующих систем МВОРЛ, может использоваться запросчик ближнего радиуса действия.

3.9.2.3 В условиях использования режима S воздушные суда могут обнаруживаться системой MLAT по передачам самогенерируемых сигналов. При этом наблюдение за воздушными судами в зоне захода на посадку района аэродрома может улучшиться вследствие более высокой частоты обновления данных, что повышает точность и вероятность обнаружения. В таких условиях конкретные воздушные суда могут избирательно запрашиваться более часто.

3.9.2.4 Активные системы MLAT могут также использоваться для получения конкретных данных с борта имеющих надлежащее оборудование воздушных судов по аналогии с тем, как это имеет место при использовании радиолокаторов режима S. Самогенерируемые сигналы обнаружения в режиме S могут использоваться для пассивного обнаружения воздушного судна по адресу режима S, а запросы в режиме наблюдения могут использоваться для получения таких дополнительных данных, как код режима A, ID воздушного судна (например, позывной) и абсолютная высота по давлению.

3.9.2.5 Применительно к району аэродрома следует иметь в виду, что находящиеся на земле воздушные суда могут отвечать на запросы общего вызова. Целесообразно по возможности разместить функционирующую антенну таким образом, чтобы она не облучала рулежные дорожки или перрон. Другой метод исключения некоторых зон заключается в использовании направленных антенн.

3.9.2.6 Количество нежелательных ответов будет уменьшаться при использовании избирательно адресованных запросов наблюдения. Если они используются совместно с антенной секторного обзора, передачу запросов по линии связи "вверх" можно будет ограничить конкретным сектором.

3.9.2.7 Активные системы MLAT могут также использоваться для расчета удаления цели по аналогии с тем, как это осуществляется системами МВОРЛ и БСПС. Эта информация может дополнять данные о местоположении, рассчитанные с использованием TDOA. Кроме того, она используется для повышения точности данных о местоположении за пределами зоны действия мультилатерации.

3.9.3 Пассивные/активные системы WAM

3.9.3.1 Активные системы WAM обладают преимуществами, однако такие преимущества обеспечиваются за счет потенциально больших помех, когда несколько систем WAM развернуты в районах с высокой плотностью воздушного движения. Использование всенаправленных антенн для запроса ответов в режиме S приводит к значительным помехам, поскольку все воздушные суда с оборудованием режима S, находящиеся в пределах дальности действия сигнала, задействуются на 35 мкс при каждом запросе, потому что они должны декодировать запрос и определить, содержит ли этот запрос их адрес.

3.9.3.2 Все активные системы WAM должны проектироваться таким образом, чтобы они использовали активные передачи только в тех случаях, когда отсутствуют пассивные данные. Например, оборудование ADS-B на основе ES режима S будет обеспечивать в пассивном режиме передачу достаточных для мультилатерации данных и всей обычно необходимой эксплуатационной информации (например, ID воздушного судна и абсолютную высоту по давлению). Если это не требуется для повышения точности, никогда не следует активно запрашивать воздушные суда с оборудованием режима S, которое обеспечивает передачу ES на частоте 1090 МГц (см. п. 3.9.2.7 данного добавления).

4. ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНОЙ ВЫСОТЫ ВОЗДУШНОГО СУДНА

4.1 Существует различие между требованиями к технической и эксплуатационной идентификации. Технически адрес режима S является достаточной информацией для точной привязки новых точек к линии пути. Это означает, что самогенерируемый сигнал обнаружения в режиме S обеспечивает для системы MLAT основу обнаружения и отслеживания воздушного судна, включая измерение его геометрической относительной высоты.

4.2 С другой стороны, в условиях эксплуатации диспетчеру необходимо знать ID воздушного судна (например, позывной) и абсолютную высоту воздушного судна по давлению. Это означает, что активный режим может потребоваться скорее по эксплуатационным, а не техническим соображениям. Передачи в активном режиме не потребуются в случае воздушных судов, оснащенных оборудованием режима S, осуществляющим передачу ES на частоте 1090 МГц, поскольку ID воздушного судна предоставляется в пассивном режиме.

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

5.1 Характеристики приемника

5.1.1 Чувствительность

Чувствительность обычно определяется как сигнал минимальной мощности, который способна обнаружить система. Поскольку мощность любого сигнала падает пропорционально квадрату расстояния (в одном направлении), представляется очевидным, что чувствительность будет определять дальность действия системы MLAT. Кроме того, поскольку точность TOA зависит от отношения сигнала к шуму (SNR), на которое влияет чувствительность, чувствительность влияет также на точность системы.

5.1.2 Динамический диапазон

Динамический диапазон определяет диапазон уровней мощности сигналов, которые могут одновременно обнаруживаться приемником. В идеальном случае приемник должен иметь достаточный динамический диапазон для обнаружения воздушных судов при минимальном и максимальном уровнях требуемого диапазона одновременно. Если это будет невозможно, то сигналы меньшей мощности могут теряться (даже когда их мощность превышает уровень чувствительности) или приемник может перейти в режим сжатия диапазона, при котором искажается выходной сигнал. В этой связи при выборе зоны действия приемника его динамический диапазон и чувствительность должны рассматриваться совместно.

5.1.3 Частота синхронизирующих импульсов

С принципиальной точки зрения, чем больше частота синхронизирующих импульсов, тем выше точность измерений TOA или TDOA.

5.1.4 Задержка

Необходимо знать задержку сигнала между антенной и процессом преобразования сигнала в цифровую форму. У систем единого времени эта задержка значительно больше, чем у систем раздельного времени, поскольку преобразование в цифровую форму осуществляется после передачи сигнала на центральную станцию. Можно полагать, что при вводе в эксплуатацию любой системы MLAT соответствующая групповая задержка будет измеряться и калиброваться. Таким образом, основной вопрос заключается в точности калибровки и изменении задержки в эксплуатации. В этой связи система должна быть спроектирована таким образом, чтобы обеспечивалась калибровка или определение изменения задержки, связанного с изменениями уровня мощности и частоты принимаемых сигналов, а также воздействием внешних условий, обусловленным, например, процессом старения или колебаниями температуры.

5.1.5 Антенны

5.1.5.1 *Выбор антенны.* Выбор антенны при использовании сигналов ВОРЛ на частоте 1090 МГц и GNSS, если это требуется, имеет важнейшее значение и кратко рассматривается в пп. 5.1.5.2 и 5.1.5.3 ниже.

5.1.5.2 *Антенна для сигналов ВОРЛ.* Антенна, используемая для сигналов ВОРЛ, определяется тремя критическими параметрами:

- a) максимальным коэффициентом усиления, который вместе с чувствительностью приемника, определяет зону действия системы;
- b) диаграммой направленности, которая должна ограничивать многолучевое распространение и обеспечивать однородный обзор при заданном угле места. При необходимости, могут использоваться направленные антенны для увеличения дальности действия в заданном направлении;
- c) шириной полосы, которая имеет важное значение для ограничения внутрисполосного шума и улучшения характеристик системы.

5.1.5.3 *Антенна для сигналов GNSS.* Если система использует синхронизацию по GNSS, важно выбрать надлежащую антенну, с тем чтобы свести к минимуму влияние многолучевого распространения и помех. Для уменьшения внутреннего отражения и, тем самым, улучшения VSWR необходимы также различные другие РЧ-компоненты.

5.2 Искажение сигнала

5.2.1 Принимаемые системой сигналы приемопередатчика могут искажаться вследствие совместного влияния многолучевого распространения, синхронных и других помех.

5.2.2 Многолучевое распространение может вызвать нескольких отражений одного и того же сигнала от земли, воды, зданий или других воздушных судов. Выбор антенны может способствовать уменьшению влияния многолучевого распространения.

5.2.3 Расхождения короткого маршрута приводят к тому, что один и тот же ответ поступает в различные моменты времени с перекрытием импульсов. Обычно прямой и наиболее короткий маршрут будет соответствовать более высокому уровню сигнала в сравнении с отраженными маршрутами. Эти перекрывающиеся, но ослабленные импульсы вызывают деформацию формы импульса прямого принимаемого сигнала и могут оказывать серьезное влияние на точность ТОА.

5.2.4 Расхождения длинного маршрута приводят к получению нескольких вариантов одного и того же ответа. Если это не будет обнаружено, могут возникнуть фиктивные линии пути.

5.2.5 Синхронные помехи возникают в том случае, когда принимаются два или более различных сигналов, которые накладываются во времени. Вероятность возникновения синхронных помех для любого данного сигнала возрастает при увеличении плотности сигналов ВОРЛ в пространстве.

5.2.6 Многолучевое распространение и синхронные помехи оказывают влияние на точность приемников системы мультilaterации, а также на вероятность обнаружения. Во многих случаях, в частности в условиях многолучевого распространения, для обеспечения идентификации сам сигнал может быть в достаточной степени восстановлен. Однако деформация сигнала сказывается на точности любых измерений ТОА и перекрестной корреляции. Точность можно обеспечить путем отбраковывания таких сигналов, однако это скажется на вероятности обнаружения.

5.2.7 В том случае, когда в приемнике возникают помехи более высоких уровней в сравнении с расчетными, эти помехи также будут снижать точность. Это происходит по той причине, что SNR принимаемого сигнала оказывает непосредственное влияние на точность. Если значение SNR особенно неудовлетворительное, это может также сказаться на вероятности обнаружения и возможности декодирования. В целом, приемники системы мультilaterации являются сравнительно узкополосными, рассчитанными на сигналы на частоте 1090 МГц, и поэтому помехи являются либо непосредственно внутриполосными (например, обусловлены другими системами, работающими в полосе 1090 МГц), либо представляют собой случайные боковые полосы других систем (например, DME).

5.3 Базовые линии системы

5.3.1 Базовая линия системы определяется как расстояние между соседними станциями. Минимальная относительная высота, до которой система MLAT может видеть вниз, определяется базовой линией приемников. В системе МВОРЛ минимальная относительная высота обнаружения определяется радиолокационным горизонтом. В случае системы MLAT необходимо учитывать радиолокационный горизонт нескольких приемников.

5.3.2 Минимальная относительная высота обнаружения определяется горизонтом нескольких приемников. Для получения трех координат местоположения цель должна видеть четыре или более приемников. В том случае, когда цель наблюдается только тремя приемниками, местоположение можно определить, если информация об относительной высоте предоставляется из другого источника (например, режим C).

5.3.3 На рис. L-11 показано влияние кривизны земной поверхности на видимость воздушного судна, при этом предполагается равнинная местность с расположением приемников на уровне земли. В данном случае цель видна для $R \times 0$ и $R \times 2$, но не для $R \times 1$. Из этого рисунка можно видеть, что, чем шире разнесены приемники системы MLAT, тем хуже обнаружение, обеспечиваемое системой MLAT на малых высотах.

5.3.4 Наиболее простая схема системы мультilaterации включает четыре приемника, как это показано на рис. L-12. Обычно, для обеспечения наблюдения на малых высотах используются базовые линии в 10–20 м. миль. Однако в любых конкретных условиях размещения системы необходимо учитывать влияние местности и относительных высот антенн.

5.3.5 Упомянутую простую схему можно нарастить путем добавления приемников для увеличения зоны наблюдения, обеспечивая при этом наблюдение на малых высотах. На рис. L-13 показана система из пяти приемников, которая обеспечивает весьма равномерную зону наблюдения, а также система из шести приемников, обеспечивающая вытянутую зону наблюдения. Систему можно нарастить до любого числа приемников, обеспечивая охват любого района, хотя могут возникнуть ограничения, обусловленные возможной архитектурой.

5.3.6 В случае обширных районов наблюдения с использованием многих приемников следует иметь в виду, что GDOP диктует выбор определенных схем как более приемлемых в сравнении с другими схемами (см. рис. L-14). При этом речь идет не просто об определении геометрии системы с наименьшей плотностью приемников.

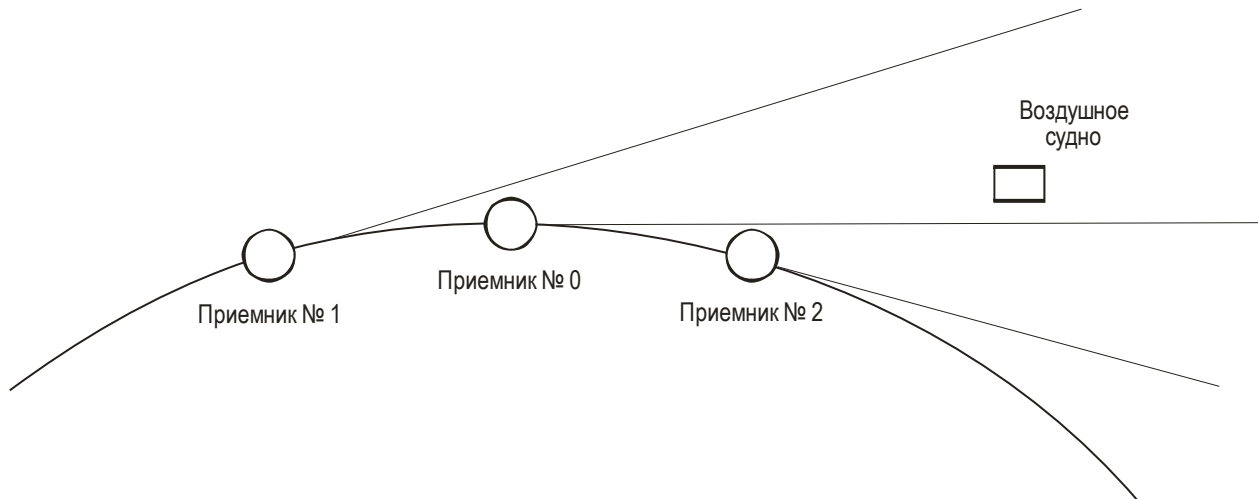


Рис. L-11. Изменение прямой видимости в зависимости от базовой линии

5.4 GDOP

5.4.1 GDOP представляет собой параметр, который влияет на получаемую при мультilaterации точность местоположения, увязывая точность TDOA с точностью местоположения. Это описывается приведенным ниже уравнением, которое связывает среднеквадратичное значение точности местоположения в трех координатах со среднеквадратичным значением точности TDOA:

$$\sigma_{xyz} = GDOP \times \sigma_{TDOA}$$

5.4.2 Значение GDOP меняется в зависимости от местоположения цели по отношению к приемникам; в этой связи при различных местоположениях цели или схемах размещения приемников может не обеспечиваться аналогичная точность даже при одинаковой точности TDOA.

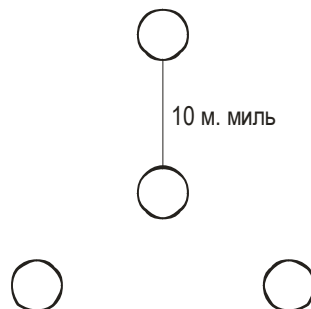


Рис. L-12. Простая схема из четырех приемников

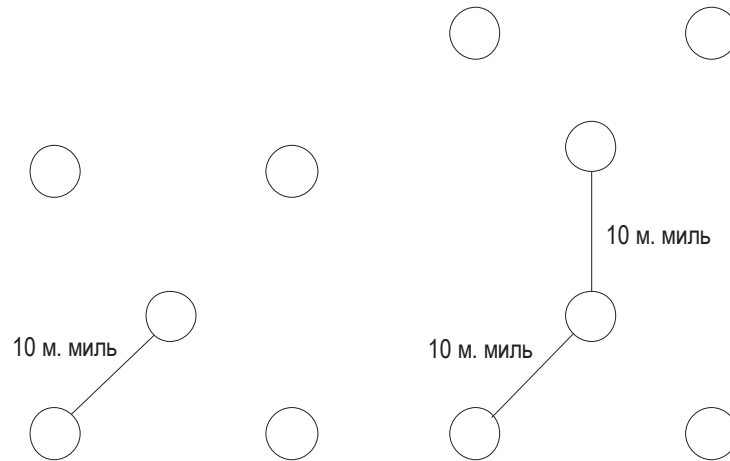


Рис. L-13. Расширенные схемы из пяти и шести приемников

5.4.3 Значение GDOP можно разбить на ряд составляющих:

- TDOP, т.е. DOP по времени; может отсутствовать для систем TDOA, поскольку время передачи не требуется;
- HDOP, т.е. DOP по горизонтали; среднеквадратичное значение геометрических погрешностей x и y (в горизонтальной плоскости). Это значение обычно меньше, чем аналогичное значение DOP (см. подпункт с) ниже);
- VDOP, т.е. DOP по вертикали; вертикальный компонент DOP, определяющий точность относительной высоты. Значение VDOP возрастает по мере уменьшения относительной высоты воздушного судна (т. е. меньшие абсолютные высоты являются менее точными).

5.4.4 Применительно к RVSM обычно строятся графики изменения VDOP. На рис. L-14 показаны VDOP и HDOP для топологии, представленной на рис. L-1, и относительной высоты воздушного судна 35 000 футов.

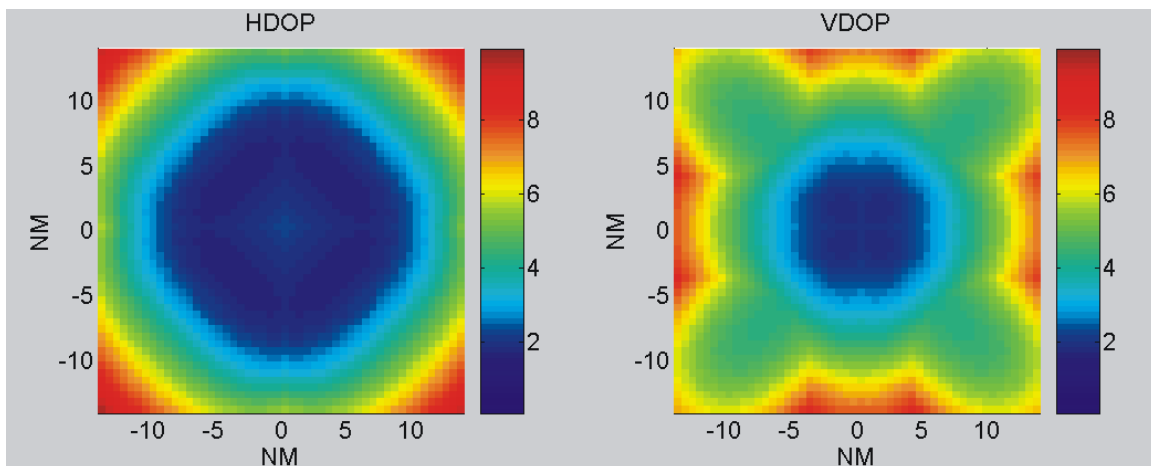


Рис. L-14. GDOP для схемы размещения приемников, показанной на рис. L-1

5.5 Работа только с режимом A/C

В том случае, когда система MLAT используется для обнаружения воздушных судов, оборудованных только приемопередатчиками режима A/C, необходимо учитывать ряд аспектов. Эти аспекты рассматриваются ниже.

5.5.1 Вероятность обнаружения

5.5.1.1 Вероятность обнаружения при использовании системы МВОРЛ зависит от вероятности получения ответа от бортового приемопередатчика, когда он возбуждается запросом от системы МВОРЛ. В случае пассивной системы MLAT управление запросами отсутствует, следовательно вероятность обнаружения воздушных судов только с приемопередатчиками режима A/C зависит от запросов, сделанных существующими системами МВОРЛ или другими воздушными судами с оборудованием БСПС. Поэтому вероятность обнаружения будет зависеть от существующей наземной инфраструктуры и других воздушных судов.

5.5.1.2 Это означает, что воздушные суда, выполняющие полеты по маршрутам в районах, где развернуты системы МВОРЛ, будут иметь высокую частоту ответов и, следовательно, высокую вероятность обнаружения. Для воздушных судов, выполняющих полеты на малых высотах, частота ответов будет менее стабильной. В районах аэродромов, где отсутствуют системы МВОРЛ, может потребоваться использовать активную систему для получения приемлемой вероятности обнаружения воздушных судов на малых высотах.

5.5.2 Переключение кодов

5.5.2.1 Без дополнительной справочной информации представляется не всегда возможным однозначно отличить передачи бортовых приемопередатчиков в режиме 1, 2, 3/A или C.

5.5.2.2 В случае гражданского воздушного судна система должна различать режимы A и C. Режим C использует только 2048 кодов в отличие от режима A, который использует 4096 кодов. В этой связи представляется возможным однозначно определить 50 % кодов режима A по присутствию импульса D1, поскольку этот импульс не используется в ответах в режиме C. Декодирование остальных кодов режимов A и C может осуществляться в алгоритмах слежения с учетом измеренной относительной высоты воздушного судна. При этом остается некоторая неопределенность результата в том случае, когда выделенный код режима A представляет собой абсолютную высоту в режиме C, близкую к измеренной относительной высоте воздушного судна. Геометрическая относительная высота может отличаться от абсолютной высоты по давлению на более чем 1000 футов. Это означает, что для любого данного эшелона полета существует более 20 перекрывающихся кодов. Частота переключения кодов режима A/C может быть значительно уменьшена, если известно местное барометрическое давление. Это значительно уменьшит количество перекрывающихся кодов.

5.5.2.3 Военные воздушные суда вводят другой уровень неопределенности, поскольку они используют режим 1/2, а также режимы 3/A и C. Режим 1/2 может использовать все 4096 кодов, которые, таким образом, являются неотличимыми от кодов режима A, если неизвестны запрос или фактические распределения кодов. Для районов с высокой плотностью воздушного движения характерно значительно большее количество запросов в режиме A/C, чем в режиме 1/2. Это позволяет делать некоторые предположения, исходя из частоты кодовых сигналов, получаемых от цели.

5.5.2.4 В целом, система MLAT непосредственно увязывает некоторую серию кодов с линией пути воздушного судна. В случае гражданского воздушного судна представляется возможным различить коды режимов A и C, хотя для небольшого числа кодов неопределенность сохраняется. В случае военного воздушного судна неопределенность возрастает, особенно в части различия режима A и режима 1/2.

6. ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ WAM

6.1 Наблюдение на маршруте

6.1.1 Данный вид применения предусматривает дальнейшее наблюдение на абсолютных высотах порядка 29 000–41 000 фут. Для маршрутных видов применения считается приемлемым использовать типичную систему WAM из пяти приемников, размещенных в виде квадрата, имеющую большую базовую линию в 60 м. миль и обладающую следующими техническими характеристиками (см. таблицу L-2):

Таблица L-2. Предполагаемые характеристики WAM

Параметр	Значение
Чувствительность	–85 дБмВт
Коэффициент частоты ответов	2,5
Антенна	Антенна DME с углом между максимумом диаграммы направленности и осью симметрии в 3°
Ширина полосы	22 МГц
Мощность передачи	24 дБВт (типичный уровень мощности передачи ВОРЛ)
Точность синхронизации	1 нс

6.1.2 На рис. L-15 показана зависимость точности от дальности для упомянутой выше WAM и типичной системы МВОРЛ, рассчитанная для абсолютной высоты 35 000 фут. Показана только горизонтальная точность, поскольку система МВОРЛ не может вычислять относительную высоту. При необходимости, можно использовать дополнительные разнесенные приемники с базовой линией в 60 м. миль, разместив их в виде пятиугольника, шестиугольника и т. д. Однако это будет в основном осуществляться для обеспечения надлежащего приема сигналов или требуемой зоны действия, поскольку такое решение не будет оказывать существенного влияния на точность, и в этой связи это не отражено на рис. L-15.

6.1.3 Показанные на рис. L-15 диаграммы соответствуют точности синхронизации в 1 нс, которая может быть обеспечена, используя метод синхронизации по совместно видимым спутникам GNSS. В случае менее точных методов будет отмечаться некоторое ухудшение горизонтальной точности и более значительное ухудшение вертикальной точности.

6.1.4 Белая зона по кромке диаграммы WAM соответствует максимальной дальности возможной видимости воздушного судна; при более коротких базовых линиях эта зона отсутствия обслуживания будет сокращаться, однако точность будет быстро снижаться. Использование расстояния в 60 м. миль считается приемлемым компромиссом между этими двумя противоречащими друг другу требованиями, хотя следует отметить, что не во всех архитектурах синхронизации могут использоваться базовые линии такой длины. Однако это сокращает полный обзор, поскольку не только ближайшая станция должна видеть воздушное судно. Например, если взять правый верхний угол диаграммы, приведенной на рис. L-15 слева, то сигнал ВОРЛ должен принимать не только крайний правый верхний приемник, но также центральный приемник, левый верхний и правый нижний приемники. Эта особенность, являющаяся общей для всех систем MLAT, означает, что зона действия будет ограничиваться условиями прямой видимости при меньших дальностях в сравнении с системой, включающей одну станцию.

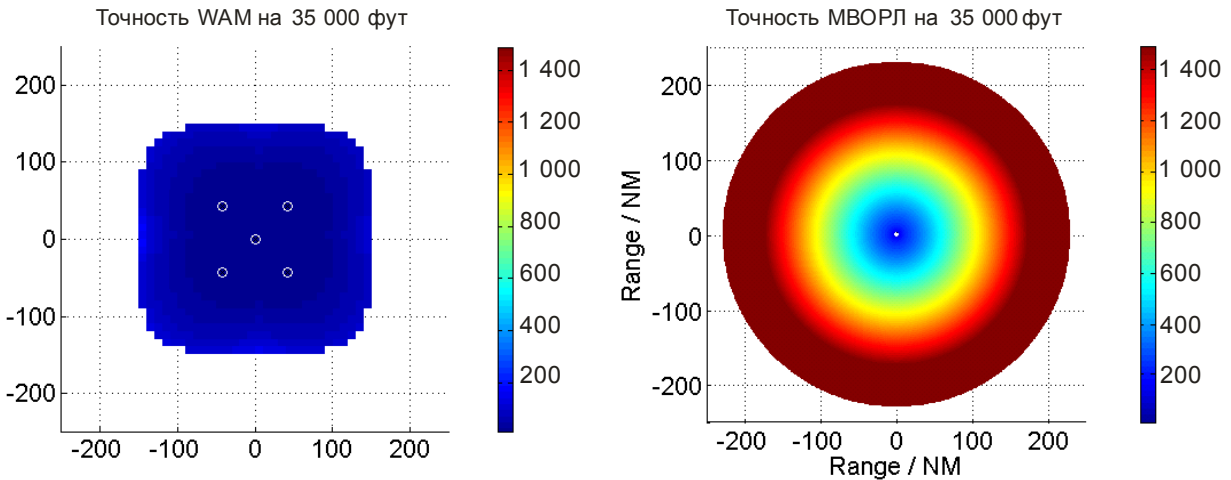


Рис. L-15. Сравнение точности WAM и MBORL (фут) при наблюдении на маршруте

6.1.5 Для получения зоны действия WAM более примерно 180 м. миль имеются три возможности:

- сформировать неразрывную одну систему, включающую много приемников, как это показано на рис. L-16;
- использовать несколько комплектов приемников, как это показано на рис. L-17;
- поднять относительные высоты станций – это, вероятно, также потребуется для MBORL с целью обеспечения зоны действия в 250 м. миль.

6.1.6 В тех случаях, когда протяженность зоны действия значительно превышает базовую линию, вероятно наиболее экономически эффективным окажется второй вариант, предусматривающий использование отдельных подгрупп станций для формирования полной системы. В этом случае по-прежнему можно использовать одну станцию обработки данных, если архитектура синхронизации будет приемлема для необходимых в таком случае больших базовых линий.

6.1.7 Представляется очевидным, что в пределах своей зоны действия система WAM является гораздо более точной в сравнении с MBORL, за исключением очень коротких дальностей (<10 м. миль), где могут получаться аналогичные результаты (см. рис. L-15).

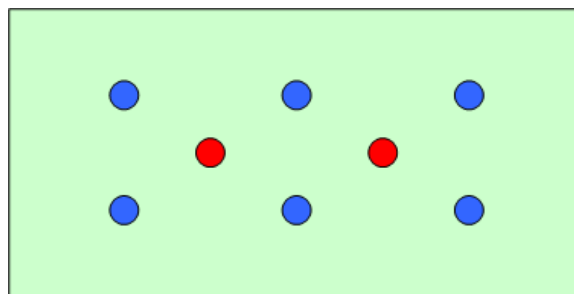


Рис. L-16. Продленная схема с несколькими приемниками

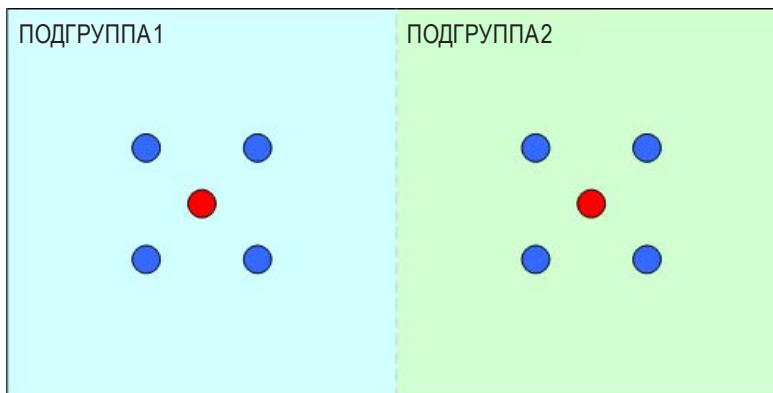


Рис. L-17. Продленная схема с несколькими системами

6.2 Наблюдение в районе аэродрома

6.2.1 Для наблюдения в районе аэродрома обычно характерны более низкие абсолютные высоты и более короткие дальности в сравнении с наблюдением на маршруте. На рис. L-18 показаны точности типичной системы МВОРЛ, а на рис. L-19 показан ряд систем WAM с различными базовыми линиями для дальности действия до 60 м. миль и при значениях высоты 1000 и 3000 фут.

6.2.2 Как показано на рис. L-19, если обеспечивается достаточная зона действия, то система WAM обычно превосходит характеристики точности МВОРЛ. На малых относительных высотах доминирующим условием является прямая видимость, а не требования к чувствительности или антеннам.

6.2.3 Приведенный на рис. L-20 график показывает уменьшение обзора при увеличении базовой линии, исходя из того, что максимальное расстояние видимости для приемника составляет 38,9 м. мили (значение 1000 фут основано на показателе эквивалентного радиуса земли в 4/3). Можно видеть, что в случае воздушного судна на высоте 1000 фут базовая линия нулевой длины обеспечивает максимальную дальность в 38,9 м. мили. С увеличением базовой линии дальность действия системы при высоте в 1000 фут будет уменьшаться. Когда базовая линия достигает длины 38,9 м. мили, становится невозможным видеть любое воздушное судно на высоте 1000 фут, поскольку это воздушное судно будет видно для недостаточного количества приемников.

6.3 Подтверждение характеристик ADS-B

WAM может использоваться для контроля характеристик систем ADS-B. Функции, которые может осуществлять система мультилатерации, заключаются в следующем:

- a) *Подтверждение точности навигации.* Данные ADS-B могут сверяться с данными системы мультилатерации для проверки характеристик бортового оборудования, касающихся выдерживания линии пути.
- b) *Контроль целостности ADS-B.* WAM может использоваться для контроля целостности ADS-B как метода наблюдения. Получаемые в результате мультилатерации данные могут использоваться для анализа безопасности полета и контроля целостности эксплуатируемых систем. Например, выявление систематической погрешности местоположения воздушного судна представляет собой серьезную проблему в случае наблюдения только на основе ADS-B, а система WAM может определить это немедленно.

- с) *Защита от ложных радиопередач.* ADS-B чувствительно к ложным радиопередачам. Системы WAM могут использоваться для идентификации подлинного воздушного судна и источника ложных передач.
- д) *Наблюдение при переходе на ADS-B.* WAM может обеспечивать основанное на наземных средствах наблюдение, аналогичное наблюдению с использованием существующих систем МВОРЛ. Кроме того, каждый приемник может функционировать как работающий на частоте 1090 МГц приемник ADS-B, обеспечивая наблюдение для воздушных судов, оснащенных и не оснащенных оборудованием ADS-B.

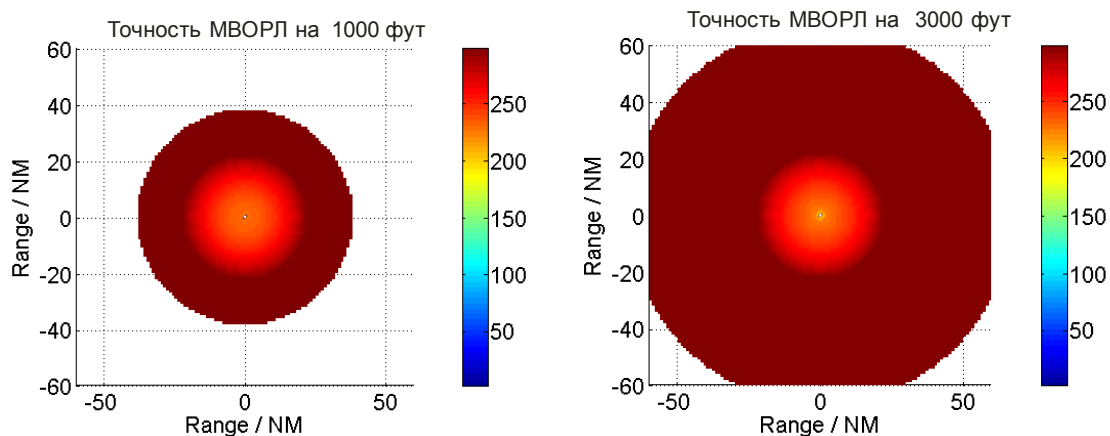


Рис. L-18. Точность МВОРЛ (фут) в районе аэродрома

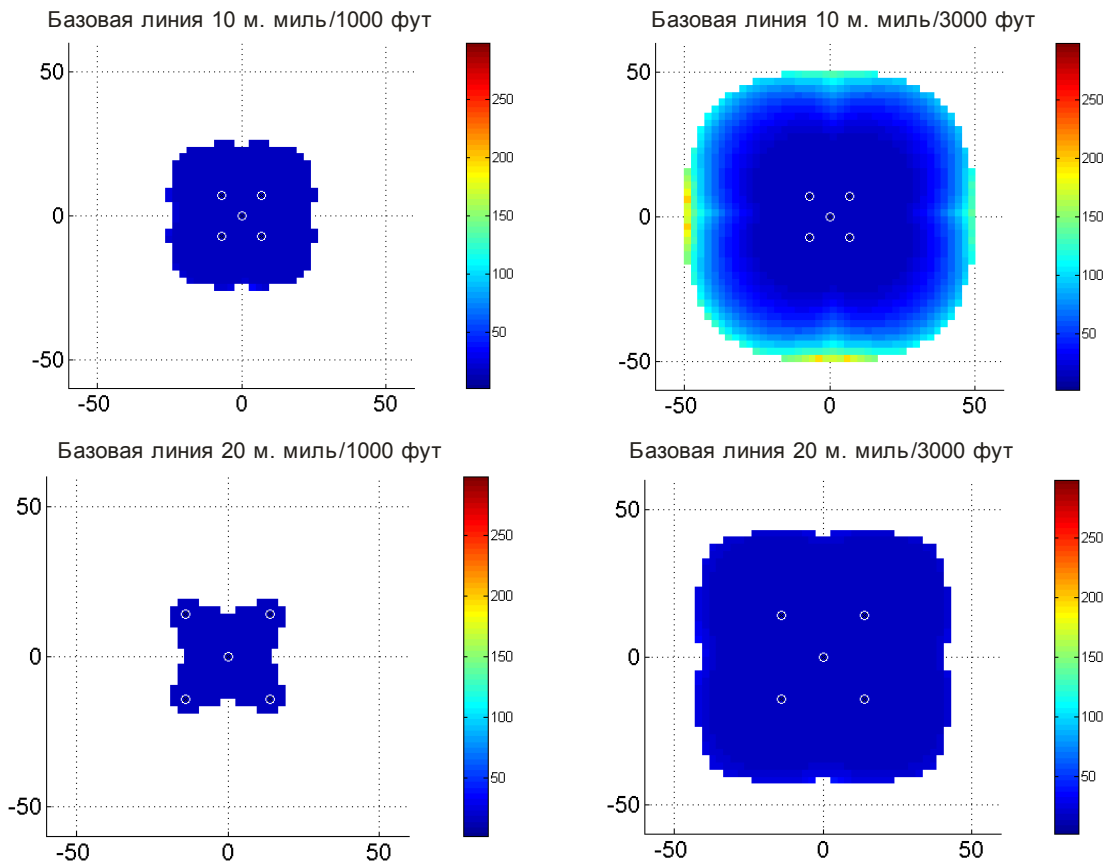


Рис. L-19. Точность WAM (фут) в районе аэродрома

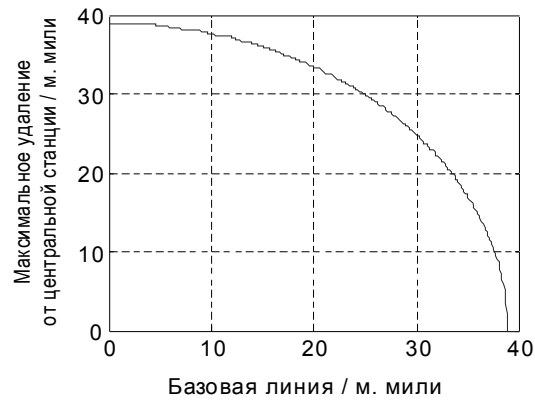


Рис. L-20. Изменение максимальной дальности действия при 1000 фут с увеличением базовой линии

Добавление М

АСПЕКТЫ ПОМЕХ

1. ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ

1.1 Используемые при обеспечении УВД системы ВОРЛ, ADS-B, БСПС и военные системы IFF работают на одних и тех же частотах (1030 МГц и 1090 МГц) (см. рис. М-1). Технические или эксплуатационные изменения в одной из упомянутых выше систем затрагивают саму систему, влияют на другие системы, работающие на тех же частотах, и даже на системы, работающие на соседних частотах (например, DME). На рис. М-2 показаны системы, работающие на частотах 1030/1090 МГц, в полосе авиационного диапазона частот 960–1215 МГц. Системам MLAT не обязательно требуются активные запросы, но они могут их использовать.

1.2 Возможность свободного использования частот 1030 МГц и 1090 МГц в любом конкретном воздушном пространстве зависит от количества и распределения воздушных судов, наземных/бортовых запросчиков и частоты их запросов. Поскольку в большинстве случаев каждый запросчик работает независимо от других, на него отрицательно влияют помехи, создаваемые ответами на запросы других наземных или бортовых устройств, и в дополнение к этому он может не получить ответы от приемопередатчиков, которые заняты другими запросчиками в момент, когда он пытается установить с ними контакт.

1.3 Помехи могут привести к снижению характеристик системы в результате потери или передачи неверной информации. Причинами снижения характеристик является в основном занятость приемопередатчика и искажение радиочастотного сигнала. Занятость приемопередатчика не позволяет поступающим в приемопередатчик достоверным сигналам вызвать передачу требуемого ответа. Радиочастотные сигналы как по линии связи "вверх", так и по линии связи "вниз" могут искажаться другими накладываемыми радиочастотными сигналами, которые затрудняют или не позволяют осуществлять правильное декодирование требуемых сигналов. Степень снижения характеристик зависит от загруженности канала.

1.4 Например, приемопередатчик режима A/C может передавать неверную информацию, если запрос в режиме С трансформируется в кажущийся запрос в режиме А. Это может вызываться мешающим импульсом другого запроса, который поступает вслед за подлинным импульсом P_1 , отставая от него на 8 мкс или, возможно, 13 мкс. Если мешающий импульс попадает в интервал перед импульсом P_1 в режиме А или С, это также приведет к ответу с выдачей неверной дальности и, возможно, в неправильном режиме. Потеря информации происходит при запросе приемопередатчика, когда он либо находится в заблокированном состоянии, либо передает ответ на запрос другого запросчика.

1.5 Когда приемопередатчик режима S работает с наземными станциями, функционирующими только в режиме A/C, то возникающие в результате помех проблемы будут точно такими же, как для приемопередатчиков режима A/C. Однако использование наземных станций режима S совместно со станциями режима A/C приведет к другим механизмам возникновения помех, влияние которых будет зависеть от многих факторов, включая количество приемопередатчиков режима S и режима A/C, а также тип используемого протокола режима S. В таких условиях воздействие БСПС в некотором отношении похоже на воздействия наземной станции режима S, но может приводить к другим механизмам помех вследствие более высокой плотности запросчиков.

1.6 Помехи в линии связи "вверх" отличаются от помех в линии связи "вниз". При совместном использовании в одном и том же воздушном пространстве оборудования режима A/C и режима S влияние помех на каждую систему будет различным. Например, приемопередатчик режима A/C запирается запросом в режиме S в то время, как приемопередатчик режима S будет обрабатывать запросы и передавать ответы, если запросы правильно ему адресованы.

1.7 Возникающие при работе системы ВОРЛ помехи могут быть сведены к минимуму за счет использования:

- a) минимально возможного уровня мощности передатчика, при котором обеспечиваются требуемые характеристики,
- b) минимальной частоты запросов, которые при этом не должны быть синхронными с запросами любой другой наземной станции с перекрывающейся зоной действия.

1.7.1 Для исключения синхронных помех можно также использовать смещение частоты повторения импульсов (PRF).

1.8 Обработка поступающих радиочастотных сигналов с целью принятия запросов не может осуществляться приемопередатчиком при следующих условиях:

- a) если приемопередатчик заблокирован внутренним сигналом, поступающим от другого бортового оборудования воздушного судна, осуществляющего в данный момент ВЧ-передачу (например, БСПС, UAT, DME);
- b) если приемопередатчик осуществляет в данный момент цикл приемапередачи; или
- c) если приемопередатчик не может декодировать сигналы в режиме A/C из-за приема пары импульсов подавления P1-P2 (до истечения периода подавления).

1.9 Важным фактором сокращения загруженности канала является использование минимального числа запросчиков в любом данном воздушном пространстве при соблюдении эксплуатационных требований. Комбинация из кодов II и SI позволяет однозначно идентифицировать 78 различных запросчиков или групп объединенных запросчиков. Такая возможность однозначной идентификации предусмотрена для того, чтобы упростить присвоение кодов запросчиков.

1.10 Когда это возможно, наземные запросчики режима S должны работать в связанной группе. Это снижает потребность в IS и уменьшает помехи на канале линии связи "вниз", поскольку последующий захват цели будет осуществляться наземной сетью, координирующей работу группы.

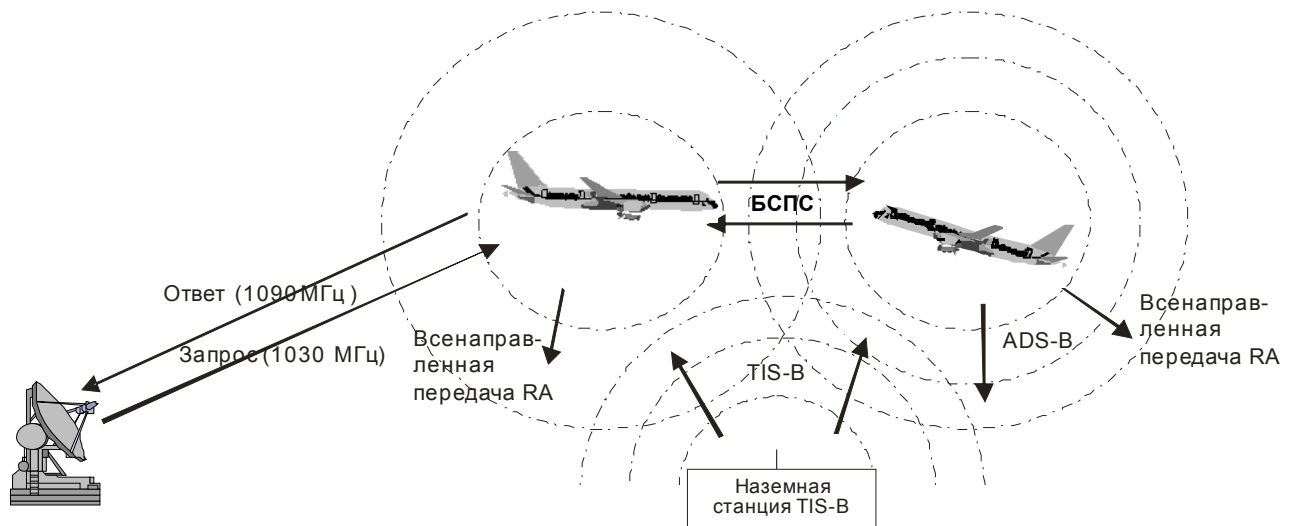


Рис. М-1. Использование частот 1030/1090 МГц в гражданских целях

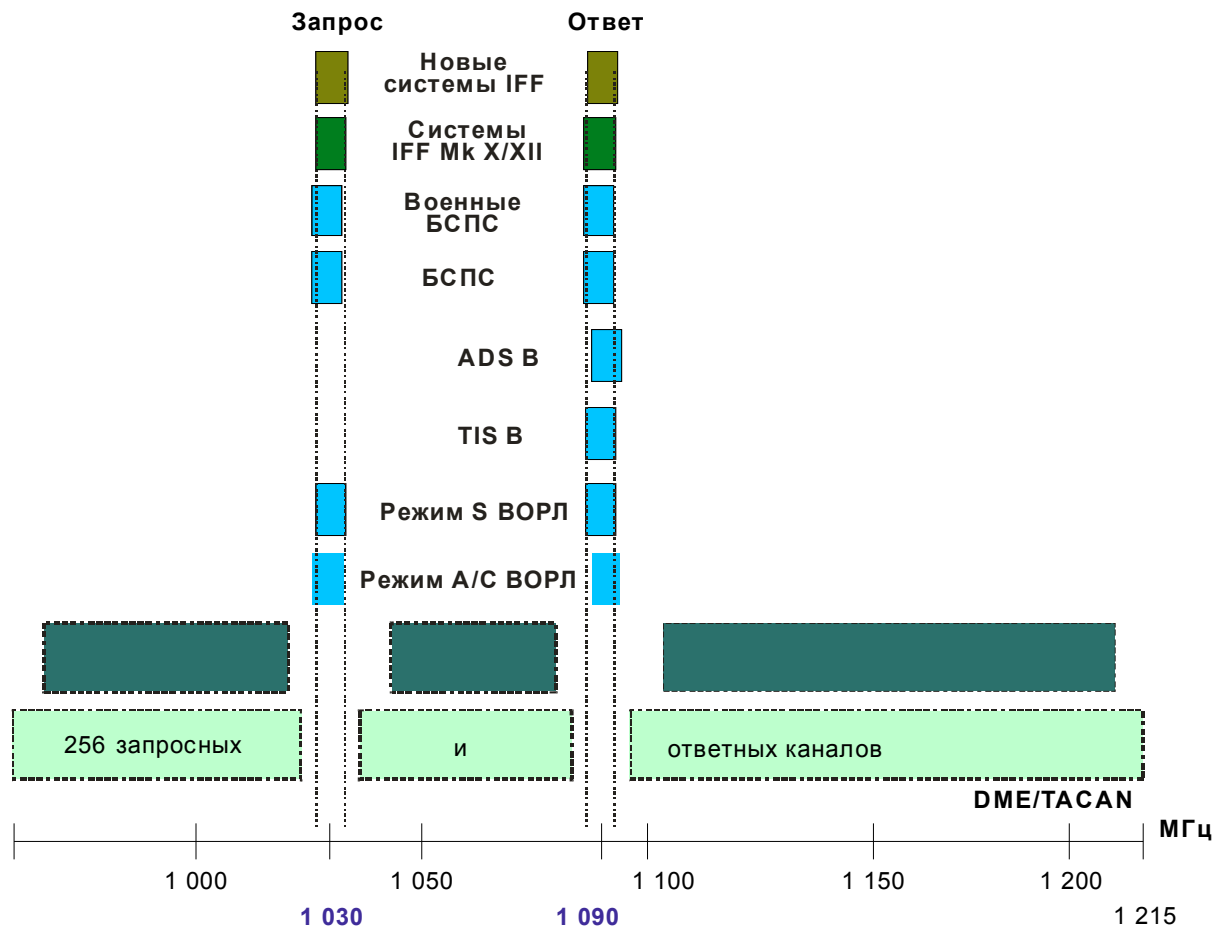


Рис. М-2. Каналы и частоты в авиационном диапазоне частот 960 –1215 МГц

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ОТМЕНЫ БЛОКИРОВКИ

Запросы общего вызова только в режиме S могут обеспечить основу обнаружения воздушных судов с оборудованием режима S запросчиками, которые должны получать данные идентификации с помощью режима S, но не могут иметь код II, присвоенный на весь период использования режима S. См. добавление F в отношении подробной информации о данном методе обнаружения.

3. ВОЕННЫЕ ОПЕРАЦИИ

3.1 Общие положения

3.1.1 Важным условием поддержания целостности и безопасности воздушного пространства над территорией любого государства является обеспечение надежной идентификации объектов в воздушном пространстве, используя непрерывное отображение текущей воздушной обстановки в конкретном районе.

3.1.2 Полоса частот вокруг 1030/1090 МГц предназначена для совместного использования в гражданских и военных целях. Исходя из этого, для обеспечения целостности аэронавигационных систем может потребоваться ограничить в мирное время полеты военных воздушных судов и проведение учений и тренировок с участием военных воздушных судов.

3.1.3 В этой связи выделение/предоставление частот для некоторых военных операций может осуществляться только с ограничениями в отношении мощности сигналов в некоторых направлениях, режимов работы оборудования, использования режимов запросов и пр.

3.1.4 В качестве меры предосторожности следует определить порядок связи для обеспечения необходимой координации.

3.2 Подвижные запросчики

3.2.1 Помимо фиксированных наземных станций военных власти могут использовать подвижные запросчики (например, корабельные РЛС). В этой связи необходимо предусмотреть соответствующие соглашения между гражданскими и военными органами, разрешающие использование этих средств, но таким образом, чтобы в любой момент обеспечивалась безопасная деятельность всех пользователей.

3.2.2 В целом, используя налаженную связь между гражданскими и военными органами, должно быть возможным немедленно остановить и прекратить любые операции, которые создают угрозу безопасности полетов. В этой связи могут применяться ограничения на районы, время, операции и режимы запросов.

3.2.3 Плотность подвижных запросчиков, характеристики их передач и режимы запросов могут оказывать негативное воздействие на безопасное обеспечение ОВД в некоторых районах. Представляется целесообразным ограничить использование подвижных запросчиков вблизи крупных аэропортов. Можно ограничить или даже запретить осуществлять некоторые или все виды запросов в районе аэродромов. Другая возможность заключается в установлении минимального расстояния до крупного аэропорта или района аэродрома, на котором подвижные запросчики могут функционировать, а также максимальной мощности запросов в некоторых направлениях.

3.2.4 Использование бортовых запросчиков требует особого внимания, и, учитывая относительную высоту запросчика, может затрагиваться большой район. В этой связи бортовым запросчикам рекомендуется использовать запросы конкретных целей и работать только в соответствии с требованиями задания.

3.2.5 Обычно, для исключения конфликтов с неподвижными запросчиками режима S подвижные запросчики режима S должны использовать код II НОЛЬ (0). Более подробная информация по данному вопросу приведена в добавлении F.

4. СИСТЕМА MLAT

4.1 Система мультilaterации является в основном пассивной системой, однако для обеспечения определенного уровня характеристик она может использовать запросы. Активные системы WAM могут использоваться в зонах подхода и полетов по маршруту. Однако необходимо проявлять осторожность с целью ограничения запросов. В таких случаях избирательные запросы оказывают сильное воздействие на доступность приемопередатчика вследствие использования всенаправленных антенн.

4.2 Значительные уровни запросных сигналов БСПС могут свести возможность использования приемопередатчика до уровня, когда существенным фактором начинают становиться повторения последовательного опроса. Однако эта проблема решается динамически активной WAM, которая может отменить последовательный опрос при наличии сообщений об абсолютной высоте БСПС.

5. САМОГЕНЕРИРУЕМЫЙ СИГНАЛ ОБНАРУЖЕНИЯ И ES

5.1 Общие положения

5.1.1 Существует возможность подавлять самогенерируемый сигнал обнаружения в будущем. В случае быстрого внедрения ADS-B OUT такая возможность может помочь преодолеть вредное влияние несинхронных помех в районах с высокой плотностью воздушного движения. Кроме того, установленная максимальная частота ES 6,2 раза в секунду является почти предельной в районах с высокой плотностью воздушного движения. В этой связи следует контролировать использование РЧ-сигналов, обеспечивая проведение, при необходимости, соответствующих измерений.

5.1.2 Самогенерируемый сигнал обнаружения можно не использовать, когда все БСПС смогут работать с ES. В этом случае самогенерируемые сигналы обнаружения будут передаваться только тогда, когда отсутствуют данные для наполнения сообщений ES. Исключение периодических передач самогенерируемых сигналов обнаружения, когда будут использоваться сигналы ES, позволит значительно уменьшить несинхронные импульсные помехи, связанные с $DF = 11$. Однако дополнительные несинхронные помехи (вследствие передачи ES всеми воздушными судами) превышают снижение несинхронных импульсных помех от $DF = 11$.

5.1.3 В целом, необходимо признать, что обладающий высокими характеристиками приемник может испытывать негативное влияние сильных несинхронных помех в районах с высокой плотностью воздушного движения и вследствие этого будет демонстрировать характеристики не лучшие, чем "обычный" приемник. С другой стороны, в районах с низкой плотностью воздушного движения приемник с высокими характеристиками позволит значительно увеличить зону обслуживания.

5.2 Непрерывное использование ES с максимальной частотой передачи

Передача ES неблагоприятно влияет на канал линии связи "вниз" на частоте 1090 МГц вследствие возрастающего количества воздушных судов, имеющих соответствующее оборудование. В районах с высокой плотностью воздушного движения даже канал линии связи "вверх" на частоте 1030 МГц подвергается неблагоприятному влиянию непрерывной передачи самогенерируемого сигнала с частотой 6,2 Гц вследствие дополнительных повторных запросных сигналов в режиме S. Хотя количество повторных запросов возрастает, ухудшение характеристик вследствие дополнительной нагрузки на каналы невозможно полностью компенсировать.

5.3 Наземная всенаправленная передача

5.3.1 Информация о воздушном движении или полетная информация может представлять интерес для авиации общего назначения и может предоставляться с помощью линии прямой связи или всенаправленных передач.

5.3.2 В районе с низкой плотностью воздушного движения работа соседней наземной станции, ведущей передачи на частоте 1090 МГц, только незначительно сказывается на характеристиках ВОРЛ. С другой стороны, в районах с повышенной плотностью воздушного движения характеристики режима A/C и БСПС могут ухудшиться существенно.

5.3.3 Влияние на характеристики ВОРЛ режима A/C будет сильнее, если получат широкое распространение станции ADS-B/TIS-B, оснащенные всенаправленными антеннами (т.е. не только для заполнения разрывов в зоне обслуживания). Влияние на обнаружение в режиме S должно быть незначительным вследствие того, что в случае неудачи может осуществляться повторный запрос.

5.3.4 Если наземная всенаправленная передача на частоте 1090 МГц используется во всем районе, будут возникать критические ситуации, поскольку на работу некоторой станции ВОРЛ может влиять несколько станций. В таком случае общая загруженность станции ВОРЛ сигналами на частоте 1090 МГц равняется, по крайней мере, сумме отдельных всенаправленных передатчиков. Необходимо проявлять осторожность и принимать меры к тому, чтобы передачи наземных всенаправленных станций были ниже соответствующих уровней сигналов для сведения к минимуму их влияния на инфраструктуру наблюдения и БСПС.

6. ОГРАНИЧЕНИЕ ПОМЕХ БСПС

БСПС способна функционировать при различной плотности воздушного движения без неприемлемого ухудшения условий передачи РЧ-сигналов. Каждая БСПС знает количество других блоков БСПС, функционирующих в локальном воздушном пространстве. Эта информация используется для обеспечения того, чтобы ни один приемопередатчик не подавлялся передачами БСПС на более чем 2 % времени и чтобы БСПС не создавала неприемлемо высокий уровень несинхронных импульсных помех, которые будут ухудшать характеристики наземных систем наблюдения. Несколько расположенных по соседству блоков БСПС совместно ограничивают свои собственные передачи. По мере увеличения таких блоков БСПС количество распределенных каждому из них запросов уменьшается. Таким образом, каждый блок БСПС контролирует количество других блоков БСПС, находящихся в пределах дальности обзора. Эта информация используется для ограничения, при необходимости, частоты и мощности своих собственных запросов. Более подробная информация приведена в Дос 9863.

7. НОВЫЕ СИСТЕМЫ И ВИДЫ ПРИМЕНЕНИЯ

7.1 Системы, использующие возможности режима S, обычно применяются для наблюдения в целях УВД. Кроме того, некоторые связанные с УВД виды применения могут использовать передатчики режима S для наблюдения за транспортными средствами на земле или для обнаружения неподвижных целей. В таких условиях термин "воздушное судно" можно понимать как "воздушное судно или транспортное средство (A/V)". Хотя эти виды применения могут использовать ограниченный набор данных, соответствующие полномочные органы должны внимательно подходить к любому изменению стандартных физических характеристик, учитывая при этом не только свои собственные условия наблюдения, но также их возможное влияние на другие системы типа БСПС.

7.2 В целом, новые системы или виды применения не должны слишком негативно влиять на существующие условия ОрВД. В этой связи до развертывания любой новой системы полномочные органы гражданской авиации должны проводить всесторонние исследования с целью обеспечения совместимости новой системы с существующими видами обслуживания.

8. АБОНИРОВАНИЕ ПРИЕМООТВЕТЧИКОВ

8.1 Общие положения

Приемопередатчик абонируется, начиная с момента обнаружения им поступающего сигнала, который появляется для инициирования определенных действий (например, это может быть действительный запрос или пара импульсов подавления), и до тех пор, пока приемопередатчик не сможет ответить на другой запрос (сюда входит время распространения сигнала, продолжительность ответа и период молчания).

8.2 Нахождение в главном луче наземной станции режима S

8.2.1 Приемответчик режима A/C будет абонироваться обычным образом запросами в режиме A/C и, кроме того, он будет запирается каждым запросом в режиме S.

Примечание. Приемответчики режима A/C обрабатывают межрежимные запросы как обычные запросы в режиме A/C.

8.2.2 Приемответчик режима S абонируется всеми запросами в режиме S, которые адресованы этому приемответчику. Запросы общего вызова только в режиме S и всенаправленные запросы будут также абонировать приемответчик. Приемответчик будет также абонироваться межрежимными запросами с длинным импульсом P₄. Период абонирования приемответчика запросами общего вызова обоих типов можно свести к минимуму с помощью протокола блокировки.

8.2.3 Приемответчик режима S будет также абонироваться любым поступившим запросом в режиме S, адресованным другому воздушному судну. Для определения 24-битного адреса, содержащегося в блоке сообщения, приемответчику необходимо полностью декодировать ответ. Когда приемответчик определит, что запрос адресован другому приемответчику, он перейдет в нормальный режим работы. Этот процесс обычно занимает 45 мкс.

8.3 Нахождение в зоне боковых лепестков наземной станции режима S

8.3.1 Приемответчик режима S абонируется только запросами в режиме S, адресованными этому приемответчику. В период нахождения приемответчика в зоне действия боковых лепестков этого обычно не должно происходить. Однако после приема пары импульсов подавления P₁-P₂ в режиме A/C приемответчик будет заперт в течение периода подавления. Кроме того, во время и после приема запросов в режиме S, поступающих по боковым лепесткам, приемответчик режима S не сможет обнаруживать достоверные запросы, уровень которых ниже текущего порога, до тех пор, пока он полностью не восстановит свою чувствительность.

8.3.2 Приемответчик режима A/C будет находиться в занятом состоянии в результате обычного подавления при запросах в режиме A/C или при межрежимных запросах.

8.3.3 Следует отметить, что приемответчик режима A/C будет запирается каждым запросом в режиме S, включая всенаправленные запросы и запросы общего вызова только в режиме S, передаваемые наземной станцией.

8.3.4 Если избирательно адресованные запросы в режиме S не сопровождаются импульсом подавления P₅, то все принимающие такой запрос приемответчики будут находиться в занятом состоянии до тех пор, пока этот запрос не будет полностью декодирован. Когда запрос сопровождается импульсом P₅, тогда приемответчик не сможет декодировать другие запросы только до тех пор, пока попытка распознать синхронное опрокидывание фазы окажется безуспешной и за ней последует период восстановления чувствительности приемника.

8.4 Избирательное абонирование приемответчика режима S

Протоколы режима S дают возможность блокировать приемответчик для всех типов запросов общего вызова, требующих ответов в режиме S. Это можно рассматривать как постоянное абонирование приемответчика для такого типа запроса, и необходимо проявлять большую осторожность с тем, чтобы при использовании таких протоколов другие наземные станции, которым необходимо обнаружить приемответчик, могли это делать с помощью запросов общего вызова. См. добавление Н в отношении дополнительной информации, касающейся управления блокировкой.

8.5 Взаимодействие с другим бортовым оборудованием, использующим ту же полосу частот

Как показано на рис. М-2, одна и та же полоса частот используется несколькими устройствами на борту воздушного судна. Для предотвращения взаимных помех и повреждения приемника может использоваться система взаимного подавления, которая связывает бортовое оборудование, работающее в одной полосе частот (например, DME, БСПС и приемопередатчик ВОРЛ). Приемники других устройств подавляются, когда взаимное подавление задействовано. Вследствие этого доступность приемопередатчика для запросов уменьшается, т. е. абонирование приемопередатчика возрастает.

8.6 Таблица периодов абонирования приемопередатчика различными запросами

Полный период абонирования приемопередатчика состоит из нескольких номинальных интервалов времени, указанных в таблице М-1. Определенный в п. 3.1.2.4 главы 3 тома IV Приложения 10 термин "цикл приемопередачи приемопередатчика" используется применительно к приемопередатчикам режима А/С по аналогии с приемопередатчиками режима S. (В таблице не указан интервал времени, предусмотренный в ответе режима А/С для дополнительного импульса SPI.)

Примечание. Полное время обработки в приемопередатчике для запросов всех типов приводится в таблице М-2. В скобках даны ссылки на соответствующие столбцы таблицы М-1.

9. ЗАГРУЗКА КАНАЛА

9.1 Общие положения

9.1.1 Загрузка канала связи "вверх" отличается от загрузки канала связи "вниз". В обычных системах ВОРЛ (режим А/С) на один запрос отвечают все принимающие его приемопередатчики. Таким образом, загрузка линии связи "вниз" значительно выше, чем линии связи "вверх".

9.1.2 При использовании наземной станцией режима S избирательных запросов каждый такой запрос обычно вызывает только один ответ. Это приводит к более сбалансированной нагрузке в канале с точки зрения количества передач. В связи с тем, что частота передачи битов по линии связи "вверх", равная 4 МГц, в четыре раза превышает данный показатель для линии связи "вниз", общая продолжительность нахождения канала связи "вверх" в занятом состоянии составляет лишь 1/4 нагрузки по линии связи "вниз" при одинаковом количестве эквивалентных приемопередач.

Таблица М-1. Относительная продолжительность абонирования приемоответчика

		Режим А/С	Комбинированный режим	Режим S, короткий	Режим S, длинный
a)	Запрос				
a1)	Длительность сигнала	8,8 мкс 21,8 мкс	10,8, 11,6 мкс 23,8, 24,6 мкс	19,75 мкс	33,75 мкс
a2)	Точка отсчета ^b	8 мкс 21 мкс	11,6 мкс 24,6 мкс	4,75 мкс	4,75 мкс
b)	Этапы цикла приемопередачи^a				
b1)	Задержка ответа	3 мкс	128 мкс	128 мкс	128 мкс
b2)	Продолжительность ответа	20,75 мкс	64 мкс	64 мкс	120 мкс
b3)	Цикл приемопередачи: ответ	23,75 мкс	192 мкс	192 мкс	248 мкс
b4)	Цикл приемопередачи: ответ отсутствует			15 мкс	29 мкс
c)	Время молчания	до 125 мкс	до 125 мкс	до 125 мкс	до 125 мкс
d)	Подавление				
d1)	Длительность сигнала	2,8 мкс	–	19,75 мкс	33,75 мкс
d2)	Точка отсчета ^b	2 мкс	–	4,75 мкс	4,75 мкс
d3)	Интервал подавления	35 мкс	–	–	–
e)	Восстановление				
e1)	Помеха в виде одиночного импульса	до 15 мкс ^c	до 15 мкс ^c	до 15 мкс ^c	до 15 мкс ^c
e2)	Запрос, не вызывающий ответа	–	–	45 мкс	45 мкс

*Примечания:*a) *Начиная от точки отсчета.*b) *Промежуток времени от момента начала сигнала.*c) *В зависимости от амплитуды сигнала, начиная от заднего фронта сигнала (последнего импульса).*d) *Дополнительное подавление может вызываться другими бортовыми передатчиками через шину подавления, например БСПС и DME. Типичный интервал подавления составляет 70 мкс.*

9.2 Загрузка по линии связи "вверх"

9.2.1 Загрузка канала связи "вверх" должна измеряться или определяться на антенне любого воздушного судна и выражаться через количество запросов в единицу времени или время нахождения канала в занятом состоянии. Загрузка зависит от местоположения воздушного судна (т. е. от расстояния до наземной станции и эшелона полета), определяющего количество наземных станций, в зоне действия которых оно находится.

9.2.2 Находясь в пределах боковых лепестков диаграммы излучения антенны наземной станции, воздушное судно непрерывно получает все запросы от наземной станции. Поскольку данная зона обычно перекрывается всенаправленной передачей управляющих импульсов, воздушное судно также будет принимать и импульсы подавления боковых лепестков.

Таблица М-2. Продолжительность обработки в приемоответчике

Примечание. Символы в скобках соответствуют обозначениям строк таблицы М-1.

Принятые сигналы	Полное время обработки в приемоответчике ^{a,b}	
	Приемоответчик режима А/С	Приемоответчик режима S
P ₁ P ₃ , режим А режим С	156,75 мкс (a2+b3+c) 169,75 мкс (a2+b3+c)	156,75 мкс (a2+b3+c) 169,75 мкс (a2+b3+c)
P ₁ P ₃ P ₄ короткие, режим А режим С	156,75 мкс (a2+b3+c) 169,75 мкс (a2+b3+c)	26,6 мкс (a2+e1) 39,6 мкс (a2+e1)
P ₁ P ₃ P ₄ длинные, режим А режим С	156,75 мкс (a2+b3+c) 169,75 мкс (a2+b3+c)	328,6 мкс (a2+b3+c) 341,6 мкс (a2+b3+c)
P ₁ P ₂	37 мкс (d2+d3)	47 мкс (d2+d3) для режима А/С 4,75 мкс (a2) для режима S
P ₁ P ₂ P ₅ P ₆	37 мкс (d2+d3)	4,75 мкс (a2) ^c
P ₁ P ₂ P ₆ правильно адресованные, короткий ответ длинный ответ	37 мкс (d2+d3)	321,75 мкс (a2+b3+c) 377,75 мкс (a2+b3+c)
P ₁ P ₂ P ₆ неадресованные	37 мкс (d2+d3)	49,75 мкс (a2+e2)
Сигнал на входе отсутствует		
Самогенерируемый сигнал, короткий длинный	–	189 мкс (b2+c) 245 мкс (b2+c)
<p><i>Примечания:</i></p> <p>a) Из-за ограничения частоты ответов могут возникнуть дополнительные эффекты.</p> <p>b) При расчете приведенных в таблице значений продолжительности обработки использовалась максимальная продолжительность периода молчания (125 мкс). Типичные значения значительно меньше.</p> <p>c) В данном случае длительность поступающего P₄-сигнала превышает указанную величину, и другие поступающие сигналы будут декодированы только тогда, когда их уровень превышает порог, установленный в приемнике исходным сигналом.</p>		

9.2.3 Вне пределов боковых лепестков загрузка определяется эффективной шириной луча антенны с механическим сканированием и временем нахождения воздушного судна в луче.

9.2.4 Когда воздушное судно находится в пределах главного луча антенны наземной станции режима S, загрузка канала, обусловленная данной наземной станцией, зависит от количества избирательно запрашиваемых воздушных судов и объема работы в режиме наблюдения и/или использования линии передачи данных. Загрузка канала зависит от азимута, но может также меняться в зависимости от времени.

9.2.5 Суммарная загрузка также зависит от количества всех наземных станций, запрашивающих воздушное судно в течение приблизительно одной минуты. Суммарная загрузка представляется средней величиной, поскольку в течение такого интервала могут отмечаться существенно более высокие пиковые значения.

9.2.6 Поскольку загрузка канала в значительной степени зависит от конкретной ситуации, то есть от количества наземных станций, типа и числа запросов, количества воздушных судов и типа их оборудования, то здесь можно привести лишь несколько примеров таких типовых ситуаций.

9.2.7 Замена обычной наземной станции, использующей метод "движущегося окна", наземной станцией режима S позволяет снизить частоту запросов в режиме A/C благодаря применению моноимпульсного метода. В этом случае частота запросов общего вызова составляет обычно от 100 до 150 запросов в секунду. Если эффективная ширина луча составляет $3,6^\circ$, а период вращения антенны 5 с, то воздушное судно, находящееся в пределах главного луча, в течение каждого сканирования будет принимать от 5 до 8 запросов общего вызова. В пределах боковых лепестков воздушное судно примет все запросы, то есть от 100 до 150 в секунду. В тех случаях, когда для обнаружения приемопередатчиков режима S используются межрежимные запросы, частота запросов будет такой же.

9.2.8 Воздушное судно с оборудованием режима S может быть избирательно запрошено в течение периода нахождения в луче, равного 50 мс, с использованием до 15 запросов в режиме наблюдения или до 15 запросов Сомм-А. В течение этого периода может быть передано удлиненное сообщение (ELM) по линии связи "вверх", состоящее из 16 сегментов, за счет чего при доставке ELM сокращается количество таких запросов. Указанные цифры получены на основе минимальной частоты ответов приемопередатчиков режима S.

9.2.9 Из практики известно, что при высокой плотности воздушного движения в пределах луча одновременно могут находиться 15 воздушных судов, а в типичном случае около 5–8 воздушных судов. При допущении, что все воздушные суда оснащены приемопередатчиками режима S и имеют оборудование линии передачи данных с большой пропускной способностью, количество запросов в режиме S может составить порядка 100 в течение периода нахождения в луче, при этом максимальная частота запросов составит (в данном примере) 2000 запросов в секунду. Для избирательных запросов максимальная частота запросов ограничена 2400 запросами в секунду при усреднении по интервалу в 40 мс.

9.2.10 Для доставки ELM по линии связи "вверх" сегменты запроса обычно передаются с небольшим интервалом. Поэтому потенциально они больше подвержены помехам по сравнению с запросами в режиме наблюдения или запросами Сомм-А.

9.3 Загрузка линии связи "вниз"

9.3.1 Загрузка линии связи "вниз" должна измеряться или определяться на антенне наземной станции. Она зависит от количества воздушных судов в зоне действия данной станции (использующих ответы в режиме наблюдения, ответы на запросы БСПС, а также ES), количества запросов от других наземных станций, запрашивающих то же воздушное судно в течение того же периода времени, и числа ширококвевательных передатчиков (TIS-B и ADS-R).

9.3.2 При приемопередачах в режиме наблюдения и SLM загрузка по линии связи "вниз" соответствует загрузке по линии связи "вверх", поскольку ответ может быть вызван только запросом. Однако следует отметить, что каждый приемоответчик режима S каждую секунду передает самогенерируемый сигнал обнаружения. Кроме того, использующий ADS-B приемоответчик режима S передает ES с частотой до 6,2 раза в секунду.

9.3.3 Все ответы, вызванные другими наземными станциями, классифицируются как несинхронные помехи, и поэтому частота несинхронных помех в режимах A/C и S соответствует степени загрузки линии связи "вверх" в условиях работы наземной станции, при которых определяется частота несинхронных помех.

10. ИСКАЖЕНИЕ СИГНАЛОВ ВОРЛ

10.1 Ответы ВОРЛ от приемоответчиков могут искажаться другими сигналами, поступающими в один и тот же момент на вход приемников запросчиков. Помеха, которая приводит к нарушению ответа, называется искажением. Существует два вида искажения:

- a) асинхронное искажение – когда ответ ВОРЛ искажается случайным сигналом, который не синхронизирован с запросами ВОРЛ;
- b) синхронное искажение – когда ответ ВОРЛ искажается другими ответами одному и тому же запросчику.

10.2 Асинхронное искажение редко приводит к неправильности всей радиолокационной линии пути воздушного судна. Это связано с тем, что система ВОРЛ передает несколько запросов каждому воздушному судну, когда оно находится в секторе луча. Представляется маловероятным, что случайная помеха исказит все ответы в луче. Радиолокатор использует функцию усреднения ответов, которая сопоставляет ответы в секторе луча, уменьшая влияние любых случайных ошибок. Кроме того, радиолокатор обычно осуществляет корреляцию данных отдельных сканирований и линии пути, что может предусматривать дополнительные функции исправления ошибок, которые зависят от предшествующих данных отслеживания воздушного судна. Наиболее распространенным источником сигналов, вызывающих асинхронное искажение, являются ответы воздушных судов другим запросчикам и БСПС. В этой связи представляется важным эксплуатировать соседние запросчики с различными значениями PRF и использовать функции случайного смещения PRF (для обеспечения несинхронности запросов).

10.3 Синхронное искажение имеет место в том случае, когда воздушные суда, находящиеся близко друг к другу по наклонной дальности, отвечают на один и тот же запрос. В зависимости от разницы расстояний до воздушных судов импульсы ответов могут накладываться друг на друга или уплотняться. Стандартному ответу в режиме А или С ВОРЛ соответствует длина примерно 1,7 м. мили, и поэтому импульсы ответов от воздушных судов, находящихся друг от друга в пределах этого расстояния и на близких азимутах (т. е. в пределах ширины луча антенны), могут накладываться друг на друга. Поскольку ответы запросчику от всех воздушных судов синхронизированы, большое количество ответов в секторе луча может быть искажено, что может стать причиной того, что функция усреднения ответов в радиолокаторе будет выдавать неправильный результат. Если искажение будет сохраняться от одного сканирования к другому, то может также нарушиться функция исправления ошибок по предыдущим данным радиолокационной линии пути и возможно следующее:

- a) неправильный код режима А для воздушного судна;
- b) неправильные данные режима С (эшелон полета) для воздушного судна;
- c) переключения кодов, когда воздушному судну соответствуют неправильные данные режима А и/или режима С; или

- d) фиктивное воздушное судно, когда налагающиеся импульсы ответов формируют ответ, который представляется поступающим от двух реальных воздушных судов.

10.4 Синхронное искажение может возникать в том случае, когда воздушные суда находятся на близких азимутах и наклонных дальностях, даже если имеет место большое разделение по абсолютной высоте. Такое искажение может сохраняться в течение нескольких сканирований. Синхронное искажение может иметь место в следующих ситуациях:

- a) воздушные суда в "этажерке" осуществляют круговое движение, находясь непосредственно выше и ниже друг друга;
- b) несколько планеров в одном термальном потоке выполняют небольшие круги выше и ниже друг друга;
- c) воздушные суда выполняют полет по одному маршруту и имеют одинаковое удаление и скорость;
- d) линии пути воздушных судов пересекаются при одинаковом удалении и азимуте;
- e) вертолеты приближаются друг к другу (например, при ведении телевизионных передач с места событий);
- f) развлекательные полеты, когда несколько воздушных судов сходятся вместе.

10.5 Случаи длительного синхронного искажения следует устранять, используя регулирование воздушного движения для исключения потери разделения по дальности и азимуту, даже когда сохраняется разделение по абсолютной высоте.

10.6 Радиолокаторы режима S используют определенные методы, позволяющие исключить синхронное искажение. В случае запросов общего вызова используются стохастические функции ответов для предотвращения искажения ответов на запросы общего вызова в тех случаях, когда воздушные суда находятся близко друг к другу. При наблюдении по круговому опросу запросы посылаются каждому воздушному судну индивидуально, что позволяет избежать синхронного искажения.

11. РЧ-ПОМЕХИ ОТ ДРУГИХ СИСТЕМ

11.1 Ширина полосы пропускания приемника бортового приемоответчика и приемника наземной станции системы ВОРЛ составляет приблизительно 8 МГц на уровне 3 дБ с центральной частотой 1030 МГц и 1090 МГц. При такой ширине полосы могут возникать значительные помехи в смежных каналах от передатчиков других систем, работающих на соседних частотах. Такие помехи можно свести к минимуму за счет разнесения по частоте или пространственного разнесения создающих помехи передатчиков и соответствующих приемников ВОРЛ. В частности, DME и первичный радиолокатор, могут быть источниками помех. Каналы DME, смежные с частотами ВОРЛ, могут вызвать помехи для ВОРЛ. В некоторых передатчиках первичного радиолокатора используются две частоты, и если они разнесены на 60 МГц, то может возникнуть взаимная модуляция, причиняющая помехи для работы совмещенных с первичными радиолокаторами систем ВОРЛ.

11.2 Приемоответчик может не получить действительный запрос из-за любого поступающего на его вход сигнала. Продолжительность действия помехи зависит от источника сигнала, длительности сигнала в канале 1030 МГц и амплитуды сигнала на антенне приемоответчика.

11.3 Известны различные попытки использовать частоты ВОРЛ для других целей (например, использование в местах установки ветрогенераторов активных запросов для предупреждения о препятствиях). Такие виды применения являются неприемлемыми, по крайней мере, в районах со средней и высокой плотностью воздушного движения, поскольку это может значительно ухудшить характеристики существующих систем. Приемлемая возможность, в частности предупреждения о препятствиях, может заключаться в использовании кодового набора С при BDS 0,8 стандартного сообщения ADS-B (см. Дос 9871 в отношении дополнительной информации).

12. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ КАНАЛАМИ НА ЧАСТОТАХ 1030/1090 МГц

12.1 Общие положения

В целом, для обеспечения надлежащей работы всех систем, использующих частоты 1030/1090 МГц и соседние частоты, требуется предусмотреть управление передачами, управление частотой передач, а также соответствующую конструкцию антенны каждой системы.

12.2 Применение радиолокаторов

12.2.1 К 2015 году основной вид несинхронных импульсных помех будет по-видимому связан с режимом S. Рационализация инфраструктуры радиолокаторов, управление мощностью и частотой запросов, а также конструктивные особенности антенн могут привести к существенному снижению уровня несинхронных импульсных помех. Кроме того, несинхронные помехи можно значительно снизить за счет:

- a) объединения радиолокаторов режима S в связанные группы;
- b) региональной координации использования наземных систем;
- c) совершенствования взаимодействия гражданских и военных органов;
- d) использования надлежащим образом проверенного и обслуживаемого оборудования.

12.2.2 Режимы работы гражданских и военных радиолокаторов оказывают большое влияние на уровень создаваемых ими помех. Декодирование сообщений ES 1090 в присутствии несинхронных помех от передач в режиме S (сообщения других ES 1090, самогенерируемые сигналы обнаружения, передачи БСПС или ответы радиолокаторам режима S) является гораздо более трудной задачей в сравнении с их декодированием в присутствии несинхронных помех от сигналов в режиме A/C. В этой связи переход к использованию режима S всеми заинтересованными сторонами следует осуществлять на скоординированной и согласованной основе.

12.3 Наблюдение в воздухе

12.3.1 Даже если наземное оборудование не изменится, увеличение количества воздушных судов, оснащенных приемопередатчиками режима S, будет приводить к снижению загрузки канала на частоте 1090 МГц. Кроме того, улучшатся характеристики БСПС и снизится частота их запросов/ответов, если будет обеспечено широкое внедрение гибридного наблюдения. Воздушные суда, оснащенные новым оборудованием БСПС с функцией гибридного наблюдения, будут способны обнаруживать другие воздушные суда на основе ES.

12.3.2 С увеличением числа комплектов БСПС и плотности воздушного движения необходимо проводить исследования, направленные на ограничение помех от БСПС с учетом будущих параметров плотности воздушного движения, обеспечивая при этом приемлемые уровни характеристик для всех систем наблюдения.

12.3.3 В некоторых государствах или регионах может не разрешаться использование бортового оборудования наблюдения, которое не стандартизировано на международном уровне (например, TCAS I). Такое оборудование, весьма вероятно, будет создавать дополнительную загрузку каналов, что может ухудшить характеристики наземных и бортовых систем наблюдения. В оборудовании TCAS I в настоящее время используются две возможности ограничения помех, которые реализованы в БСПС I или в БСПС II. В последнем случае имеет место нарушение существующих положений тома IV Приложения 10 ИКАО, когда происходит увеличение дальности наблюдения, что может отрицательно повлиять на характеристики других систем наблюдения. Оборудование с ограничением помех по БСПС I может создавать сильные несинхронные помехи в условиях высокой плотности воздушного движения, не обеспечивая ожидаемых преимуществ, поскольку вероятность обнаружения других целей может снизиться до неприемлемых уровней.

12.4 ES ADS-B

12.4.1 Возрастание несинхронных помех в результате передач ES большим количеством воздушных судов невозможно адекватно компенсировать за счет развертывания гибридного наблюдения. Установленная максимальная частота передачи ES 6,2 раза в секунду является предельной в районах с высокой плотностью воздушного движения. Некоторую компенсацию можно обеспечить за счет исключения передачи самогенерируемых сигналов обнаружения с целью снижения общего уровня несинхронных помех и улучшения характеристик наблюдения БСПС. Однако такой подход требует нового оборудования БСПС.

12.4.2 Существуют положения ИКАО, касающиеся подавления самогенерируемых сигналов обнаружения в будущем. В случае быстрого развертывания ADS-B OUT данный подход может помочь преодолеть отрицательное влияние несинхронных импульсных помех.

12.4.3 Учитывая ожидаемый эффект от использования в районах с высокой плотностью воздушного движения передачи самогенерируемых сигналов с частотой более 6,2 раза в секунду, рекомендуется изучить возможности адаптации частоты передачи самогенерируемых сигналов и мощности передачи к фактическим условиям и прикладным потребностям. Это позволит долгое время использовать ES в качестве средства передачи информации ADS-B, обеспечивая при этом глобальную интероперабельность.

12.4.4 По окончании переходного периода после 2015 года несинхронные помехи на частоте 1090 МГц, по всей видимости, уменьшатся. Некоторые радиолокационные станции, вероятно, будут сняты с эксплуатации и заменены станциями ADS-B, что приведет к снижению числа запросов и, следовательно, несинхронных импульсных помех. В последующие годы рост объемов воздушного движения, в конечном счете, компенсирует сокращение числа запросов, и затем уровень несинхронных помех от ES на частоте 1090 МГц будет становиться все более и более критичным. В результате характеристики систем, использующих ES на частоте 1090 МГц, могут вначале улучшиться на некоторый период после 2015 года, однако затем постепенно начнут ухудшаться.

12.4.5 Представляется важным продолжать контролировать уровни несинхронных импульсных помех и следить за любыми изменениями прогнозов роста объемов воздушного движения и эволюцией национальных планов развития инфраструктуры наблюдения.

12.4.6 Необходимо очень осторожно подходить к любому внедрению TIS-B. В частности, частоты передач должны быть, насколько это возможно, низкими. Ликвидация разрывов в зонах обеспечения наблюдения может дать положительные результаты с точки зрения безопасности полетов, что оправдывает дополнительную нагрузку на каналы. Однако только в районах с низкой плотностью воздушного движения следует создавать смежные или перекрывающиеся зоны действия.

12.5 Будущие разработки

12.5.1 В целом необходимо поощрять переход на пассивное обнаружение (например, ADS-B и системы мультilaterации). Следует разрабатывать активные системы MLAT, использующие минимальные частоты и мощности запросов, с тем чтобы исключить их отрицательное влияние на условия наблюдения.

12.5.2 Оснащение новых групп пользователей приемоответчиками режима S (легкие воздушные суда) или БСПС (сверхлегкие реактивные воздушные суда) требует тщательного изучения и анализа, поскольку это может повлиять на работу существующего наземного и бортового оборудования.

Добавление N

СПЕЦИФИКАЦИИ ИНТЕРФЕЙСА ASTERIX

1. ВВЕДЕНИЕ

Спецификации ASTERIX разработаны в Европе для обеспечения согласованной передачи данных наблюдения. Спецификации ASTERIX определяют форматы обмена данными между датчиками и системами обработки данных наблюдения, а также универсального обмена информацией наблюдения между системами.

2. ДОКУМЕНТАЦИЯ ASTERIX

Документация стандартов ASTERIX состоит из следующих частей:

- часть 1: общее описание ASTERIX;
- часть 2 и другие части, содержащие описание отдельных категорий, например:
- часть 4: данные монорадиолокационного наблюдения (CAT048);
- часть 12: сообщения ADS-B (CAT021);
- часть 14: сообщения MLT (CAT020);
- часть 17: сообщения сетей обеспечения безопасности полетов (CAT004).

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ДАННЫХ

(см. рис. N-1)

3.1 Категории

Некоторыми примерами категорий ASTERIX являются следующие:

- CAT 001, 002 и 008: используются для радиолокационных данных;
- CAT 004: данные сети обеспечения безопасности полетов;
- CAT 007: используется в военных целях;
- CAT 017 и 018: используются для координации датчиков режима S и обеспечения линии передачи данных;

- CAT 019 и 020: используются для данных мультилатерации;
- CAT 021, 023 и 033: используются для данных ADS-B;
- CAT 034 и 048: используются для радиолокационных данных режима S и других радиолокационных данных;
- CAT 062: используется для мультисенсорных данных.

3.2 Элементы данных

Элемент данных представляет собой наименьшую единицу информации, которая соответствующим образом определяется и стандартизируется. Для каждой категории разработан каталог элементов данных. Каждый элемент данных имеет собственный указатель: Inpp/AAp, где:

- a) "I" означает элемент данных;
- b) "ppp" является трехзначным десятичным числом, обозначающим категорию, к которой относится данный элемент;
- c) "AA" является двузначным десятичным числом, обозначающим элемент;
- d) "p" является однозначным десятичным числом, которое может идентифицировать до десяти различных обозначений.

3.3 Поля данных

Для целей обмена данными элементы данных включаются в поля данных. Каждое поле данных имеет номер и определенную длину.

3.3.1 Форматы стандартных полей данных

Такие форматы могут представлять собой:

- a) поля фиксированной длины;
- b) поля увеличенной или переменной длины, в которых используется указатель расширения поля (FX);
- c) повторяющиеся поля данных, в которых используется однооктетный указатель повторения поля (REP); или
- d) составные поля данных, в которых используется основное подполе и следующие за ним подполя данных.

3.3.2 Нестандартные поля данных

3.3.2.1 Формат полей специального назначения представляет собой следующее:

- a) первый октет определяет длину, включая указатель длины;
- b) поле данных может содержать такую информацию, как данные испытаний, текст для оператора связи;
- c) данные, одобренные некоторыми пользователями, при этом другие пользователи могут их не учитывать.

3.3.2.2 Формат зарезервированных расширенных полей данных представляет собой следующее:

- a) первый октет определяет длину, включая указатель длины;
- b) поле данных, предназначенное для введения промежуточных изменений;
- c) данные, которые одобрены комитетом, управляющим ASTERIX, и которые рассматриваются в отдельном документе.

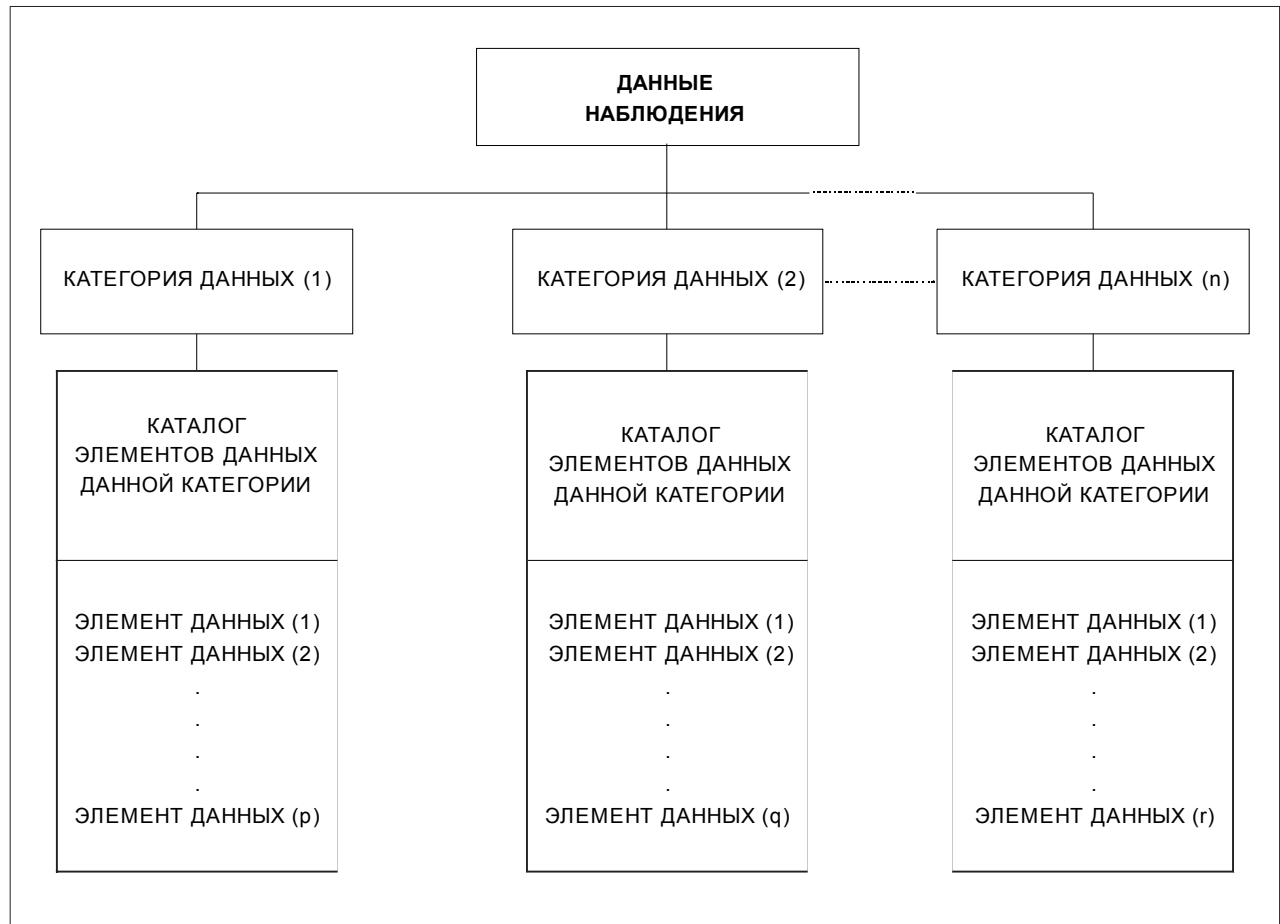


Рис. N-1. Организация и категории данных

3.4 Профиль прикладного пользователя

UAP определяет последовательность в сообщении ASTERIX элементов данных конкретной категории, содержащихся в каталоге. FRN, присвоенный каждому элементу данных, определяет место этого элемента в потоке данных ASTERIX. UAP можно рассматривать в качестве управляющей таблицы, прилагаемой к программе составления/разборки сообщений, загруженной в соответствующую систему обработки данных. ASTERIX основывается на упорядоченной организации полей. FSPEC указывает, какой элемент (идентифицируемый FRN) присутствует в сообщении, а какой элемент отсутствует. FSPEC представляет собой поле данных переменной длины с минимальной длиной в один октет. UAP определяет взаимосвязь между FSPEC и полями данных.

3.5 Общая структура формуляра сообщения

"Формуляр" ASTERIX представляет собой следующее:

- a) он содержит информацию одной категории данных;
- b) он имеет FSPEC переменной длины, указывающую на наличие полей данных в последовательности, определяемой UAP;
- c) он имеет переменный номер полей данных неявной или явной длины. Каждое поле данных связано с одним и только одним элементом данных, как это определяется UAP;
- d) его длина всегда кратна октету.

4. СХЕМА АДРЕСАЦИИ ASTERIX

4.1 ASTERIX содержит схему адресации для идентификации источника предоставления данных. Она основана на обозначении SAC и SIC. Коды SAC/SIC всегда представляют собой первый элемент UAP.

4.2 SAC является 8-битным номером, который присваивается району или стране. В настоящее время это осуществляется в централизованном порядке, определяемом ЕВРОКОНТРОЛЕМ. SAC содержит шесть таблиц: Азиатский и Тихоокеанский регион, Африканский регион, Ближневосточный регион, Европейский регион, Североамериканский регион (Канада и Соединенные Штаты Америки) и Южноамериканский и Карибский регион. Самые последние версии размещаются на сайте: www.eurocontrol.int/asterix/public/standard_page/sac_list.html

4.3 SIC представляет собой 8-битный номер, который присваивается на местном уровне каждой системе, находящейся в районе или стране, которые определяются SAC.

Добавление О

АСПЕКТЫ УСТАНОВКИ И ИСПЫТАНИЙ БОРТОВЫХ СРЕДСТВ НАБЛЮДЕНИЯ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Приемответчики режима S представляют собой сложное многофункциональное оборудование, имеющее многочисленные интерфейсы с бортовыми системами. Любые технические проблемы с приемответчиками или сопряженными с ними системами, оказывают влияние на характеристики наблюдения в целом. В этой связи представляется важным, чтобы приемответчики и связанные с ними бортовые системы проектировались, испытывались и устанавливались в соответствии со Стандартами и Рекомендуемой практикой, а также с соблюдением отраслевых стандартов и практики эксплуатации.

1.2 Установленное бортовое оборудование может заменяться в течение срока службы воздушного судна, а обновление программного обеспечения приемответчика происходит вообще достаточно часто. В этой связи необходимо контролировать рабочие характеристики приемответчика в течение срока службы системы. Такой контроль можно осуществлять при проведении периодического технического обслуживания воздушного судна, а также с помощью наземных систем контроля характеристик приемответчиков в полете.

2. ОБЩИЕ АСПЕКТЫ УСТАНОВКИ

2.1 24-битный адрес воздушного судна

2.1.1 В большинстве систем кооперативного наблюдения используется индивидуальный 24-битный адрес воздушного судна. ИКАО выделяет каждому государству регистрации или государственному органу регистрации знаков блок 24-битных адресов воздушных судов для последующего присвоения индивидуальных адресов каждому отдельному воздушному судну. Этот индивидуальный адрес должен использоваться всеми установленными на борту системами, которым он требуется для выполнения их функций. В этой связи представляется важным правильно задать и затем проверить этот адрес при первоначальной установке и испытаниях системы.

Примечание. Добавление к главе 9 части I тома III Приложения 10 содержит информацию о практике использования 24-битных адресов воздушных судов.

2.1.2 24-битный адрес воздушного судна может меняться в процессе эксплуатации воздушного судна (например, при изменении регистрации). Кроме того, при проведении технического обслуживания может произойти повреждение штырьков контактного разъема, что нарушит адрес. В этой связи важно, чтобы эксплуатант регулярно проверял правильность 24-битного адреса, присвоенного воздушному судну. Такая проверка должна проводиться, по крайней мере, после любых работ по техническому обслуживанию приемответчика.

2.2 Блокировка ответов

В п. 3.1.2.10.3.10 тома IV Приложения 10 предусматривается блокировка приемоответчика режима S, препятствующая ему отвечать на запросы общего вызова в режиме A/C/S и запросы общего вызова только в режиме S, когда воздушное судно находится на земле. На воздушных судах с убирающимся посадочным шасси это обычно осуществляется с помощью штырькового соединения соответствующего приемоответчика с датчиком обжатия стоек шасси. Это можно также обеспечить путем использования некоторых автоматизированных механизмов (например, алгоритма скорости/абсолютная высота). Средства блокировки должны проверяться при начальной установке и испытаниях, а также после любых работ по техническому обслуживанию (например, замена электропроводки или обновление программного обеспечения).

Примечание. Упомянутые выше положения Приложения 10 также предусматривают, что находящийся на земле приемоответчик продолжает передавать самогенерируемые сигналы обнаружения, сигналы ES (например, для ADS-B), а также отвечать на любые дискретно адресованные запросы. Эти функции также должны проверяться при задействовании и испытаниях блокировки.

2.3 Взаимное подавление

Взаимное подавление используется на воздушных судах, оснащенных работающими в L-диапазоне передающими устройствами, с целью защиты приемников от передаваемых сигналов большой мощности, когда какое-либо такое устройство осуществляет передачу. Эти устройства или системы обычно связаны друг с другом с помощью интерфейсной шины или цепи взаимного подавления. Передающее устройство посылает импульс для уведомления других систем L-диапазона, подключенных к шине или цепи подавления, о том, что ведется передача. Это необходимо для защиты целостности интерфейса в случае какой-либо неполадки, вызванной любым отдельным устройством или системой. Перед установкой этих средств следует внимательно подходить к обеспечению совместимости интерфейса взаимного подавления с сопряженными системами. Испытания установленного оборудования должны включать проверку правильности работы интерфейса взаимного подавления.

2.4 Опознавательный индекс полета (ID полета)

2.4.1 Для опознавания воздушного судна функции ELS и ES (ES 1090 МГц) приемоответчика режима S используют одинаковую информацию, содержащуюся в п. 7 плана полета ИКАО. В форматах сообщений эта информация называется ID воздушного судна.

2.4.2 В случае частных воздушных судов ID полета должен отражать регистрационный знак воздушного судна (например, N123GA). В момент первоначальной установки следует предусмотреть программный ввод закодированного ID полета с этим регистрационным номером, с тем чтобы исключить необходимость в кабинном интерфейсе для ввода данных вручную и обеспечить целостность информации. Кодирование ID полета следует проверять в процессе первоначальной установки и испытаний.

2.4.3 В том случае, когда ID полета меняется (например, в ходе производства полетов авиакомпаниями), потребуется обеспечить кабинный интерфейс для ввода ID полета. В этом случае ID полета должен представлять собой принятое ИКАО 3-буквенное обозначение авиакомпании, за которым следует номер рейса. Интерфейс для ввода данных следует проверять на предмет правильного кодирования ID полета при первоначальной установке и испытаниях.

Примечание. Утвержденные трехбуквенные обозначения авиакомпаний приведены в документе "Условные обозначения летно-эксплуатационных агентств, авиационных полномочных органов и служб" (Doc 8585).

2.5 Управляющие устройства

Управляющие устройства, которые используются в течение полета, должны проектироваться и оцениваться с учетом обеспечения логичности их применения и их устойчивости к ошибкам человека. В частности, в тех случаях, когда функции приемопередатчиков встраиваются в управляющие устройства других систем, изготовитель должен оценить конструктивную схему панели управления, обеспечив сведение к минимуму возможности непреднамеренного переключения режима работы приемопередатчика (т. е. из рабочего состояния в "РЕЖИМ ОЖИДАНИЯ" или "ВЫКЛЮЧЕН"). Кроме того, учитывая тенденцию к возрастающему использованию строчных селекторов, сенсорных экранов или управляемых курсоров/шаровых манипуляторов для переключения режимов работы электронного оборудования, при установке оборудования необходимо оценивать планируемое размещение управляющих устройств в кабине экипажа, при котором будет исключаться непреднамеренное и неправильное их задействование летным экипажем. При расположении управляющих устройств в тех местах, где все-таки возможно их непреднамеренное задействование, следует предусмотреть получение от летного экипажа подтверждения предпринимаемых действий

3. ИСПЫТАНИЯ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ

3.1 Наземные испытания

3.1.1 При проведении любых наземных испытаний приемопередатчиков или БСПС важно соблюдать надлежащие процедуры, с тем чтобы исключить помехи для службы УВД или других воздушных судов с БСПС, выполняющих полеты в данном районе. Проверки в ходе наземного технического обслуживания или наземных испытаний (например, проверки точности высотометного или навигационного оборудования) могут вызвать передачу приемопередатчиком данных, которые могут стать причиной появления ложных целей на экранах наземных систем наблюдения УВД или находящихся в воздухе воздушных судов с БСПС. Такие ложные отображения "воздушных судов-нарушителей" могут привести к излишним переговорам диспетчеров УВД и даже к инициированным БСПС маневрам воздушных судов. Проблема выдачи БСПС ложных предупреждений становится наиболее острой при проведении наземных испытаний приемопередатчиков на аэродромах, расположенных в узловых диспетчерских районах или вблизи диспетчерских районов и зон с интенсивным движением воздушных судов.

3.1.2 Наземные испытания следует проводить в координации с органами УВД и с использованием экранирования антенн (т. е. поглощающих передаваемые сигналы заграждений или укрытий) для необходимого ослабления передаваемых сигналов. Использование устанавливаемых в ангаре приемопередатчиков большой мощности НЕПРИЕМЛЕМО для проведения наземных испытаний БСПС или приемопередатчиков. С целью сведения к минимуму упомянутых выше опасных ситуаций необходимо соблюдать следующие рекомендации:

- a) когда они не требуются, все приемопередатчики следует установить в положение "выключен" или режим "ожидание";
- b) перед началом любых испытаний необходимо уведомить местный орган УВД о планируемых испытаниях приемопередатчиков. Органу УВД следует предоставить такую информацию, как время начала и продолжительность испытаний, ID воздушного судна (ID полета) и, при необходимости, используемый код режима А (с учетом необходимого его согласования);
- c) перед включением приемопередатчика или с приемопередатчиком в режиме "ожидание" установить согласованное значение кода режима А;

Примечание. Код 7776 режима А установлен в качестве специального испытательного кода в Европе для использования при испытаниях приемопередатчиков. В Австралии при испытаниях приемопередатчиков используется код 2100 режима А.

- d) установить ID воздушного судна (ID полета) как первые восемь букв названия компании, которая проводит испытания;
- e) установить во всех ответах режима S состояние "на земле", исключая случаи, когда требуется ответ "в воздухе" (например, при контроле абсолютной высоты);
- f) когда это возможно, проводить испытания в ангаре, с тем чтобы использовать любое экранирование сигналов;
- g) в качестве меры предосторожности следует использовать экранирование антенн независимо от того, проводятся ли испытания внутри или вне ангара;
- h) при проверке значения абсолютной высоты (режим C или S) излучаемый сигнал направляется непосредственно на наземное испытательное устройство через предписанный аттенюатор;
- i) установить вручную нереально большое значение абсолютной высоты (т. е. более 60 000 фут);
- j) в промежутках между проверками (например, при переходе от одной абсолютной высоты к другой абсолютной высоте или при изменении кода режима A) установить приемопередатчик в режим "ожидание" перед изменением входного сигнала;
- k) после завершения испытаний немедленно установить приемопередатчик в положение "ВЫКЛЮЧЕН" или режим "ожидание";
- l) имитация работы БСПС не должна осуществляться путем излучения сигналов антенной, расположенной на земле (например, в лаборатории).

3.1.2.1 Сертифицирующим органам следует рассмотреть целесообразность существующей практики испытаний приемопередатчиков при различных значениях абсолютной высоты применительно к воздушным судам, на которых применяется последовательный ввод данных (в отличие от данных в кодовой форме "Гиллхем").

3.2 Летные испытания

3.2.1 С целью получения данных о нормальной или неправильной работе может использоваться устройство для испытаний приемопередатчиков в полете.

3.2.2 В том случае, когда такое испытательное устройство используется, оно не должно излучать сигнал, уровень которого вне воздушного судна превышает -70 дБмВт. Кроме того, частота запросных сигналов при испытаниях не должна превышать 450 запросов в секунду.

3.2.3 Испытания должны занимать ровно столько времени, сколько необходимо для определения состояния приемопередатчика.

Примечание. Как и в случае наземных испытаний приемопередатчиков или БСПС, важно соблюдать надлежащие процедуры, исключая возникновение в воздухе источника помех службе УВД или другим воздушным судам с БСПС, выполняющим полеты в данном районе.

4. ОТВЕТЫ НА ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ (В = вопрос; О = ответ)

В1. Требуется ли Приложение 10 устанавливать второй приемопередатчик?

О1. Нет. Однако большинство эксплуатантов гражданских воздушных судов устанавливают второй приемопередатчик с целью гарантированного входа в воздушное пространство, в котором требуется использовать приемопередатчик.

В2. Если я пока не получил от моего государства регистрации или государственного органа регистрации знаков выделенный мне 24-битный адрес воздушного судна, разрешается ли до его получения использовать ОДНИ НУЛИ (0) или ОДНИ ЕДИНИЦЫ (1)?

О2. Нет. Вы никогда не должны использовать в качестве 24-битного адреса воздушного судна ОДНИ НУЛИ (0) или ОДНИ ЕДИНИЦЫ (1). Такие адреса являются незаконными. Воздушным судам могут присваиваться временные адреса в исключительных обстоятельствах, например, когда эксплуатанты не могут своевременно получить адрес от своих государств регистрации или государственных органов регистрации знаков. ИКАО будет присваивать временные адреса согласно положениям добавления к главе 9 тома III Приложения 10. В том случае, когда постоянный адрес не будет получен в течение одного года, эксплуатант воздушного судна должен повторно подать заявку на получение нового временного адреса воздушного судна. Ни при каких обстоятельствах эксплуатант воздушного судна не должен использовать временный адрес воздушного судна более одного года.

В3. Могу ли я сохранить 24-битный адрес воздушного судна, который в настоящее время введен в воздушное судно, в том случае, когда я купил это воздушное судно в другом государстве и требуется изменение регистрации?

О3. Нет. В соответствии с SARPS при изменении государства регистрации воздушного судна присвоенный ранее адрес не сохраняется, и новый регистрирующий орган присваивает новый адрес.

В4. Для перегона нового воздушного судна можно ли использовать 24-битный адрес воздушного судна, представляющий собой код моей страны, за которым следуют ОДНИ НУЛИ?

О4. Нет. Код страны, за которым следуют ОДНИ НУЛИ, является незаконным адресом, однако он может быть присвоен государством регистрации только одному воздушному судну. Для целей перегона воздушного судна его эксплуатант должен информировать изготовителя воздушного судна о присвоении окончательного 24-битного адреса воздушного судна. Изготовитель воздушного судна или другая организация, отвечающая за его поставку, должны обеспечить установку правильно присвоенного адреса, предоставленного государством регистрации или государственным органом регистрации знаков. В порядке исключения может предоставляться временный адрес (см. О2 выше).

В5. В том случае, когда бортовые системы (в частности, системы связи) должны иметь доступ к 24-битному адресу воздушного судна, можно ли подключать их к высокоскоростной шине приемопередатчика или БСПС?

О5. Нет. Подключение к этой шине повышает вероятность искажения данных в шине вследствие помех. Это может привести к неустойчивому обмену данными между БСПС и приемопередатчиком и отказам БСПС. Желательно, чтобы другие системы получали адрес на выходе шины, используемой для технического обслуживания приемопередатчика, или из отдельных интерфейсов.

ISBN 978-92-9231-970-0



9 789292 319700