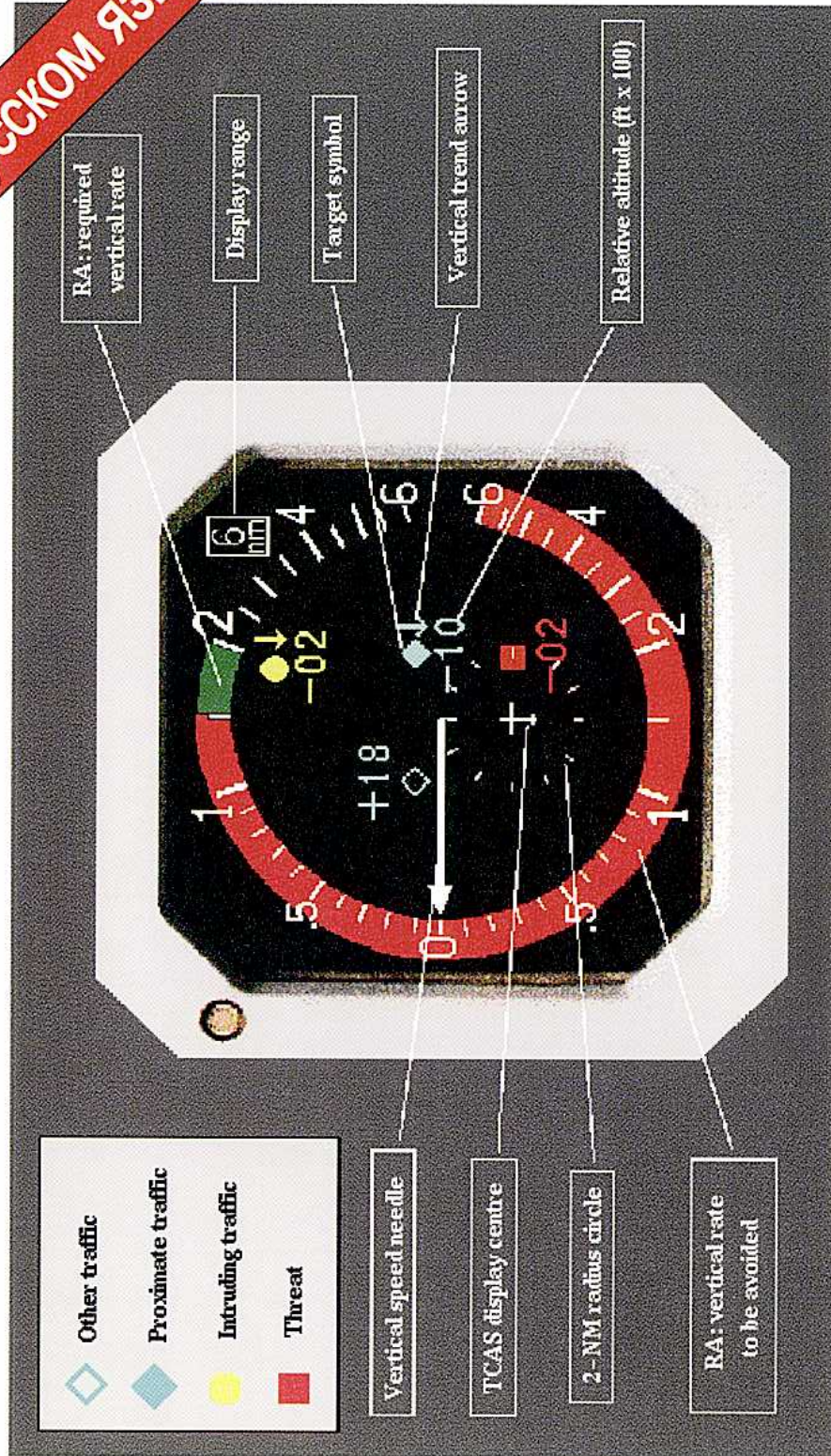


Издание на русском языке



ACAS II

## **ПРИМЕЧАНИЕ**

*Настоящий документ разработан для обучения лиц, связанных с внедрением и использованием бортовых систем предупреждения столкновений (БСПС). Однако, как таковой, данный материал не предназначен для обеспечения полного курса подготовки диспетчеров УВД или пилотов. В нем изложены основные, наиболее важные эксплуатационно-технические характеристики БСПС. Для получения более глубоких знаний читателю рекомендуется обратиться к документам ИКАО и RTCA, перечисленным в разделе библиографии.*

*Джон Ло  
Руководитель программы БСПС*

*Настоящая брошюра переведена и адаптирована в рамках европейского проекта «ACASA» («Анализ БСПС») на основе документа, подготовленного Центром CENA (Centre d'Etudes de la Navigation Aérienne – Франция), и озаглавленного «Livret d'information ACAS».*

*В разработке данного документа принимали участие Центр CENA и ЕВРОКОНТРОЛЬ.*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ГЛАВА I : ОБЩЕЕ ВВЕДЕНИЕ</b>   | <b>4</b>  |
| ⇒ <i>История вопроса</i>  | 4         |
| ⇒ <i>Принципы работы БСПС</i>   | 4         |
| ⇒ <i>Типы БСПС</i>  | 5         |
| ⇒ <i>Разработка системы TCAS II</i>   | 5         |
| ⇒ <i>Процесс постепенного введения во всемирном масштабе требования об обязательном оснащении</i> | 5         |
| <b>ГЛАВА II : ОПИСАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК TCAS II</b>                                      | <b>7</b>  |
| ⇒ <i>Компоненты системы</i>   | 7         |
| ⇒ <i>Индикация данных в кабине экипажа</i>  | 7         |
| <b>ГЛАВА III : БСПС В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ</b>   | <b>13</b> |
| ⇒ <i>Правила</i>  | 13        |
| ⇒ <i>Эксплуатация системы</i>   | 14        |
| ⇒ <i>Подготовка персонала</i>   | 16        |
| ⇒ <i>Примеры конфликтных ситуаций, разрешаемых TCAS</i>   | 16        |
| <b>ГЛАВА IV : НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ЦЕЛЬЮ</b>   | <b>19</b> |
| ⇒ <i>Функция наблюдения</i>   | 19        |
| ⇒ <i>Ограничение помех</i>  | 20        |
| <b>ГЛАВА V : ЛОГИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ<br/>СТОЛКНОВЕНИЙ</b>                             | <b>21</b> |
| ⇒ <i>Принципы</i>   | 21        |
| ⇒ <i>Функции СПС</i>  | 22        |
| <b>ВЫВОДЫ</b>   | <b>28</b> |
| Библиография  |           |
| Сокращения  |           |

## Общее введение

### История вопроса

В течение многих лет объем воздушного движения продолжает расти. Разработка современных систем управления воздушным движением позволила справиться с этим ростом, сохранив при этом необходимый уровень безопасности полетов. Однако опасность столкновения в воздухе по-прежнему сохраняется. Именно по этой причине еще в 50-х годах стал рассматриваться вопрос о концепции и первоначальной разработке бортовой системы предупреждения столкновений, выполняющей роль последнего средства обеспечения безопасности.

В Соединенных Штатах Америки произошла серия столкновений в воздухе, в результате чего были предприняты дальнейшие шаги по разработке указанной системы.

- В 1956 году: столкновение двух авиалайнеров над Большим каньоном побудило обе авиакомпании и авиационные полномочные органы продолжить изучение вопроса о разработке такой системы.
- В 1978 году: столкновение легкого воздушного судна и авиалайнера над г. Сан-Диего привело к тому, что три года спустя ФАУ (Федеральное авиационное управление) приступило к разработке системы **TCAS (система выдачи информации о воздушном движении и предупреждения столкновений)**.
- Наконец, в 1986 году: в результате столкновения самолета DC-9 и частного воздушного судна в районе Серритоса Конгресс поручил ФАУ издать в 1989 году новое авиационное законодательство, предусматривающее обязательное оснащение некоторых категорий американских и иностранных воздушных судов оборудованием TCAS для выполнения полетов в воздушном пространстве США.

Параллельно с разработкой оборудования TCAS Международная организация гражданской авиации (ИКАО) приступила в начале 80-х годов к подготовке стандартов на **бортовые системы предупреждения столкновений (БСПС)**.

### Принципы работы БСПС

БСПС предназначена для работы в автономном режиме независимо от бортового навигационного оборудования и наземных

систем, используемых для обслуживания воздушного движения.

С помощью антенн БСПС запрашивает соответствующие стандартам ИКАО приемоответчики всех находящихся поблизости воздушных судов. На основе получаемых ответов система отслеживает наклонную дальность, абсолютную высоту (если она указывается в ответном сообщении) и азимут окружающих воздушных судов.

Главная отличительная черта БСПС, которая была впервые предложена д-ром Джоном С. Мореллом в 1955 году, заключается в том, что система функционирует в соответствии с критериями времени, а не расстояния. На основе нескольких последовательных ответов система БСПС рассчитывает время полета до точки наибольшего сближения (СРА) с воздушным судном–нарушителем путем деления расстояния на скорость сближения. Указанное время является основным параметром, используемым для выдачи предупреждения, и от его значения зависит тип такого предупреждения. В тех случаях, когда воздушные суда передают данные о своей абсолютной высоте, БСПС рассчитывает также время полета до момента достижения одинаковой высоты.

БСПС может выдавать два типа информации:

- консультативную информацию о воздушном движении (ТА), которая предназначена для оказания помощи пилоту в визуальном поиске воздушного судна-нарушителя и предупреждения его о том, чтобы он был готов к возможной рекомендации по разрешению угрозы столкновения;
- рекомендации по разрешению угрозы столкновения (РА), которые представляют собой рекомендуемые пилоту маневры уклонения. В тех случаях, когда воздушное судно-нарушитель также оснащено системой БСПС, обе БСПС согласовывают свои РА по линии передачи данных режима S для выбора дополняющих друг друга (неконфликтных) направлений движения.

Система БСПС была официально признана ИКАО 11 ноября 1993 года. Ее определение приводится в Приложении 2; использование данной системы регламентируется положениями PANS-OPS и PANS-RAC. В ноябре 1995 года были утверждены Стандарты и Рекомендуемая практика (SARPS) для системы БСПС II, которые изложены в Приложении 10.

## Типы БСПС

Существуют три типа БСПС.

- БСПС I предоставляет консультативную информацию о воздушном движении (ТА) (на уровне ИКАО внедрение в международном масштабе не планируется);
- БСПС II предоставляет ТА и рекомендации по разрешению угрозы столкновения (RA) в вертикальной плоскости;
- БСПС III предоставляет ТА и рекомендации по разрешению угрозы столкновения (RA) в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Что касается указанного оборудования, стандартам ИКАО на БСПС отвечают лишь системы TCAS, выпускаемые тремя американскими изготовителями, а именно: система TCAS I, соответствующая стандартам БСПС I и система TCAS II, соответствующая требованиям SARPS для БСПС II. В настоящее время оборудования БСПС III не существует, и в ближайшем будущем оно вряд ли появится в связи с техническими и эксплуатационными трудностями.

Предупреждения, вырабатываемые системой БСПС II, зависят от режима работы приемопередатчика воздушного судна-нарушителя:

- никакого предупреждения не может быть выработано, если указанный приемопередатчик не работает или не соответствует стандартам ИКАО;
- консультативная информация о воздушном движении (ТА), если приемопередатчик работает и соответствует стандартам ИКАО;
- рекомендации по разрешению угрозы столкновения (RA), если приемопередатчик передает данные об абсолютной высоте и соответствует стандартам ИКАО.

## Разработка системы TCAS II

Разработка системы TCAS II в рамках программы ФАУ началась в 1981 году. В течение 80-х годов результаты оценок рабочих характеристик системы, проводившихся авиакомпаниями, способствовали постепенному совершенствованию оборудования TCAS II, завершившемуся созданием модификации 6.0.

В апреле 1989 г. ИКАО приняла решение о проведении эксплуатационной оценки TCAS II во всемирном масштабе, с тем чтобы определить рабочие характеристики системы и выявить возможные проблемы. Проведение двух

основных оценок было начато в Соединенных Штатах Америки в июне 90-го и в Европе в марте 91-го года.

Предложенные по результатам оценки работы TCAS II усовершенствования системы привели к разработке и выпуску в 1993 году модификации 6.04а. Главная цель создания этой модификации заключалась в сокращении количества мешающих предупреждений, вырабатываемых системой при полетах на низких высотах и при сближениях с ВС на выходе в горизонтальный полет.

После внедрения модификации 6.04а были проведены дополнительные эксплуатационные оценки с той же целью, и предложенные усовершенствования рабочих характеристик системы привели к разработке модификации 7.0. Она была одобрена в декабре 1997 года и стала доступной в начале 1999 года. Модификация 7.0 еще более повысит совместимость TCAS с системой УВД. Наиболее значительным усовершенствованием является внедрение фильтрации рекомендаций по разрешению угрозы столкновения по критерию расстояния пролета ВС в горизонтальной плоскости и системы отслеживания в вертикальной плоскости с интервалом квантования 25 футов, совместимость с полетами, выполняемыми с сокращенным минимумом вертикального эшелонирования (RVSM), и уменьшение уровня электромагнитных помех.

## Процесс постепенного введения во всемирном масштабе требования об обязательном оснащении

Впервые требование об обязательном оснащении бортовой системой предупреждения столкновений (TCAS II) было введено для полетов в воздушном пространстве Соединенных Штатов Америки начиная с 30 декабря 1993 года. Системой TCAS II должны быть оснащены все гражданские воздушные суда с турбореактивными двигателями, перевозящие более 30 пассажиров и выполняющие полет в американском воздушном пространстве.

Начиная с этой даты число воздушных судов дальнего радиуса действия, оснащенных системой TCAS II и выполняющих полеты в европейском воздушном пространстве, продолжало расти, хотя требование об обязательном оснащении данной системой и ее эксплуатации не было введено. Однако дальнейшие исследования и оценки продемонстрировали выгоды, получаемые от системы TCAS II в плане безопасно-

сти полетов, и некоторые авиакомпании начали оснащать свой парк воздушных судов этим оборудованием.

В 1995 году Комитет ЕВРОКОНТРОЛЯ по управлению утвердил политику и график введения в Европе требования об обязательном наличии на борту ВС системы БСПС II. Затем это решение было ратифицировано Советом по проектам Программы упорядочения и интеграции управления воздушным движением в Европе (ЕАТСНIP).

Утвержденная политика предусматривает следующее:

- начиная с 1 января 2000 года все гражданские воздушные суда с неподвижным крылом и турбореактивными двигателями с максимальной взлетной массой свыше 15 000 кг или максимальным утвержденным количеством пассажирских мест свыше 30 должны быть оснащены системой БСПС II, и
- начиная с 1 января 2005 года все гражданские воздушные суда с неподвижным крылом и турбореактивными двигателями с максимальной взлетной массой свыше 5 700 кг, или максимальным утвержденным количеством пассажирских мест свыше 19 должны быть оснащены системой БСПС II.

Требование об обязательном наличии на борту системы БСПС II вводится также в других государствах, включая Австралию, Аргентину, Египет, Индию, Чили, Японию и т.д.

Такой постепенно расширяющийся масштаб использования БСПС II, обусловленный явными преимуществами в плане безопасности полетов, обеспечиваемыми данным оборудованием, а также происшедшее в 1996 году в воздушном пространстве Индии столкновение между принадлежавшим Саудовской Аравии самолетом «Боинг-747» и казахским воздушным судном «Ил-76» побудили ИКАО внести предложение о поэтапном введении с 2003 и 2005 года во всемирном масштабе требования об обязательном оснащении системой БСПС II, включая грузовые воздушные суда, на основе правил применения, предусмотренных положениями европейской политики.

В целях гарантирования полной эффективности БСПС II ИКАО приняло решение об обязательной установке и эксплуатации на воздушных судах приемопередатчиков, передающих данные о барометрической высоте, что является необходимым условием для выработки рекомендаций по разрешению угрозы столкновения.

После столкновения в воздухе в сентябре 1997 г. недалеко от Намибии самолета «Ту-154» германских ВВС с транспортным воздушным судном С-141 ВВС США в срочном порядке началось рассмотрение вопроса о необходимости оснащения военных транспортных воздушных судов системой БСПС II. В настоящее время этот вопрос находится под контролем.

## Описание технических характеристик TCAS II

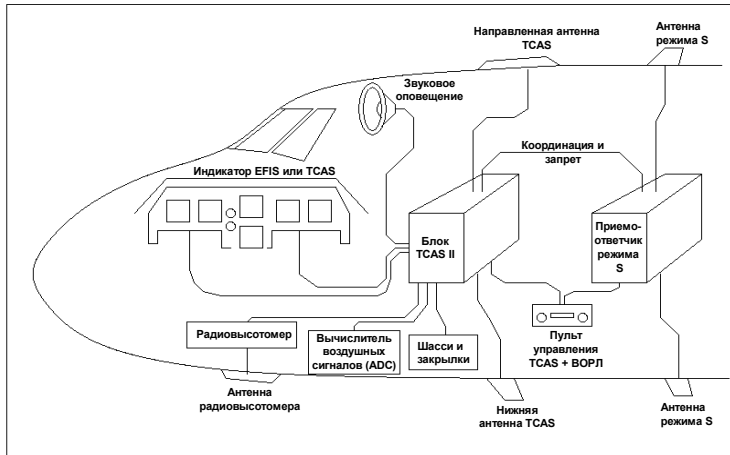


Рис. 1. Блок-схема системы TCAS II.

### Компоненты системы

На рис. 1 показана блок-схема системы TCAS II. TCAS II состоит из следующих компонентов:

- **вычислительное устройство**, – которое обеспечивает наблюдение за воздушным пространством, отслеживание воздушных судов-нарушителей, обнаружение угрозы столкновения, определение маневров уклонения и выработку консультативной информации и рекомендаций;
- **пульт управления TCAS** – встроен в пульт управления приемопередатчика. Он представляет собой трехпозиционный переключатель:
  - «Резервный режим»: TCAS отключена;
  - «Только ТА»: могут выдаваться только ТА;
  - «Автоматический режим» или «ТА/РА»: нормальное функционирование TCAS.
- **две антенны** – одна установлена на верхней поверхности фюзеляжа и вторая на нижней поверхности. Верхняя антенна является направленной в целях повышения качества наблюдения за воздушными судами-нарушителями. Эти антенны установлены отдельно от антенны приемопередатчика. Запросы передаются на частоте 1030 МГц, а ответы принимаются на частоте 1090 МГц, такие же частоты используются вторичным обзорным радиолокатором (ВОРЛ). Для избежания отслеживания собственного воздушного судна

функционирование TCAS увязано с работой приемопередатчика;

- **устройство соединения с приемопередатчиком режима S** – для выдачи дополняющих друг друга и согласованных рекомендаций по разрешению угрозы столкновения в случае наличия системы TCAS на обоих воздушных судах;
- **устройство соединения с высотомером** – для получения данных о барометрической высоте, и/или с бортовым вычислителем воздушных сигналов (ADC), если таковой установлен;
- **устройство соединения с радиовысотометром** – с одной стороны, для предотвращения выдачи RA, когда воздушное судно находится в непосредственной близости от земли, и, с другой стороны, для определения того, находятся ли отслеживаемые системой TCAS воздушные суда на земле;
- **громкоговорители** – для звукового оповещения;
- **экраны** – для отображения соответствующих данных.

Кроме того, учитываются также некоторые другие данные, относящиеся к техническим характеристикам воздушного судна, такие, как положение шасси и закрылок, практический потолок и т.д.

Однако TCAS II **не соединена** с автопилотом или системой управления полетом (FMS). TCAS II остается независимой и будет продолжать функционировать в случае отказа любой из этих систем.

### Индикация данных в кабине экипажа

В кабине экипажа отображается ограниченная информация о соседних воздушных судах, ТА и RA, а также обеспечивается звуковое оповещение.

Система отображения информации о воздушном движении предназначена для оказания помощи в визуальном обнаружении воздушного судна-нарушителя. Она обеспечивает индикацию относительного местоположения других воздушных судов в горизонтальной и вертикальной плоскостях вблизи собственного воздушного судна путем измерения параметров, содержащихся в ответах приемопередатчиков.



## 1. Символы, используемые для отображения воздушных судов

Собственное воздушное судно отображается в виде стрелки-указателя или символа самолета белого или синего цвета.

Цели отображаются с помощью различных символов в зависимости от их статуса в системе БСПС:

- **полностью синий или белый ромб** – для воздушных судов, не относящихся к категории нарушителей;
- **сплошной круг желтого цвета** – для воздушных судов-нарушителей (т.е. ВС, ставших причиной выдачи ТА);
- **сплошной квадрат красного цвета** – для воздушных судов, создающих угрозу столкновения (т.е. ВС, ставших причиной выдачи RA).

Воздушные суда, не являющиеся нарушителями и находящиеся в пределах 6 м. миль и 1200 футов от собственного воздушного судна, называются близкорасположенными воздушными судами и отличаются от других воздушных судов символом в виде **сплошного белого или синего ромба**. В случае выдачи ТА или RA, когда находящееся ближе всех воздушное судно не обязательно создает наибольшую опасность, этот символ указывает на то, что данное воздушное судно не является тем ВС-нарушителем, из-за которого сработало предупреждение.

Каждый символ отображается на экране согласно его положению относительно собственного воздушного судна. Точность отображения зависит от выбранного масштаба. При использовании масштаба 10 м. миль степень точности данных о местоположении составляет примерно +/- 1 морская миля по дальности и примерно +/- 10 градусов по азимуту.

В тех случаях, когда воздушное судно-нарушитель передает информацию о своей абсолютной высоте, данные о местоположении ВС в вертикальной плоскости также отображаются с помощью соответствующего символа. Относительная высота указывается в сотнях футов над символом, если ВС-нарушитель находится выше собственного воздушного судна, и под символом в противоположном случае. На некоторых воздушных судах вместо относительной высоты

Существуют две концепции PFD:

- **отображение на искусственном горизонте:** рекомендация по разрешению угрозы столк-

новения может отображаться эшелон его полета. Кроме того, когда отслеживаемое воздушное судно набирает высоту или снижается со скоростью свыше 600 фут/мин, на экране дополнительно появляется стрелка.

## 2. Классическое приборное оборудование

Воздушные суда, ТА и RA отображаются на жидкокристаллическом индикаторе, который также включает указатель мгновенной вертикальной скорости (IVSI). Вокруг символа собственного воздушного судна с помощью точек или линий изображен круг радиусом 2 м. мили. Отображаемое расстояние перед собственным воздушным судном составляет от 4 до 30 м.

Рекомендация RA отображается в виде красной дуги, показывающей диапазон вертикальных скоростей, которых следует избегать. Зеленая дуга, изображаемая рядом с красной, указывает пилоту, что он должен выполнить маневр таким образом, чтобы воздушное судно достигло требуемой вертикальной скорости, обозначенной зеленой дугой, и при этом ограничить отклонение от заданной высоты.

Примечание. При наличии нескольких воздушных судов, создающих угрозу столкновения, диапазон требуемых вертикальных скоростей может быть окружен двумя красными дугами.

На рис. 2 приведен образец индикатора TCAS в классической кабине экипажа, где приборное оборудование выполнено не в виде сплошных дисплеев («стеклянная» кабина экипажа).

На рис. 3 показаны некоторые примеры рекомендаций RA.

## 3. Система EFIS

На кабинных индикаторах электронной системы пилотажного оборудования (EFIS) информация TCAS, касающаяся RA, отображается на основном индикаторе полетных данных (PFD), а информация о воздушном движении – на индикаторе навигационной обстановки (ND).

новения изображается в виде красной или желтой трапецевидной зоны, указывающей пилоту значения высоты полета, которых следует избегать. Это оказывает пилоту непосредственную помощь в выборе требуе-

мого угла тангажа. Такая форма отображения не включает какой-либо зеленой зоны, в которую должны войти параметры полета воздушного судна.

- **Отображение на индикаторе вертикальной скорости:** рекомендация RA отображается таким же способом, как в «классических» кабинах экипажа. Красной зоной отмечается диапазон вертикальных скоростей, которых следует избегать; зеленая зона указывает пилоту требуемую вертикальную скорость при ограничении отклонения от разрешенного органом УВД эшелона полета.

На рис. 4 и 5 приведены образцы приборного оборудования системы EFIS.

#### 4. Звуковое оповещение

Установленные в кабине экипажа громкоговорители предупреждают экипаж о выработанной системой TCAS информации посредством звукового оповещения. В нижеприведенной таблице приводятся подробные данные о звуковых сообщениях в зависимости от типа информации: консультативная информация о воздушном движении (ТА) или рекомендация по разрешению угрозы столкновения (RA).

| Тип информации   | Направление вниз   | Направление вверх  |
|--|--|--|
| ТА   | Воздушное движение, воздушное движение   |  |
| Первоначальная предупредительная RA                        | Контролировать вертикальную скорость   | Контролировать вертикальную скорость   |
| Корректирующая RA  | Снижаться, снижаться   | Набрать высоту, набрать высоту   |
| Усиливающая RA   | Увеличить скорость снижения, увеличить скорость снижения,                      | Увеличить скорость набора высоты, Увеличить скорость набора высоты                                 |
| Смягчающая RA  | Скорректировать вертикальную скорость, скорректировать                         | Скорректировать вертикальную скорость, скорректировать   |
| RA с изменением направления                                | Снижаться, снижаться СЕЙЧАС  | Набрать высоту, набрать высоту СЕЙЧАС  |
| RA с пересечением ЭП                                       | Снижаться, снижаться с пересечением ЭП, снижаться, снижаться с пересечением ЭП | Набрать высоту, набрать высоту с пересечением ЭП, набрать высоту, набрать высоту с пересечением ЭП |
| RA для поддержания вертикальной скорости                   | Выдерживать вертикальную скорость, выдерживать                                 | Выдерживать вертикальную скорость, выдерживать   |
| RA для поддержания вертикальной скорости с пересечением ЭП | Выдерживать вертикальную скорость, выдерживать с пересечением ЭП               | Выдерживать вертикальную скорость, выдерживать с пересечением ЭП                                   |
| RA для снижения вертикальной скорости                      | Скорректировать вертикальную скорость, скорректировать                         | Скорректировать вертикальную скорость, скорректировать   |
| Сообщение о завершении RA                                  | Конфликт устранен  |  |

Таблица 1. Звуковые оповещения системы TCAS II.

**Рис.2.: RA на классическом индикаторе TCAS**

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Other traffic                   | – Другие ВС   |
| Proximate traffic               | – Близкорасположенные ВС  |
| Intruding traffic               | – ВС-нарушители   |
| Threat                          | – Угроза  |
| Vertical speed needle           | – Стрелка указателя вертикальной скорости                       |
| TCAS display centre             | – Центр индикатора TCAS   |
| 2-NM radius circle              | – Круг радиусом 2 м.мили  |
| RA: vertical rate to be avoided | – RA: нерекомендуемая вертикальная скорость                     |
| RA: required vertical rate      | – RA: требуемая вертикальная скорость                           |
| Display range                   | – Отображаемая зона действия                                    |
| 6 nm                            | – 6 м.миль  |
| Target symbol                   | – Символ цели   |
| Vertical trend arrow            | – Стрелка тенденции направления полета в вертикальной плоскости |
| Relative altitude               | – Относительная высота (фут x 100)                              |

**Рис.3.: IVSI, показывающий примеры рекомендаций RA**

10 nm – 10 м.миль

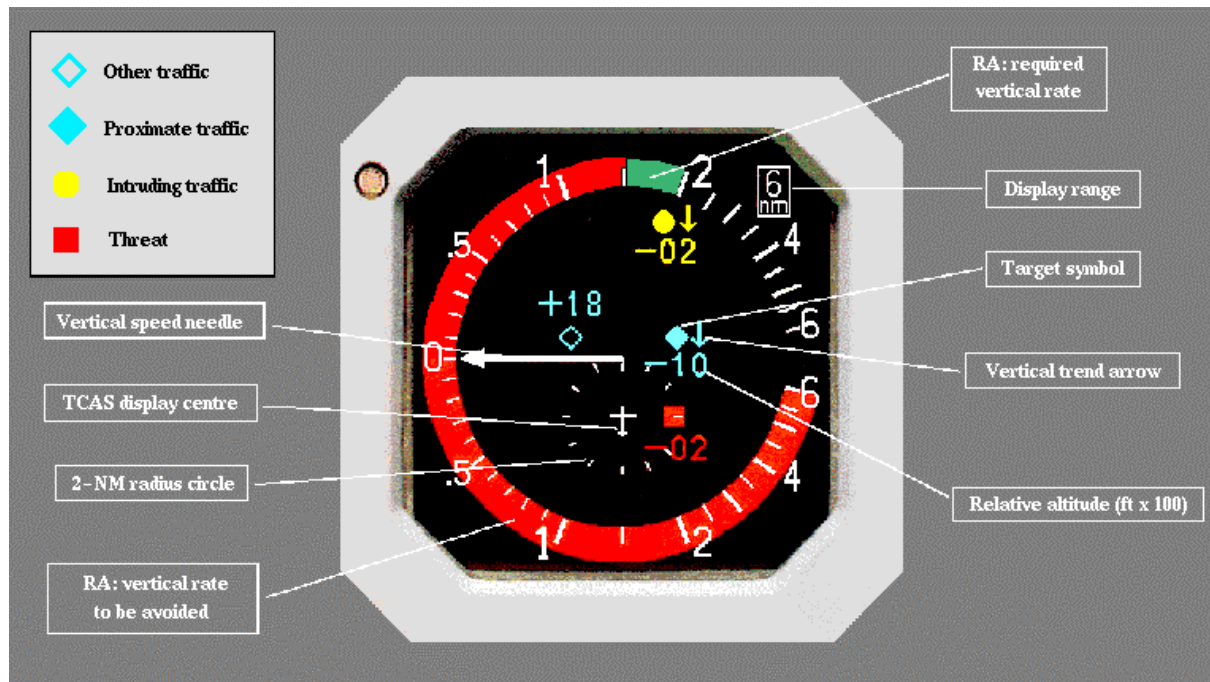


Рис. 2. RA на классическом индикаторе TCAS.

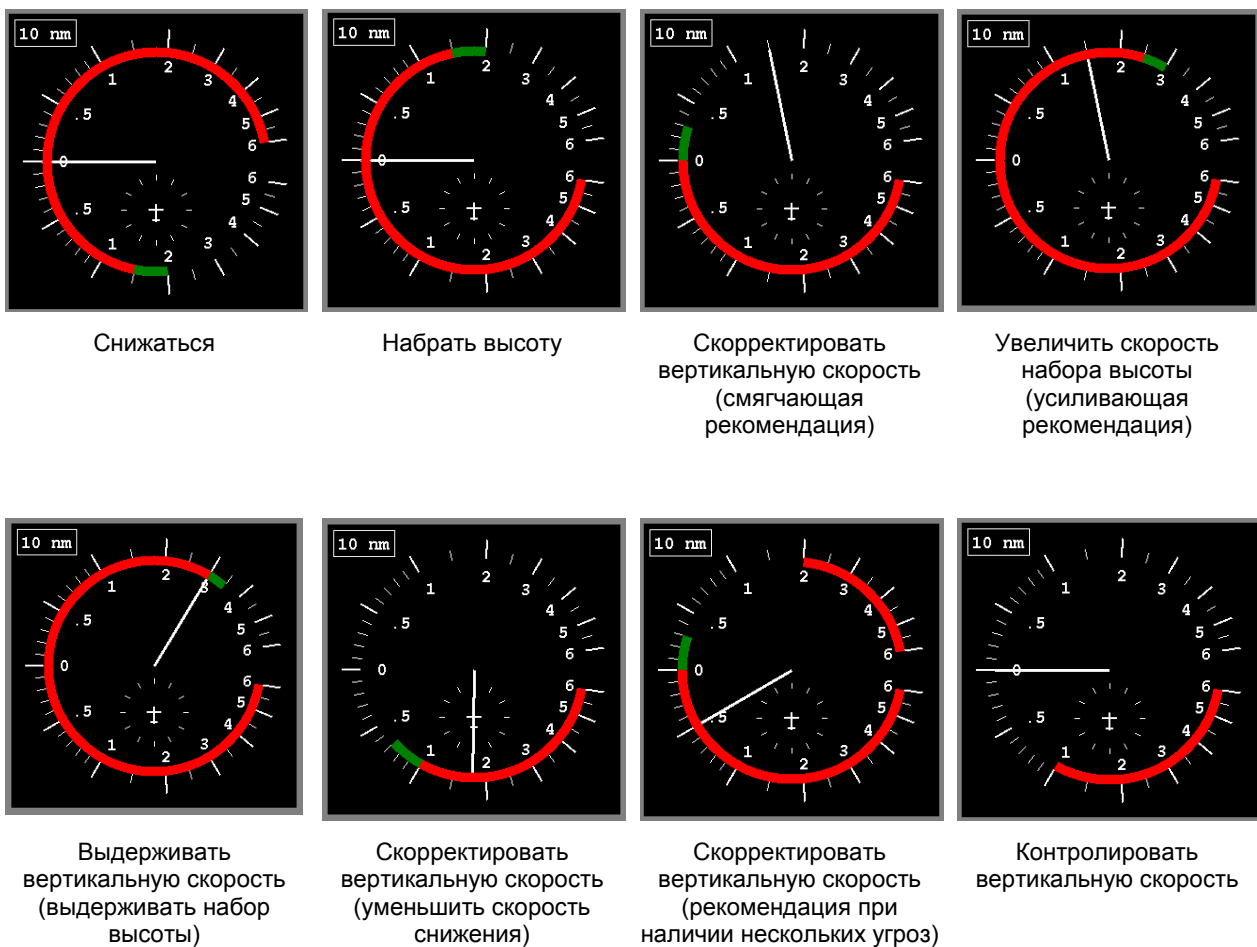
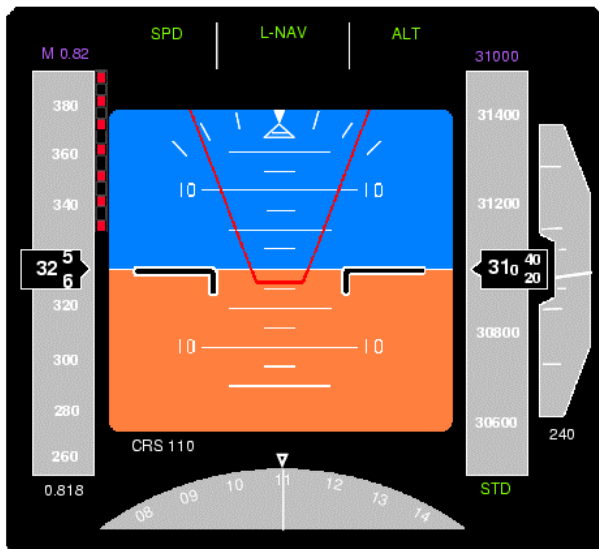
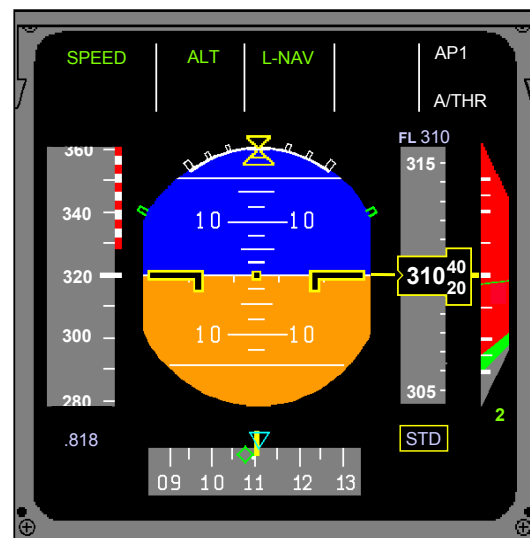


Рис. 3. IVSI, показывающий примеры рекомендаций RA



RA на искусственном горизонте



RA на указателе вертикальной скорости (VSI)

Рис. 4. Система EFIS – образцы PFD.



Рис. 5. Система EFIS – Индикатор навигационной обстановки в режиме «РОЗА» с отображением воздушных судов.

## **БСПС в эксплуатационных условиях**

Результаты проведенных в Европе в 1991-1995 гг. эксплуатационных оценок TCAS II продемонстрировали ее эффективность как бортовой системы предупреждения столкновений и выявили ряд принципов, которые должны применяться при использовании данной системы. В настоящее время некоторые из этих принципов включены в европейские правила и правила ИКАО, а также лежат в основе практического обучения пилотов и диспетчеров УВД.

### **Правила**

#### **1. ИКАО**

Приложение 2 содержит официальное определение БСПС:

«Бортовая система, основанная на использовании сигналов приемопередатчика вторичного обзорного радиолокатора (ВОРЛ), которая функционирует независимо от наземного оборудования и предоставляет пилоту информацию о конфликтной ситуации, которую могут создать воздушные суда, оснащенные приемопередатчиками ВОРЛ.»

В документе PANS-RAC (Doc. 4444) действия и обязанности диспетчеров УВД, предоставляющих обслуживание воздушным судам, оснащенным системой БСПС, определяются следующим образом:

- правила обслуживания воздушного движения (т.е. правила обеспечения соответствующего эшелонирования и предотвращения столкновений) являются **аналогичными правилам, применяемым в отношении воздушных судов, необорудованных БСПС**. Это означает, что диспетчер по-прежнему несет ответственность за обеспечение соответствующего эшелонирования, устанавливаемого органом УВД, пока летным экипажем не выполняется какая-либо рекомендация RA.

- в том случае, если пилот сообщает о выполнении маневра в соответствии с рекомендацией RA, диспетчер не предпринимает попытку изменить траекторию полета воздушного судна, но, при необходимости, предоставляет информацию о воздушном движении (если это возможно).

Описание правил эксплуатации оборудования БСПС летным экипажем приводится в документе PANS-OPS – Doc. 8168 («Производство полетов воздушных судов»):

- **пилот сохраняет за собой управление полетом воздушного судна:** «ничто [...] не препятствует принятию командиром воздушного судна обоснованных решений и осуществлению им своих полномочий при выборе оптимальных действий по разрешению конфликтной ситуации в воздушном движении»;
- показания оборудования БСПС используются пилотом, исходя из следующих сообщений безопасности:
  - пилот **не выполняет маневры на основании только консультативной информации о воздушном движении**;
  - при получении RA пилот осуществляет визуальный обзор воздушного пространства, в котором, согласно указываемым данным, находится воздушное судно-нарушитель;
  - **отклонение от заданной УВД траектории полета ограничивается до минимума, необходимого для выполнения RA**, и после получения от БСПС сообщения «конфликт устранен» пилот быстро восстанавливает параметры полета, заданные текущим диспетчерским разрешением;
  - при первой возможности пилот уведомляет диспетчера об отклонении траектории, обусловленном рекомендацией RA.

Фразеология, подлежащая использованию пилотами, определена только для БСПС II:

- TCAS climb (or descend) (набираю высоту по TCAS (или снижаюсь));
- TCAS climb (or descend), returning to [assigned clearance] (набираю высоту по TCAS (или снижаюсь), возвращаюсь на [заданный диспетчером уровень]);

- TCAS climb (or descend) completed [assigned clearance] resumed (выполнил набор высоты по TCAS (или снижение), [заданный диспетчером уровень] занял);
- unable to comply, TCAS resolution advisory (выполнить не могу, рекомендация TCAS по разрешению угрозы столкновения).

Какой-либо фразеологии, подлежащей использованию диспетчером не существует; он лишь подтверждает прием сообщения.

## 2. Европа и другие государства

В правилах, касающихся БСПС, имеются некоторые различия в зависимости от региона ИКАО. Подробное описание указанных различий приводится в документе ИКАО 7030 «Дополнительные региональные правила», который включает ряд дополнительных правил, например, сроки обязательного оснащения и т.д.

В январе 1996 года ЕВРОКОНТРОЛЬ опубликовал образец циркуляра аэронавигационной информации (АИС), предназначенный для последующего его издания авиационными ведомствами государств-членов ЕКГА, содержание которого аналогично положениям документа 7030 ИКАО.

## Эксплуатация системы

### 1. Использование системы пилотами

Результаты проведенной в Европе оценки рабочих характеристик TCAS II и контроль за ее внедрением продемонстрировали, что данное оборудование уже повысило уровень безопасности полетов. Согласно полученным донесениям, в опасных ситуациях ТА позволяли достаточно заблаговременно обеспечивать визуальное обнаружение воздушных судов-нарушителей и таким образом устранять риск столкновения.

Однако был выявлен ряд проблем, связанных со стрессом, вызываемым у членов экипажа рекомендациями RA.

- В некоторых случаях RA становится причиной того, что пилоты отклоняются от траектории, заданной им соответствующим диспетчерским разрешением, на гораздо большее расстояние, чем это необходимо или требуется. Были зарегистрированы отклонения более чем на 1000 футов, а среднее отклонение составляет примерно 650 фут.
- Зачастую пилоты не торопятся сообщать диспетчеру УВД о первоначальном отклоне-

нии и последующем возвращении к параметрам полета, предписанных выданным диспетчерским разрешением. Иногда не используется официальная фразеология, и на этой же частоте может начаться отвлекающий и мешающий работе диалог по поводу данного события. Часто смысл первоначального сообщения о RA, передаваемого пилотом, непонятен диспетчеру.

Ряд других проблем связан с неправильным использованием данных, отображаемых на индикаторе TCAS.

- Некоторые пилоты запрашивают информацию или отклоняют диспетчерское разрешение, основываясь на данных бортового индикатора воздушного движения. Это может быть оправдано только в том случае, если ВС-нарушитель не передает данных о высоте.
- Иногда летные экипажи используют индикатор отображения данных о воздушном движении как прибор наблюдения. Поступаемая информация носит общий характер и показывает лишь относительное положение соседних воздушных судов, и риск неправильного толкования данных достаточно велик.
- Наблюдался случаи, когда воздушные суда выполняли разворот на основе данных, отображаемых на индикаторе воздушного движения, без визуального обнаружения цели летным экипажем. Такие маневры могут привести к значительному снижению уровня безопасности полетов.
- Донесения о различных случаях также указывают на то, что некоторые пилоты не среагировали на рекомендацию RA, когда они имели информацию о воздушных судах от диспетчера УВД, но визуально не обнаружили воздушное судно-нарушитель. Если рекомендация RA оправдана, то они теряют драгоценные секунды для начала маневра по разрешению конфликтной ситуации. Кроме того, если ВС-нарушитель также оснащено системой TCAS, то рекомендация RA согласовывается между двумя воздушными судами. Невыполнение этих рекомендаций сразу же снижает уровень безопасности полета.

### 2. Взаимодействие с УВД

Как правило, RA воспринимается диспетчером УВД как фактор, нарушающий нормальную работу, по причине отклонения воздушного судна от заданных диспетчерским разрешением параметров полета, последующего обсуждения на частоте радиотелефонной связи и вероятно-

сти создания вынужденной конфликтной ситуации с третьим воздушным судном. Хотя последняя вероятность понятна, диспетчер должен осознавать, что система TCAS II способна одновременно обработать данные о нескольких ВС-нарушителях и выработать соответствующую рекомендацию RA.

Анализ случаев, зарегистрированных в Европе, показывает, что даже при наличии нескольких воздушных судов, создающих угрозу, фактическая вероятность такого события очень мала.

Основными причинами для взаимодействия с системой воздушного движения являются следующие:

- **Воздушные суда, выходящие в горизонтальный полет на высоте 1000 футов выше или ниже воздушного судна, создающего конфликтную ситуацию,** вынуждают систему выдавать большое количество RA. Система TCAS II срабатывает из-за того, что при приближении к разрешенному эшелону полета воздушное судно сохраняет высокую вертикальную скорость.
- **Диспетчерские разрешения на пересечение высоты полета других воздушных судов, выдаваемые на основе согласованного визуального эшелонирования,** также могут привести к выработке системой рекомендаций RA, особенно на воздушных судах, выдерживающих высоту своего крейсерского полета. Предоставление диспетчером информации о воздушном движении не дает пилоту права игнорировать RA, выданную системой TCAS II. Однако указанная информация о воздушном движении, возможно, сведет к минимуму отклонение по вертикали

и, следовательно, проблему создаваемую для диспетчера.

- Рекомендации, выдаваемые в отношении некоторых категорий воздушных судов: **ПВП, истребители, выполняющие маневры и т.д.** Эта проблема в такой же степени относится к организации воздушного пространства в целом, как и к функции TCAS II. Однако система TCAS II действительно эффективна только в том случае, когда воздушное судно-нарушитель передает данные о своей абсолютной высоте, и она не способна учитывать высокие характеристики маневренности истребителей.

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

- В тех случаях, когда диспетчеры УВД не имеют информации о рекомендации RA, и если они дают воздушному судну указания по маневру уклонения, то более предпочтительными являются инструкции по выполнению маневра в горизонтальной плоскости, так как они не окажут отрицательного влияния на маневры в вертикальной плоскости, требуемые в соответствии с рекомендациями RA, вырабатываемыми системой TCAS II.
- Выдаваемые системой TCAS рекомендации длятся очень короткое время, обычно менее 30 секунд. Диспетчеры УВД, возможно, не смогут среагировать за такой период времени.
- Когда летному экипажу будет выдано сообщение «конфликт устранен», минимального интервала эшелонирования, заданного органом ОВД, может уже не существовать.
- Из-за своих ограничений система TCAS II не безупречна.
- В силу этих причин система TCAS II должна рассматриваться как последнее средство предотвращения столкновения.



## **Подготовка персонала**

### **1. Пилоты**

Проблемы, с которыми сталкиваются пилоты при использовании системы TCAS II, могут быть подразделены на четыре категории:

- недостаточное знание о функционировании системы;
- неиспользование стандартной фразеологии;
- неправильное использование отображаемой TCAS информации;
- неправильное реагирование на RA.

Необходимо предпринять особые усилия по подготовке летных экипажей. Только правильное использование TCAS II пилотами будет способствовать интеграции данной системы с системой управления воздушным движением и сделает ее более эффективной в плане повышения уровня безопасности полетов.

Указанное обучение должно включать две взаимодополняющие и неотъемлемые части:

- **теорию:** пилоты должны иметь надлежащие знания о том, как работает TCAS, в том числе об ограничениях системы;
- **практику на тренажерах:** рекомендации RA могут вызывать стресс и требуют быстрой и адекватной реакции со стороны соответствующего летного экипажа. Поэтому в стандартные упражнения на летном тренажере необходимо включать ситуации с выработкой рекомендаций RA с тем, чтобы повысить эффективность реагирования летного экипажа на RA в реальных условиях и оптимизировать эксплуатационное использование TCAS II.

ИКАО признала важное значение надлежащей учебной программы для пилотов и направила администрациям государств и международным авиационным организациям подготовленный Группой экспертов по совершенствованию ВОРЛ и системам предупреждения столкновений (SICASP) документ «Предлагаемые цели подготовки на основе характеристик бортовой системы предупреждения столкновений (БСПС)».

### **2. Диспетчеры УВД**

В отличие от пилотов диспетчеры УВД на используют TCAS II, однако вынуждены учитывать ее при предоставлении обслуживания УВД воздушным судам.

В Европе введен комплексный учебный курс в рамках программы начальной подготовки и переподготовки диспетчеров УВД для Европейского региона. Учебные материалы включают следующее:

- настоящую брошюру;
- видеопленки, например, «ACAS for Controllers» («БСПС для диспетчеров УВД»);
- несколько докладов, содержащих ситуативный анализ по вопросам внедрения TCAS II в Европе;
- курс по БСПС на слайдах.

Кроме того, Центр CENA, являющийся частью генерального директората гражданской авиации (DGAC) Франции, разработал и выпустил учебное пособие по TCAS II, называемое RITA (Интерфейс для воспроизведения предупреждений TCAS). Указанное учебное пособие обеспечивает интерактивную поддержку учебного процесса и позволяет воспроизводить некоторые ранее проанализированные реальные ситуации, связанные с функционированием TCAS. В материалах RITA на одном и том же экране представлены точка зрения пилота, точка зрения диспетчера УВД и расшифровка записей радиотелефонных сообщений. В настоящее время в результате совместных усилий центра CENA и ЕВРОКОНТРОЛЯ выпущен вариант RITA на компактном диске (CD-ROM), предназначенный для использования на персональных компьютерах, а также организованы учебные курсы.

Уже отмечены первые положительные результаты подготовки в области TCAS II. Однако 1 января 2000 г. в Европе вступает в силу требование об обязательном оснащении системой TCAS II, поэтому поддержание или даже дальнейшее развитие усилий по обучению эксплуатационного персонала имеет очень важное значение.

## **Примеры конфликтных ситуаций, разрешаемых TCAS**

Ниже приводятся примеры, основанные на реальных ситуациях, связанных с TCAS.

### **1. Нарушение интервала эшелонирования из-за несоблюдения высоты полета (ППП-ППП)**

«А» является оснащенной системой TCAS воздушным судном, которое получило

диспетчерское разрешение на набор высоты до ЭП280. Другое оборудованное системой TCAS воздушное судно «В» выполняет полет на ЭП290. Оба ВС следуют по одному и тому же маршруту.

Когда воздушное судно «А» достигает ЭП270, срабатывает краткосрочное предупреждение о конфликтной ситуации – STCA). Диспетчер просит пилота подтвердить свой курс и «выдерживать эшелон полета 280, заданный воздушному судну».

Через несколько секунд пилот воздушного судна «В» сообщает диспетчеру, что система TCAS выдала ему рекомендацию RA «набрать высоту» в связи с наличием воздушного судна в 800 футах ниже и что он набирает высоту до ЭП300.

Воздушное судно «А» также получает RA «снижаться», и пилот выполняет эту рекомендацию. Расстояние по вертикали между двумя судами быстро увеличивается благодаря согласованию рекомендаций между системами TCAS-TCAS и быстрой реакции пилотов.

Анализ данного события показал, что воздушное судно «А» превысило разрешенный органом УВД эшелон полета на 400 футов из-за ошибки при выборе эшелона полета для автопилота. Временной интервал обновления радиолокационных данных, которые включают информацию об абсолютной высоте, отображаемую на экране РЛС, не позволил диспетчеру обнаружить воздушное судно, набирающее высоту с пересечением разрешенного эшелона полета. Без TCAS воздушное судно «А» продолжало бы набор высоты.

**Система TCAS предотвратила реальную опасность столкновения. Ошибка летного экипажа не могла быть обнаружена диспетчером. Обе TCAS согласовали свои RA, выдаваемые ими летным экипажам, и выработали неконфликтные RA.**

## **2. Сближение с ВС, выполнявшим неконтролируемый полет по ПВП (ППП-ПВП)**

Оснащенное системой TCAS воздушное судно, выполнявшее полет по ППП, получило диспетчерское разрешение снизиться с ЭП260 до ЭП080. При приближении к ЭП110 пилот получил рекомендацию RA «набрать высоту» и набрал высоту до ЭП117. Нарушителем было воздушное судно, выполнявшее полет по ПВП в

воздушном пространстве класса E на ЭП105, не поддерживающее радиосвязи и оснащенное приемоответчиком, передающим данные об абсолютной высоте.

Диспетчер не имел информации об указанном ВС, выполнявшем полет по ПВП, и оно не отображалось на экране радиолокатора (по эксплуатационным и практическим причинам). Поскольку пилоты визуально не обнаружили друг друга, система TCAS II явилась последним средством, предотвратившим столкновение.

Данный инцидент, который без системы TCAS II мог привести к очень опасному сближению в воздухе (NMAC), четко демонстрирует преимущества наличия на борту воздушного судна, выполняющего полет по ПВП, работающего приемоответчика, передающего данные об абсолютной высоте. Если воздушное судно-нарушитель не передает данных о высоте своего полета, TCAS II не может выдать рекомендацию RA.

**Указанный инцидент убедительно показывает, что обеспечиваемая TCAS II защита распространяется на необорудованные системой TCAS воздушные суда-нарушители, оснащенные приемоответчиками, передающими данные об абсолютной высоте, независимо от того, контролируется ли их полет или нет.**

## **3. Одновременная обработка ситуации с несколькими угрозами**

«А» является оснащенной системой TCAS воздушным судном, которое выполняет полет на ЭП370. Другое оборудованное системой TCAS воздушное судно «В» выполняет полет в крейсерском режиме на ЭП350 в противоположном направлении по тому же маршруту.

Незадолго до прохождения над воздушным судном «В» над воздушным судном «А» пролетает воздушное судно «С», которое снижается до ЭП390. Система TCAS воздушного судна «А» выдает рекомендацию RA «снижаться». Анализ данного случая показывает, что указанная рекомендация RA не была оправдана геометрической конфигурацией сближения воздушных судов и явилась следствием передачи воздушным судном «С» неправильных данных об абсолютной высоте.

Пилот воздушного судна «А» выполняет продолжительный и ненужный маневр снижения и, как результат, входит в конфликтную ситуацию с воздушным судном «В».

На этот раз TCAS воздушного судна «А» выдает **комбинированную рекомендацию RA**, которая требует от пилота ограничить вертикальную скорость как при снижении, так и при наборе высоты.

Указанный инцидент продемонстрировал, что система TCAS II обнаружила второе судно-нарушитель и приняла его во внимание путем выдачи рекомендации RA для случая, когда имеется несколько угроз. Однако подобная ситуация, приводящая к вынужденному конфликту с другим воздушным судном, которое не имеет отношения к первоначальному конфликту, случается очень редко.

## **Наблюдение за целью**

**В настоящей главе приводится описание модификации 7 оборудования TCAS II. Данная модификация соответствует SARPS для БСПС II, опубликованным ИКАО.**

### **Функция наблюдения**

Функция наблюдения позволяет воздушному судну, оснащеному системой TCAS, запрашивать приемоответчики режима S и режима A/C, установленные на борту окружающих воздушных судов. Задача состоит в определении относительного местоположения и маневров воздушных судов-нарушителей. TCAS может одновременно отслеживать до 30 воздушных судов при номинальном радиусе действия 14 м. миль для целей с приемоответчиками с режимом A/C и 30 м. миль для целей с приемоответчиками с режимом S.

### **1. ВС-нарушители, оснащенные приемоответчиками с режимом S**

Наблюдение с помощью TCAS воздушных судов, оснащенных приемоответчиками с режимом S, основано на возможности этих приемоответчиков обеспечивать избирательную адресацию. Система TCAS использует полученный ответ для определения дальности, азимута и абсолютной высоты воздушного судна-нарушителя. TCAS прослушивает самогенерируемые сигналы (сквиттеры), передаваемые приемоответчиками с режимом S каждую секунду. В сквиттере содержится индивидуальный адрес отправителя.

После приема сквиттера TCAS направляет в режиме S запрос по адресу режима S, содержащемуся в сообщении. Полученный ответ TCAS использует для определения дальности, азимута и абсолютной высоты воздушного судна-нарушителя.

TCAS отслеживает изменения в данных о дальности, азимуте и абсолютной высоте каждого воздушного судна, оснащенного оборудованием режима S, в пределах зоны своего действия. Эти данные вводятся в логическую программу предупреждения столкновений для определения необходимости в выдаче TA или RA.

### **2. ВС-нарушители, оснащенные приемоответчиками с режимом A/C**

Для запроса приемоответчиков с режимом A/C оборудование TCAS использует модифицированную систему запроса в режиме S. Указанная система запроса известна как «общий вызов только в режиме S». Примечание: TCAS не имеет информации о коде воздушного судна-нарушителя в режиме A, поскольку она не передает запросы в этом режиме.

Ответы от приемоответчиков с режимом A/C отслеживаются по параметрам дальности, азимута и абсолютной высоты. Эти данные вводятся в логическую программу предупреждения столкновений для определения необходимости в выдаче TA или RA.

В некоторых случаях приемоответчики с режимом A/C могут передать ответ на запрос «общий вызов только в режиме S» без предоставления какой-либо информации об абсолютной высоте. В таких случаях TCAS использует синхронизирующий импульс ответа для инициирования и последующего отслеживания цели, однако при этом предоставляет только данные о дальности и азимуте таких воздушных судов. Указанные данные вводятся в логическую программу предупреждения столкновений для определения необходимости в выдаче TA. Эти данные являются недостаточными для выдачи RA.

Проблемы синхронных и несинхронных искажений и отраженные от земли ответные сигналы делают задачу TCAS по осуществлению контроля за воздушными судами, оснащенными оборудованием режима A/C, более сложной по сравнению с отслеживанием ВС, имеющих приемоответчики с режимом S.

#### **2.1 Синхронные искажения**

В тех случаях, когда система TCAS направляет запрос «общий вызов только в режиме S», отвечают все приемоответчики с режимом A/C, которые его получили. Учитывая период времени, в течение которого передается ответ, все воздушные суда, оборудованные приемоответчиками с режимом A/C, разница в расстоянии которых от воздушного судна, оснащенного системой TCAS, мала, могут передавать ответы, накладывающиеся друг на

друга на входе в систему TCAS. Такое явление называется «синхронные искажения».

Для уменьшения таких искажений применяются различные методы.

- Алгоритмы позволяют надежно дешифровать до трех наложенных ответов.
- Комбинированное применение запросов переменной мощности и гасящих импульсов позволяет уменьшить число приемоответчиков, отвечающих на запрос. При данном методе, известном как «шепот-крик», используются различия между уровнем чувствительности принимающего устройства приемоответчиков и коэффициентом усиления антенны приемоответчика воздушных судов-нарушителей.

Еще одним методом снижения уровня синхронных искажений является применение направленных передач, которые уменьшают число возможных накладываемых ответов. Однако для обеспечения зоны действия в  $360^\circ$  необходимо, чтобы она была с небольшим перекрытием.

## 2.2 Несинхронные искажения

Несинхронные искажения появляются в результате приема нежелательных ответов приемоответчиков, передаваемых на запрос обзорного радиолокатора или других TCAS. Эти ответы, называемые «FRUIT» ложные ответы, обусловленные несинхронными передачами запросчика), являются временными. Они выявляются и отбрасываются с помощью алгоритмов сопоставления «ответ на ответ». Вероятность того, что на основе ответов «FRUIT» будет инициировано и продолжаться отслеживание цели, чрезвычайно мала.

## 2.3 Эффект многолучевого распространения

Одной из конструктивных особенностей TCAS является ее способность избегать инициирования отслеживания цели при ответах, обусловленных многолучевым распространением сигнала. Эффект многолучевого распространения создается в результате отражения сигнала запроса от плоской поверхности земли, что

приводит к передаче от одного и того же воздушного судна нескольких ответов на этот запрос. Отраженный ответный сигнал имеет меньшую напряженность поля. Для устранения указанного эффекта используется уровень мощности прямого (неотраженного) сигнала; он определяет минимальный уровень срабатывания приемника TCAS. Благодаря данному методу, называемому «DMTL» (динамический минимальный пороговый уровень срабатывания), поступающие с задержкой и более слабые сигналы отбрасываются.

## Ограничение помех

Функция наблюдения включает механизм, ограничивающий электромагнитные помехи в полосе частот 1030/1090 МГц. Каждое устройство TCAS II способно ограничивать свои собственные передачи. Система TCAS II может подсчитывать количество устройств TCAS в пределах своей зоны действия, используя для этой цели передаваемое каждые 8 секунд широкополосное сообщение о «присутствии TCAS», в которых содержится адрес режима S отправителя. Когда число устройств TCAS возрастает, количество и мощность запросов уменьшается.

Кроме того, в зонах интенсивного воздушного движения на высотах ниже ЭП180 частота запроса, обычно составляющая раз в секунду, уменьшается до 1 раза в 5 секунд при запросе воздушных судов-нарушителей, которые рассматриваются как не представляющие угрозу и находятся на расстоянии по крайней мере 3 м. мили от собственного воздушного судна и которые не будут вызывать срабатывания TA или RA в течение не менее 60 секунд. Такой механизм называется «упрощенным (пониженным) наблюдением».

Указанные ограничения имеют целью избежать перегрузки приемоответчика из-за большого числа запросов TCAS и возникновения искажений «FRUIT», влияющих на работу обзорных радиолокаторов УВД. Как результат, в воздушном пространстве с очень высокой интенсивностью движения дальность наблюдения TCAS может быть уменьшена до 5 м. миль.

## Логическая программа предупреждения столкновений

**В настоящей главе приводится описание модификации 7 оборудования TCAS II. Указанная модификация соответствует SARPS для БСПС II, опубликованным ИКАО.**

### Принципы

Логическая программа предупреждения столкновений или логическая программа СПС (система предупреждения столкновений) носит прогнозирующий характер. Она основана на двух главных концепциях: уровень чувствительности и время предупреждения.

Уровень чувствительности является функцией от высоты и определяет уровень защиты. Время предупреждения основано главным образом на времени полета (а не расстоянии) до точки наибольшего сближения (СРА). В случае малых скоростей сближения время предупреждения предусматривает дополнительную защиту по дальности.

### 1. Уровень чувствительности

Необходим компромисс между защитой, которую должна обеспечивать логическая программа СПС, и излишними сигналами тревоги, обусловленными прогнозирующим характером логической программы. Баланс достигается путем управления уровнем чувствительности (SL), который корректирует размеры теоретического «защищаемого объема» вокруг каждого воздушного судна, оснащенного системой TCAS. Уровень чувствительности зависит от абсолютной высоты собственного воздушного судна и изменяется в пределах от 1 до 7. Чем больше значение SL, тем выше уровень обеспечиваемой защиты.

В распоряжении пилота имеются три режима работы: «РЕЗЕРВНЫЙ», «ТОЛЬКО ТА» и «АВТОМАТИЧЕСКИЙ». Логическая программа преобразовывает эти режимы в уровни чувствительности:

- если пилот выбирает «РЕЗЕРВНЫЙ» режим (SL=1), оборудование TCAS не передает запросы. Как правило, данный режим используется в тех случаях, когда воздушное судно

находится на земле или когда система неисправна;

- в режиме «ТОЛЬКО ТА» (SL=2) оборудование TCAS выполняет функцию наблюдения. Однако при этом предоставляется только информация ТА. Оборудование не выдает каких-либо рекомендаций RA;
- когда пилот включает «АВТОМАТИЧЕСКИЙ» режим система, TCAS автоматически выбирает SL на основе текущей высоты полета собственного воздушного судна. Уровень SL 2 выбирается в тех случаях, когда воздушное судно, оснащенное системой TCAS, находится в пределах 0-1000 футов над уровнем земли (AGL) согласно показаниям радиолокационного высотомера. Указанный уровень SL соответствует режиму «ТОЛЬКО ТА». При значениях SL от 3 до 7 предоставляются ТА и RA. Для определения уровня чувствительности, требуемого на высоте более 2600 футов над уровнем земли, логическая программа использует данные о барометрической высоте (стандартная установка прибора 1013,25 гПа), показываемые барометрическим высотомером.

### 2. Время предупреждения

Для целей предотвращения столкновения наиболее важной концепцией является время полета до точки наибольшего сближения (СРА) (а не расстояние до СРА). В развитие этой идеи была разработана концепция времени предупреждения или тау ( $\tau$ ). Тау представляет собой пороговое значение, которое сравнивается с временем полета до точки СРА, рассчитываемым путем деления наклонной дальности между воздушными судами на скорость сближения. Система TCAS использует концепцию тау для большинства своих функций по выдаче предупреждений. Значения тау являются функцией от уровня SL.

Для избежания ситуации, когда воздушное судно-нарушитель подходит на очень близкое расстояние, не вызывая срабатывания ТА или RA, корректируются границы защищаемой зоны, если скорость сближения очень мала. Указанная корректировка, называемая «DMOD» («изменение дистанции»), обеспечивает дополнительную защиту в тех случаях, когда сближение осуществляется с очень малой скоростью. Величина DMOD также является функцией от SL.

Значения тау и DMOD приводятся в таблице 2. Указанные величины действительны только для общих случаев. Однако значения тау, используемые для выработки RA, могут быть уменьшены для некоторых геометрических конфигураций (например, при выходе в горизонтальный полет на высоте 1000 фут) с тем, чтобы уменьшить число излишних предупреждений, выдаваемых системой.

| Высота          | SL | Величина ТАУ (с) |           | Величина DMOD (м.мили) |           |
|-----------------|----|------------------|-----------|------------------------|-----------|
|                 |    | ТА               | РА        | ТА                     | РА        |
| 0 - 1000 фут    | 2  | 20               | РА отсут. | 0,30                   | РА отсут. |
| 1000 - 2350 фут | 3  | 25               | 15        | 0,33                   | 0,20      |
| 2350 фут-ЭП050  | 4  | 30               | 20        | 0,48                   | 0,35      |
| ЭП050 - ЭП100   | 5  | 40               | 25        | 0,75                   | 0,55      |
| ЭП100 - ЭП200   | 6  | 45               | 30        | 1,00                   | 0,80      |
| > ЭП200         | 7  | 48               | 35        | 1,30                   | 1,10      |

Таблица 2. Пороговые значения срабатывания предупреждений в зависимости от высоты.

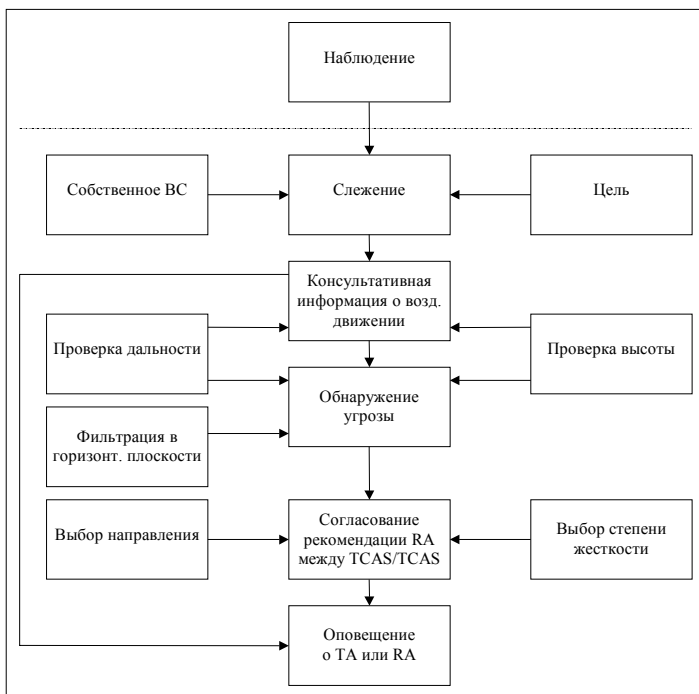


Рис. 6. Функции логической программы СПС.

## Функции СПС

Система TCAS предназначена для обеспечения предупреждения столкновения между любыми двумя воздушными судами при скорости сближения до 1200 узлов и вертикальной скорости до 10 000 фут/мин.

TCAS существенно повышает уровень безопасности полетов. Однако она не может полностью исключить все риски столкновения. Кроме того, как и любая другая прогнозирующая система она может сама привести к ситуации, связанной с риском столкновения.

При нормальной эксплуатации логическая схема СПС работает на основе 1-секундного цикла. На рис. 6 приведены функции логической программы СПС, которые используются для предотвращения столкновений. Существует много других параметров, прежде всего относящихся к геометрической конфигурации сближения, которые выходят за рамки настоящего документа.

Однако полное описание логической программы модификации 7 TCAS II можно найти в стандартах минимальных эксплуатационных характеристик (MOPS) TCAS II (DO-185A), опубликованных Радиотехнической авиационной комиссией (RTCA) США.

### 1. Отслеживание траекторий ВС

Используя данные наблюдения (наклонная дальность, азимут и абсолютная высота), поступающие ежесекундно (каждые 5 секунд в случае «упрощенного наблюдения»), логическая программа СПС вычисляет скорость сближения каждой цели в пределах зоны наблюдения для определения времени полета в секундах до точки CPA и дистанции пролета от ВС по горизонтали в точке CPA. Если отслеживаемое воздушное судно оборудовано приемопередатчиком с кодированием данных об абсолютной высоте, логическая программа СПС рассчитывает высоту цели в точке CPA. Вертикальную скорость воздушного судна-нарушителя получают путем измерения времени, затрачиваемого на пересечение последовательных вертикальных интервалов в 100 или 25 фут в зависимости от типа приемопередатчиков, кодирующих данные об абсолютной высоте.

Логическая программа СПС использует данные барометрического высотомера собственного воздушного судна, получая их либо непосредственно от устройства кодирования высоты

либо от вычислителя воздушных сигналов (ADC). Таким образом она определяет абсолютную высоту и вертикальную скорость собственного воздушного судна, а также относительную высоту каждой цели.

Выходные данные алгоритма слежения (дальность до цели, дистанция пролета от цели в горизонтальной плоскости в точке CPA, скорость сближения и относительная высота отслеживаемого воздушного судна) поступают в алгоритм консультативной информации о воздушном движении и алгоритм обнаружения угрозы.

При значении высоты менее 1700 фут AGL логическая программа СПС вычисляет высоту ВС-нарушителя над уровнем земли, используя для этой цели данные о барометрической высоте собственного воздушного судна, показания собственного радиолокационного высотомера и данные о барометрической высоте ВС-нарушителя. Как показано на рис. 7, если эта высота составляет менее 380 футов, TCAS рассматривает указанную цель как находящуюся на земле и поэтому не вырабатывает предупреждений TA или RA.



Рис. 7. Определение цели, находящейся на земле.

## 2. Консультативная информация о воздушном движении

Для функции консультативной информации о воздушном движении используется упрощенный алгоритм, аналогичный логической программе по выработке рекомендаций RA, однако с более высокими порогами срабатывания предупреждений (см. таблицу 2). Пороговые значения срабатывания системы выдачи информации TA в вертикальной плоскости составляют 850 фут ниже и выше оснащенного оборудованием

TCAS воздушного судна, выполняющего полет ниже ЭП420, и 1200 фут при полете выше ЭП420.

Отслеживаемое ВС, не передающее данных о своей высоте, вызовет срабатывание системы выдачи информации TA, если будут положительными результаты проверки на дальность, осуществляемой с использованием тех же значений тау, которые применяются для рекомендаций RA.

Если ВС-нарушитель не является причиной выдачи TA, но находится в пределах 6 м. миль и 1200 фут от оснащенного оборудованием TCAS воздушным судном, оно будет отображаться как близкорасположенное воздушное судно.

## 3. Обнаружение угрозы

При каждом цикле по каждому отслеживаемому воздушному судну, передающему данные о своей абсолютной высоте, осуществляются проверки по параметрам дальности и высоты. Для объявления какой-либо цели воздушным судном, представляющим угрозу, должны быть положительными результаты обеих проверок.

Пороги срабатывания предупреждений в горизонтальной плоскости основаны не на значении дальности в тот или иной конкретный момент, а на времени полета до точки CPA. Указанная величина зависит от значений скорости и курса затрагиваемых воздушных судов. Относительно конкретного ВС-нарушителя теоретический «защищаемый объем» вокруг оснащенного оборудованием TCAS воздушного судна обычно представляет собой усеченную сферу радиусом, равным норме вектора относительной скорости, умноженной на время тау. Указанный объем также усекается по бокам функцией фильтрации в горизонтальной плоскости или фильтрации по критерию дистанции пролета (MDF). MDF Уменьшает количество излишних предупреждений, выдаваемых TCAS в отношении геометрических конфигураций сближения, когда горизонтальная дальность, спроектированная в точке CPA, достаточна для того, чтобы не прибегать к маневру уклонения для предотвращения столкновения. Указанный фильтр теоретически эффективен при значениях, превышающих вдвое величину DMOD.

В целом, когда геометрическая конфигурация конфликтной ситуации характеризуется малой вертикальной скоростью сближения, пороговые значения срабатывания рекомендаций RA в вертикальной плоскости изменяются в



диапазоне 600-800 фут в зависимости от абсолютной высоты собственного воздушного судна. При высокой вертикальной скорости сближения рекомендация RA выдается сразу же, как только расчетное время до момента, когда ВС-нарушитель и собственное воздушное судно будут находиться на одинаковой высоте, становится меньше значения  $\tau$  (см. таблицу 2).

В зависимости от геометрической конфигурации сближения и точности данных слежения в вертикальной плоскости выдача рекомендации RA может быть задержана, либо она вообще не будет выбрана. RA не могут вырабатываться в отношении ВС-нарушителей, не передающих данных о своей абсолютной высоте.

#### 4. Рекомендации по разрешению угрозы столкновения

##### 4.1 Выбор рекомендации по разрешению угрозы столкновения

При обнаружении угрозы столкновения система TCAS использует для выбора RA двухступенчатый процесс. Первый этап заключается в выборе направления полета (маневр уклонения с полетом вверх или вниз), рекомендуемого в RA. Используя данные слежения в вертикальной и горизонтальной плоскостях, логическая программа моделирует траекторию полета ВС-нарушителя до точки CPA. На рис. 8 показаны траектории, по которым выполнялись бы набор высоты или снижение собственного воздушного судна со скоростью 1500 фут/мин, с учетом стандартной реакции пилота (время реакции 5 секунд и нормальное ускорение 0,25 g). Логическая программа СПС рассчитывает прогнозируемое вертикальное эшелонирование для каждого из этих двух случаев и выбирает направление маневра, который обеспечивает наибольший интервал по вертикали.

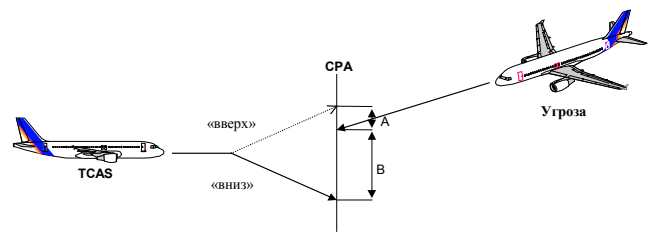


Рис. 8. Выбор направления маневра для RA.

В тех случаях, когда прогнозируется пересечение высоты полета ВС до достижения точки CPA, логическая программа СПС выберет направление маневра, при котором указанная высота не пересекается, при условии, что дистанция пролета в вертикальной плоскости в точке CPA является достаточной.

Данный случай показан на рис. 9. Желательная безопасная дистанция пролета по вертикали, называемая «ALIM», составляет 300-700 фут в зависимости от режима высоты полета собственного воздушного судна. Если ALIM невозможно обеспечить выдается RA с пересечением ЭП. Действующие при этом механизмы задержки предназначены для уменьшения числа случаев пересечения ЭП.

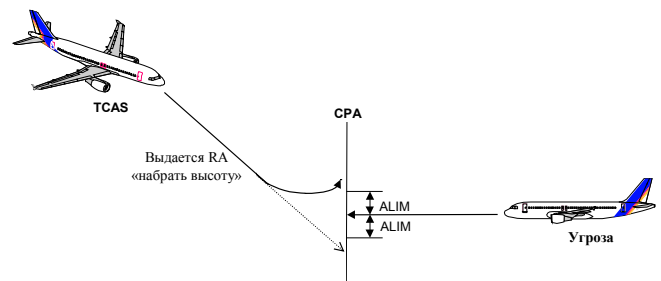


Рис. 9. RA «без пересечения ЭП».

| Направление маневра «вверх»       |                                      | Направление маневра «вниз»        |                                   |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Требуемая скорость                | Рекомендация                         | Рекомендация                      | Требуемая скорость                |
| +2500 фут/мин                     | Увеличить скорость набора высоты     | Увеличить скорость снижения       | -2500 фут/мин                     |
| +1500 фут/мин                     | Набрать высоту                       | Снижаться                         | -1500 фут/мин                     |
| +1500 фут/мин                     | Изменить направление на набор высоты | Изменить направление на снижение  | -1500 фут/мин                     |
| +1500 фут/мин                     | Набрать высоту с пересечением ЭП     | Снижаться с пересечением ЭП       | -1500 фут/мин                     |
| +4400 фут/мин > V > +1500 фут/мин | Продолжать набор высоты              | Продолжать снижение               | -4400 фут/мин < V < -1500 фут/мин |
| V > 0 фут/мин                     | Не снижаться                         | Не набирать высоту                | V < 0 фут/мин                     |
| V > -500 фут/мин                  | Не снижаться > 500 фут/мин           | Не набирать высоту > 500 фут/мин  | V < +500 фут/мин                  |
| V > -1000 фут/мин                 | Не снижаться > 1000 фут/мин          | Не набирать высоту > 1000 фут/мин | V < +1000 фут/мин                 |
| V > -2000 фут/мин                 | Не снижаться > 2000 фут/мин          | Не набирать высоту > 2000 фут/мин | V < +2000 фут/мин                 |

Таблица 3. Рекомендации по разрешению угрозы столкновения.

Второй этап при определении RA состоит в выборе степени жесткости рекомендации. Выбирается маневр, в котором используемая вертикальная скорость окажет наименьшее влияние на воздушное движение и при этом обеспечит безопасную дистанцию пролета в вертикальной плоскости. Если критерии ALIM уже удовлетворены, могут быть выданы рекомендации, не изменяющие вертикальной скорости воздушного судна (предупредительные рекомендации). В таблице 3 приведены возможные рекомендации и соответствующие скорости набора высоты/снижения.

#### 4.2 Последующие действия после RA

В ходе сближения непрерывно производится оценка степени жесткости рекомендации, и она может быть изменена путем ее усиления, если это необходимо, или путем ее смягчения, если опасность уменьшается. При смягчении RA должно уменьшаться отклонение по вертикали от заданной траектории.

После выбора RA создающее угрозу воздушное судно может время от времени совершать в вертикальной плоскости такие маневры, которые противоречат рекомендации RA. В этом случае оснащенное системой TCAS воздушное судно будет вынуждено: либо увеличить свою вертикальную скорость с 1500 до 2500 фут/мин

либо изменить направление маневра. В течение одной конфликтной ситуации направление маневра можно менять только один раз. Примеры таких маневров (увеличение вертикальной скорости и изменение направления) показаны на рисунках 10 и 11.

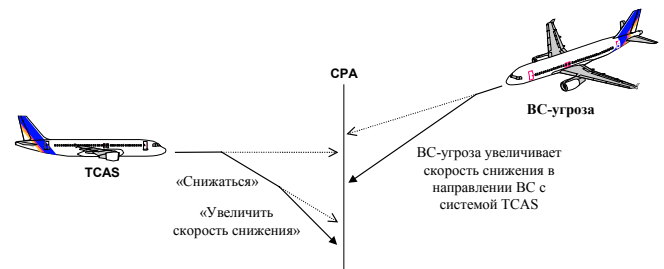


Рис. 10. RA «увеличить вертикальную скорость».

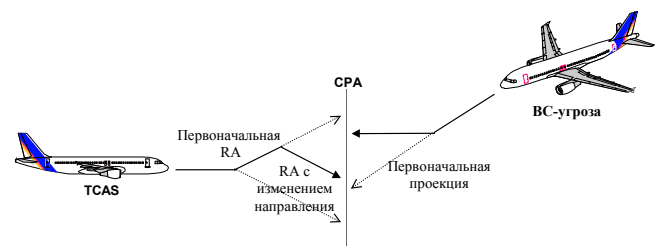


Рис. 11. RA с изменением направления маневра.

Логическая программа СПС может в ряде случаев отменить рекомендацию «набрать высоту» или «увеличить скорость набора высоты» в связи с ограничениями характеристик скороподъемности воздушного судна на больших высотах или в посадочной конфигурации. Эти ограничения известны логической программе, которая в таких случаях выберет практически осуществимую альтернативную RA. Указанные ограничения устанавливаются заранее полномочными органами по сертификации ВС в соответствии с типом воздушного судна. Рекомендации «увеличить скорость снижения» отменяются для всех воздушных судов, выполняющих полет ниже 1450 фут над уровнем земли. При высоте полета менее 1000 фут отменяются любые RA.

#### 4.3 Логическая программа для ситуации с несколькими ВС-источниками угрозы

TCAS способна решать ситуации, связанные с наличием нескольких ВС, создающих угрозу столкновения, либо с помощью одной рекомендации RA, которая будет поддерживать безопасный интервал вертикального эшелонирования со всеми ВС – источниками угрозы, либо путем выбора комбинированной RA, включающей не противоречащие друг другу ограничения по набору высоты и снижению.

#### 4.4 Прекращение действия RA

Как только ВС-нарушитель перестает представлять угрозу (когда увеличивается расстояние между воздушным судном TCAS и воздушным судном – источником угрозы или когда логическая программа считает, что дистанция пролета по горизонтали в точке CPA будет достаточной), рекомендация по разрешению угрозы столкновения аннулируется, и объявляется, что конфликтная ситуация устранена. После этого пилот должен восстановить параметры полета, предписанные первоначальным диспетчерским разрешением.

#### 4.5 Координация TCAS-TCAS

При сближении двух воздушных судов, оснащенных оборудованием TCAS, каждое ВС передает другому запросы по линии передачи данных режима S с тем, чтобы обеспечить выбор дополняющих друг друга рекомендаций по разрешению угрозы столкновения. Для координационных запросов используются те же частотные каналы 1030/1090 МГц, что и для запросов в режиме наблюдения, и они

передаются по крайней мере ежесекундно каждым воздушным судном в течение всего периода действия резолюции RA. Каждое воздушное судно продолжает передавать координационные запросы другому до тех пор, пока одно из них считается источником угрозы.

Координационные запросы содержат информацию о предполагаемых маневрах воздушного судна по отношению к ВС-источнику угрозы. Указанная информация выражается в виде дополнения: если одно воздушное судно выбрало рекомендацию «направление вверх», то оно передает воздушному судну – источнику угрозы сообщение, ограничивающее его RA выбором «направления вниз». После согласования каждое устройство TCAS независимо выбирает степень жесткости RA в отношении геометрической конфигурации конфликтной ситуации.

Основное правило, применяемое для выбора направления маневра при сближении воздушных судов TCAS-TCAS, заключается в том, что перед выбором направления каждое устройство TCAS должно проверить, не получило ли оно информацию о планируемом маневре ВС-источника угрозы. В случае получения такой информации TCAS учитывает предполагаемые действия воздушного судна – источника угрозы. В отсутствие таковой TCAS выбирает направление маневра, наиболее соответствующее геометрической конфигурации сближения.

В подавляющем большинстве случаев указанные два воздушных судна обнаруживают угрозу со стороны друг друга в несколько отличающиеся моменты времени. Процесс согласования происходит следующим образом: первое воздушное судно выбирает для своей RA направление маневра, основанное на геометрической конфигурации сближения, и передает информацию о планируемых действиях; после чего второе воздушное судно выбирает противоположное направление и подтверждает свой дополняющий предполагаемый маневр.

Однако может возникнуть ситуация, когда два воздушных судна обнаруживают угрозу со стороны друг друга одновременно, и поэтому оба выбирают направление маневра, основанное на геометрической конфигурации сближения. В этом случае существует вероятность того, что оба ВС выберут одно и то же направление. Если такое происходит, воздушное судно с более высоким адресом режима S обнаружит несовместимость и изменит направление своего рекомендуемого маневра на противоположное до того, как будет выработана RA.

## **5. Оповещение о ТА и RA**

Логическая программа СПС выставляет флажки, которые управляют звуковым оповещением и отображением информации. Логическая программа не допускает звукового оповещения на высотах менее 400 фут над уровнем земли.

Более высокий приоритет по сравнению с ТА и RA, вырабатываемыми оборудованием TCAS II, отдается звуковым оповещениям, связанным с предупреждениями о сваливании, с системой предупреждения о близости земли (GPWS), обнаружением сдвига ветра и т.д.

## **6. Связь «воздух-земля»**

С помощью линии передачи данных режима S система TCAS может передавать информацию о RA наземным станциям с оборудованием режима S. Кроме того, в течение периода действия RA, каждые 8 секунд TCAS самопроизвольно генерирует сообщения, содержащие информацию о текущей рекомендации.

## **ВЫВОДЫ**

Система БСПС предназначена для использования в качестве последнего средства для предотвращения столкновений воздушных судов в воздухе. Технические характеристики этой системы обеспечивают существенное повышение уровня безопасности полета, и в настоящее время такая оценка получила повсеместное признание у мирового авиационного сообщества. Однако следует иметь в виду, что БСПС не является совершенной системой. БСПС не способна исключить все риски столкновения и может косвенно привести к возникновению дополнительной опасности. Поэтому представляется необходимым, чтобы процедуры УВД могли обеспечивать безопасность полета без какого-либо расчета на использование БСПС.

На борту воздушного судна ТА и RA, вырабатываемые системой TCAS II, не имеют такой степени срочности, как сигналы тревоги о пожаре, разгерметизации или опасности столкновения с землей. Однако они вносят очень важный вклад в обеспечение безопасности полета. ТА и RA представляют собой незапланированные события, которые требуют быстрой и адекватной реакции со стороны летного экипажа и, соответственно, специальной подготовки. Тем не менее, даже на воздушном судне, оснащенном бортовой системой TCAS II, летный экипаж должен продолжать визуальное наблюдение, чтобы избежать столкновения, поскольку некоторые воздушные суда либо не передают данных о своей абсолютной высоте с помощью приемопередатчика, и таким образом они могут служить основой только для выработки ТА, либо они не видимы для системы TCAS II, так как не оборудованы приемопередатчиком.

Диспетчеры УВД также видят ряд недостатков, хотя они осведомлены о повышении уровня безопасности полетов в воздушном пространстве, достигнутом благодаря все более широкому внедрению TCAS. В этой связи необходимо, чтобы диспетчеры имели полную информацию о характеристиках данной системы и процедурах, используемых летным экипажем. От диспетчеров также требуется обеспечение такого же обслуживания УВД, особенно в отношении предоставления информации о воздушном движении или поддержании соответствующего интервала эшелонирования, задаваемого службой УВД, независимо от того, оснащены ли воздушные суда оборудованием TCAS или нет.

В целом внедрение TCAS II обеспечит широкий диапазон преимуществ в области безопасности полетов в условиях, когда система УВД предоставляет высококачественное обслуживание, а все находящиеся в воздухе ВС сообщают данные о своей барометрической высоте с помощью приемопередатчика и пилоты выполняют надлежащим образом рекомендации RA, выдаваемые системой TCAS II.

## **БИБЛИОГРАФИЯ**

**Приложение 2 ИКАО** – Правила полетов.

**Приложение 10 ИКАО** – Авиационная электросвязь - том IV – «Системы обзорной радиолокации и предупреждения столкновений».

**Дос. 4444 ИКАО - PANS-RAC** – «Правила аэронавигационного обслуживания. Правила полетов и обслуживания воздушного движения».

**Дос. 8168 ИКАО - PANS-OPS** – «Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов».

**Раздел 16, Дос. 7030/4, ИКАО – Использование бортовых систем предупреждения столкновений (БСПС)** – «Утверждение предлагаемой поправки к Дополнительным региональным правилам, Дос 7030 (серийный № EUR/NAT-S 96/48 – EUR RAC/2) – Предложение о поправке, касающееся БСПС» – 29 октября 1997 г.

**Письмо государствам AN 7/11.12-94/62 - 27 июля 1994 г. – ИКАО** – «Внедрение БСПС, обеспечиваемые ею преимущества в сфере безопасности полетов и обучение персонала».

**Письмо государствам AN 7/1.3.72-97/77 – 8 августа 1997 г. - ИКАО** – «Контроль эксплуатации и цели обучения использованию БСПС II».

**Письмо государствам AN 11/1.1.23-97/70 – 8 августа 1997 г. - ИКАО** – «Предложения о поправках к частям I, II и III Приложения 6, касающихся бортовой системы предупреждения столкновений (БСПС) и приемопередатчиков, передающих данные о барометрической высоте».

**RTCA SC-147/DO-185A** - Minimum Operational Performance Standards for Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS) Airborne Equipment.

**Specimen AIC** – Airborne Collision Avoidance System (ACAS) – Policy and Implementation Monitoring – 8 January 1998.

**EATCHIP - CAS.ET1.STO2** - Edition 2.0 - БСПС Implementation Guidance Document – 1 March 1999.

## **СОКРАЩЕНИЯ**

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>БСПС</b>         | Бортовая система предупреждения столкновений                     |
| <b>ВОРЛ</b>         | Вторичный обзорный радиолокатор движением в Европе               |
| <b>ЕВРОКОНТРОЛЬ</b> | Европейская организация по обеспечению безопасности воздушной    |
| <b>ИКАО</b>         | Международная организация гражданской авиации                    |
| <b>м.мили</b>       | Морские мили   |
| <b>МГц</b>          | Мегагерцы навигации  |
| <b>ПВП</b>          | Правила визуальных полетов                                       |
| <b>ППП</b>          | Правила полетов по приборам предупреждения столкновений          |
| <b>СПС</b>          | Система предупреждения столкновений столкновений                 |
| <b>ФАУ</b>          | Федеральное авиационное управление                               |
| <b>фут</b>          | футов  |
| <b>фут/мин</b>      | футов в минуту   |
| <b>ЭП</b>           | Эшелон полета  |
| <b>ACASA</b>        | Анализ БСПС  |
| <b>ADC</b>          | Вычислитель воздушных сигналов                                   |
| <b>AGL</b>          | Над уровнем земли  |
| <b>AIC</b>          | Циркуляр аэронавигационной информации                            |
| <b>CENA</b>         | Centre d'Etudes de la Navigation Aérienne                        |
| <b>CRA</b>          | Точка наибольшего сближения                                      |
| <b>DMOD</b>         | Изменение дистанции  |
| <b>DMTL</b>         | Динамический минимальный уровень срабатывания                    |
| <b>EATCHIP</b>      | Программа упорядочения и интеграции управления воздушным         |
| <b>EFIS</b>         | Электронная система пилотажного оборудования                     |
| <b>FMS</b>          | Система управления полетом                                       |
| <b>FRUIT</b>        | Ложные ответы, обусловленные несинхронными передачами запросчика |
| <b>GPWS</b>         | Система предупреждения о близости земли                          |
| <b>IVSI</b>         | Указатель мгновенной вертикальной скорости                       |
| <b>MDF</b>          | Фильтрация по критерию дистанции пролета                         |
| <b>MOPS</b>         | Стандарты минимальных эксплуатационных характеристик             |
| <b>ND</b>           | Индикатор навигационной обстановки                               |
| <b>NMAC</b>         | Опасное сближение в воздухе                                      |
| <b>PFD</b>          | Основной индикатор полетных данных                               |
| <b>RA</b>           | Рекомендация по разрешению угрозы столкновения                   |
| <b>RITA</b>         | Интерфейс для воспроизведения предупреждений TCAS                |
| <b>RTCA</b>         | Радиотехническая авиационная комиссия                            |
| <b>RVSM</b>         | Сокращенный минимум вертикального эшелонирования                 |
| <b>SARPS</b>        | Стандарты и Рекомендуемая практика                               |
| <b>SICASP</b>       | Группа экспертов по совершенствованию ВОРЛ и системам            |
| <b>SL</b>           | Уровень чувствительности   |
| <b>STCA</b>         | Краткосрочное предупреждение о конфликтной ситуации              |

|             |   |
|-------------|---|
| <b>TA</b>   | Консультативная информация о воздушном движении                 |
| <b>TCAS</b> | Система выдачи информации о воздушном движении и предупреждения |
| <b>VSI</b>  | Указатель вертикальной скорости                                 |
| <b>XPDR</b> | Приемоответчик  |



## ***ПРИМЕЧАНИЯ***

## **TCAS II не обеспечивает:**

- **предупреждение о нарушении стандартного интервала эшелонирования**
- **предотвращение приближения ВС на близкое расстояние**
- **наблюдение, необходимое при выполнении боковых маневров**

## **БСПС II**

**TCAS II выполняет функцию  
последнего средства обеспечения  
безопасности для предотвращения  
столкновения в воздухе, когда  
основные методы эшелонирования  
оказались неэффективными**

## **Исключение юридической ответственности**

Хотя Европейская организация по обеспечению безопасности воздушной навигации (ЕВРОКОНТРОЛЬ) стремится к тому, чтобы информация, содержащаяся в данном учебном и инструктивном материале по БСПС, была современной и точной, она не может предоставить каких-либо гарантий (подразумеваемых или прямо выраженных) в отношении ее полной современности, точности и целостности. Поэтому ЕВРОКОНТРОЛЬ не несет какой-либо юридической ответственности (прямой или косвенной) за ошибки или пропуски в содержании учебного и инструктивного материала по БСПС, равно как и за последствия его использования либо за неточную передачу или ошибочную адресацию. ЕВРОКОНТРОЛЬ будет принимать меры по исправлению любой ошибки, на которую обратят его внимание. Пользователей ставят в известность о том, что единственным аутентичным текстом данного учебного и инструктивного материала по БСПС является вариант на английском языке. Переводы на другие языки предоставляются только для целей информации и удобства пользования. Пользователи должны самостоятельно следить за тем, что они используют самые последние варианты указанного материала.

© 2003 ЕВРОКОНТРОЛЬ. Все права зарезервированы.

## **Exclusion of Liability**

While it is the goal of the European Organisation for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL) to keep the information provided in this ACAS training and guidance material timely and accurate, it cannot make any warranty, either implied or express, for its complete timeliness, accuracy and integrity. EUROCONTROL does therefore not assume any legal responsibility or liability, whether direct or indirect, for errors or omissions in the contents of the ACAS training and guidance material or the consequences of its use, nor for inaccurate transmission or misdirection. EUROCONTROL shall endeavour to correct any error brought to its attention. Users are made aware that the only authentic text of the ACAS training and guidance material is the English language version. Translations into other languages are made available for information and ease of reference only. It is the users' responsibility to make sure that they are using the most up-to-date versions.

© 2003 EUROCONTROL. All rights reserved.