

**Применение БСПС II в условиях европейского
воздушного пространства**

**Обучение применению БСПС в воздушном
пространстве RVSM
Проект «ACTOR»**

ПРИМЕЧАНИЕ

Настоящий документ разработан специально для обучения персонала, связанного с внедрением и использованием бортовой системы предупреждения столкновений (БСПС II). В частности, в нем рассматриваются вопросы эксплуатации и рабочих характеристик БСПС II в условиях европейского воздушного пространства с сокращенными минимумами вертикального эшелонирования (RVSM). Однако, как таковой, данный материал не предназначен для обеспечения полного курса подготовки диспетчеров УВД или пилотов. Для получения более глубоких знаний читателю рекомендуется обратиться к документам ИКАО и RTCA, перечисленным в разделе библиографии.

*Джон Ло
Руководитель программы БСПС
ЕВРОКОНТРОЛЬ
21 августа 2001 г.*

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	4
2. ИСТОРИЯ ВОПРОСА	5
2.1 Обязательное оснащение ВС системой БСПС II в Европе	5
2.2 Внедрение RVSM	6
2.3 Опыт применения TCAS II в воздушном пространстве Северной Атлантики	8
3. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ TCAS II	9
3.1 Принципы работы TCAS II	9
3.1.1 Основные функции	9
3.1.2 Выдача консультативной информации или рекомендаций	10
3.2 Усовершенствования, обеспечиваемые модификацией 7.0 системы TCAS II	13
4. ОЖИДАЕМЫЕ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ TCAS II В ВОЗДУШНОМ ПРОСТРАНСТВЕ RVSM	15
4.1 ВВЕДЕНИЕ	15
4.2 КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ВОЗДУШНОМ ДВИЖЕНИИ (ТА)	15
4.3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРЕШЕНИЮ УГРОЗЫ СТОЛКНОВЕНИЯ (РА)	16
4.4 СООТНОШЕНИЕ ТА И РА	17
4.5 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ	17
5. ТИПИЧНЫЕ СЛУЧАИ СБЛИЖЕНИЯ ВС В ЕВРОПЕЙСКОМ ВОЗДУШНОМ ПРОСТРАНСТВЕ RVSM	18
5.1 ВВЕДЕНИЕ	18
5.2 СТАНДАРТНЫЙ ИНТЕРВАЛ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЭШЕЛОНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ RVSM	19
5.3 ОЖИДАЕМЫЕ ОСНОВНЫЕ КРИТИЧЕСКИЕ КОНФИГУРАЦИИ	21
5.3.1 Смещение в вертикальной плоскости	21
5.3.2 Колебания	24
5.3.3 Турбулентность	27
5.3.4 Выход в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС	30
5.3.5 Особый случай, характеризующийся малыми скоростями сближения	33
6. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ	36
6.1 ДИСПЕТЧЕРЫ УВД	36
6.1.1 Количество ТА и РА, выдаваемых системой TCAS II	36
6.1.2 Выдача ТА	36
6.1.3 Выдача РА	36
6.2 ПИЛОТЫ	37
6.2.1 Количество ТА и РА, выдаваемых системой TCAS II	37
6.2.2 Ожидаемые действия	38
6.2.3 Рекомендация для случаев сближения при выходе в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС	39
7. ВЫВОДЫ	40
8. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	41
9. СОКРАЩЕНИЯ	42
10. БИБЛИОГРАФИЯ	43

1. Введение

Настоящая брошюра является частью комплекта учебных материалов, в которых рассматриваются с точки зрения пилота и диспетчера УВД эксплуатационные аспекты БСПС II (бортовая система предупреждения столкновений) в условиях ее применения в воздушном пространстве RVSM (сокращенный минимум вертикального эшелонирования).

Для получения более четкой картины следует отметить, что в данной брошюре рассматривается только TCAS II (система выдачи информации о воздушном движении и предупреждения столкновений), а точнее модификация 7.0 системы TCAS II даже в том случае, когда речь идет о БСПС II в целом, за исключением той части текста, которая касается вопросов обязательного оснащения воздушных судов системой БСПС II в Европе.

Цель брошюры состоит в оказании помощи пилотам и диспетчерам в следующем:

- понять принципы функционирования TCAS II в условиях RVSM;
- узнать что можно ожидать от TCAS II в условиях RVSM;
- более эффективно использовать консультативную информацию и рекомендации независимо от того, воспринимаются ли они как необходимые или нет.

Указанный комплект учебных материалов включает:

- набор слайдов, в которых выделены основные положения, изложенные в брошюре;
- вопросник, предназначенный для проверки усвоения основных знаний об эксплуатации TCAS II в условиях RVSM.

В начале брошюры приводится определенная исходная информация, касающаяся вопроса об обязательном оснащении ВС системой БСПС II в Европе, внедрения RVSM и опыта использования системы TCAS II в североатлантическом воздушном пространстве RVSM.

Во второй части изложены основные, наиболее важные технические характеристики TCAS II, особенно в условиях воздушного пространства RVSM, позволяющие понять принцип выдачи системой консультативной информации и рекомендаций. В этой части брошюры также приводится описание усовершенствований, обеспечиваемых модификацией 7.0 системы TCAS II по сравнению с модификацией 6.04a в условиях RVSM.

Главный материал брошюры, в котором описывается ожидаемое взаимодействие TCAS II и RVSM в Европе, подразделяется на две части:

- основные результаты исследования по взаимодействию TCAS II и RVSM, проведенного в рамках проекта ACASA под руководством ЕВРОКОНТРОЛЯ. Они включают некоторые статистические данные об ожидаемой выдаче системой TCAS консультативной информации и рекомендаций при полетах в европейском воздушном пространстве (например, количество, продолжительность, вынужденные отклонения) и сравнение с рабочими параметрами TCAS II в условиях полета в диапазоне высот ЭП250-ЭП290 в настоящее время;
- описание стандартного вертикального эшелонирования в условиях RVSM, ожидаемых основных критически важных конфигураций (т.е. погрешности в выдерживании высоты, которые включают смещение в вертикальной плоскости, колебания траектории и турбулентность, а также выход в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС) и особого случая сближения воздушных судов при малой скорости сближения. По каждой конфигурации приводится объяснение реагирования системы TCAS II и даются рекомендации эксплуатационного характера..

Последняя часть включает краткое описание последствий применения TCAS II в условиях RVSM отдельно для диспетчеров и пилотов.

2. История вопроса

2.1 Обязательное оснащение ВС системой БСПС II в Европе

В 1995 г. государства-члены Европейской конференции гражданской авиации (ЕКГА) согласовали общую политику в отношении БСПС и график обязательного оснащения воздушных судов системой БСПС II в Европе. В 1997 г. указанная политика была подтверждена министрами транспорта стран-членов ЕКГА. Одобренная политика предусматривает следующее:

- **начиная с 1 января 2000 г.** 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 г.** все гражданские воздушные суда с неподвижным крылом и турбореактивными двигателями с максимальной взлетной массой свыше 5700 кг или максимальным утвержденным количеством пассажирских мест свыше 19 должны быть оснащены системой БСПС II.

Система БСПС II может выдавать два типа информации:

- **консультативную информацию о воздушном движении (ТА)**, предназначенную для предупреждения летного экипажа о том, чтобы он был готов к возможной рекомендации по разрешению угрозы столкновения, и для оказания ему помощи в визуальном поиске воздушных судов-нарушителей;
- **рекомендации по разрешению угрозы столкновения (RA)**, которые представ-

ляют собой рекомендуемые пилоту маневры уклонения в вертикальной плоскости.

TCAS II модификации 7.0 является единственным оборудованием, которое полностью удовлетворяет Стандартам и Рекомендуемой практике (SARPS) для БСПС II, опубликованным Международной организацией гражданской авиации (ИКАО). Поэтому модификация 7.0 системы TCAS II должна соответствовать и требованию об обязательном оснащении системой БСПС II.

Модификация 7.0 TCAS II не разрабатывалась специально для решения проблемы эксплуатационной несовместимости модификации 6.04 а TCAS II с RVSM, которая была выявлена в ходе внедрения RVSM в Северной Атлантике (NAT). Основная цель этой новой модификации заключается в усовершенствовании общих рабочих характеристик TCAS II (например, более полное соответствие процедурам управления воздушным движением (УВД), ограничение помех, ограничение отклонений от заданной высоты при выполнении рекомендаций RA и т.д.).

В ходе этапа внедрения были выявлены связанные с этим практические проблемы, затрагивающие вопросы поставок, установки и сертификации оборудования БСПС II. Для разрешения указанных трудностей в отношении БСПС II были введены временные исключения сроком до 30 сентября 2001 г., с тем чтобы дать определенную отсрочку некоторым эксплуатантам, которые не могли вовремя оснастить часть своих воздушных судов системой БСПС II из-за технических проблем или проблем с поставками.

2.2 Внедрение RVSM

RVSM представляет собой утвержденную ИКАО концепцию сокращения минимума эшелонирования воздушных судов с 2000 фут до 1000 фут в диапазоне эшелонов полета с ЭП290 по ЭП410 включительно. Цель RVSM заключается в увеличении пропускной способности воздушного пространства и предоставлении пользователям воздушного пространства большего количества эшелонов полета, что позволяет оптимизировать профили полета.

Североатлантический (NAT) регион явился первым регионом, в котором 27 марта 1997 года был введен RVSM, первоначально в диапазоне эшелонов полета с ЭП330 по ЭП370. 8 октября 1998 года полеты с RVSM в регионе NAT были распространены на ЭП310-ЭП390 включительно. 24 января 2002 г. применение RVSM в Регионе NAT планируется дополнительно расширить для охвата высот ЭП290-ЭП410

включительно, с тем чтобы указанные полеты с RVSM были приведены в соответствие с правилами, действующими в воздушном пространстве Европейского (EUR) региона [RVSM].

С 24 февраля 2000 г. RVSM был также введен в Тихоокеанском регионе в диапазоне эшелонов полетов ЭП290-ЭП390 в пределах Оклендского океанического РПИ и РПИ Анкориджа.

12 июля 2001 года Временный совет ЕВРОКОНТРОЛЯ утвердил решение о введении с 24 января 2002 г. в европейском воздушном пространстве (показано на рис. 1) сокращенного минимума вертикального эшелонирования (RVSM) в диапазоне ЭП290-ЭП410 (включительно). За исключением зоны перехода вход в европейское воздушное пространство RVSM будет разрешен только воздушным судам, утвержденным к полетам с RVSM.

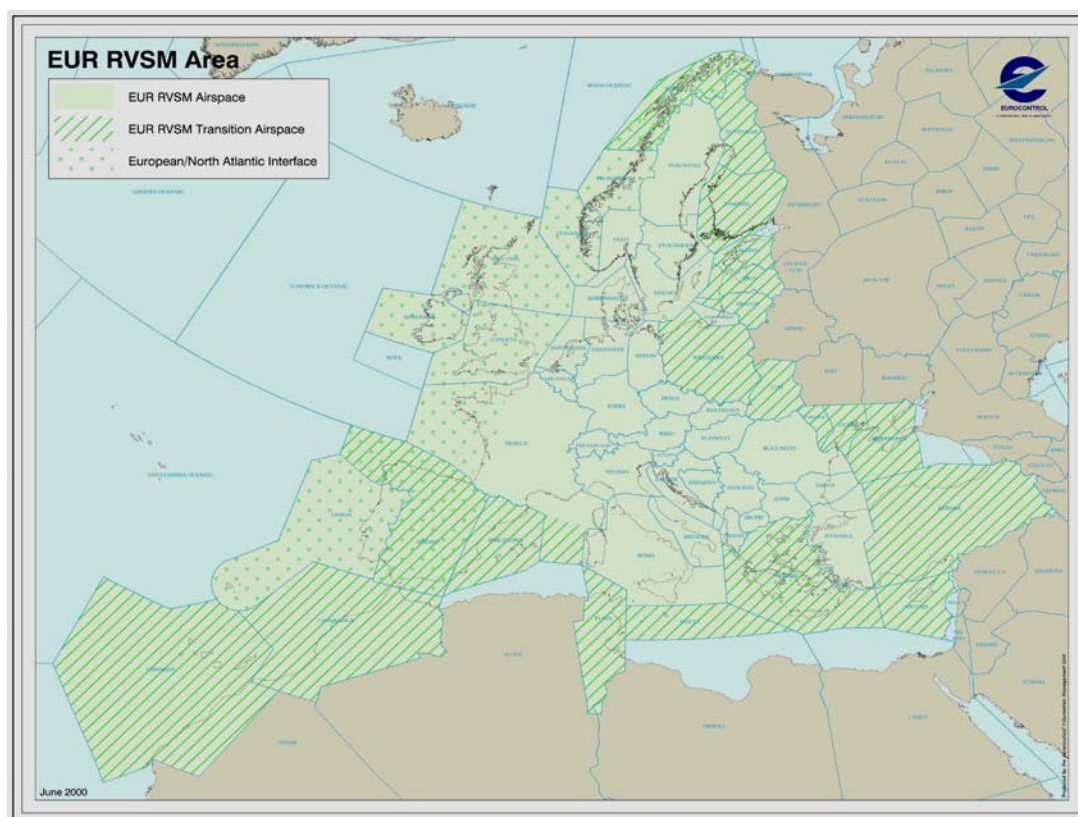


Рис. 1. Воздушное пространство RVSM и зона перехода в воздушное пространство RVSM Европейского региона.

Рис. 1. Воздушное пространство RVSM и зона перехода в воздушное пространство RVSM Европейского региона.

EUR RVSM Area	Зона RVSM Региона EUR
EUR RVSM Airspace	Воздушное пространство RVSM Региона EUR
EUR RVSM Transition Airspace	Зона перехода в воздушное пространство Региона EUR
European/North Atlantic Interface	Сопряжение Европа/Северная Атлантика
EUROCONTROL	ЕВРОКОНТРОЛЬ
June 2000	Июнь 2000 г.

Начался ранний этап введения RVSM в Ирландии, Соединенном Королевстве, Германии и Австрии. Указанный ранний этап не основан на применении процедур и требований, предусмотренных в рамках полномасштабного внедрения RVSM в Европейском регионе. Начальные меры по введению RVSM в Германии и Австрии заключаются в применении органами УВД на тактической основе интервала вертикального эшелонирования в 1000 фут выше ЭП290 для эшелонирования воздушных судов, утвержденных к полетам с RVSM; в Соединенном Королевстве и Ирландии эшелоны полета с RVSM могут быть запрошены в плане полета. До 24 января 2002 года в воздушное пространство, где применялись вышеуказанные правила раннего этапа, допускались воздушные суда, не утвержденные к полетам RVSM.

Требование об обязательном оснащении системой БСПС II в Европе и введение RVSM не связаны между собой, даже если между ними существует определенное взаимовлияние. Сама по себе система БСПС II не является необходимым условием для RVSM. Требование об обязательном оснащении системой БСПС II не подразумевает, что все воздушные суда в воздушном пространстве RVSM будут оснащены оборудованием TCAS II модификации 7.0, особенно в период до 1 января 2005 г. Некоторые из них (например, определенные служебные реактивные воздушные суда) могут либо иметь по-прежнему TCAS II модификации 6.04a либо вообще не быть оснащенными такой системой.

2.3 Опыт применения TCAS II в воздушном пространстве Северной Атлантики

С 27 марта 1997 г. в воздушном пространстве Региона NAT осуществляется постепенное введение RVSM. С этой даты в этом воздушном пространстве начали выполнять полеты воздушные суда, оснащенные системой TCAS II модификации 6.04a. Поскольку модификация 6.04a TCAS II была разработана с учетом применения интервала вертикального эшелонирования в 2000 фут при полетах выше ЭП300, она не приспособлена для воздушного пространства RVSM. Кроме того, в воздушном пространстве Региона NAT воздушные суда

следуют по одним и тем же линиям пути в течение нескольких часов с выдерживанием близких значений путевой скорости, что явилось новой эксплуатационной конфигурацией для TCAS II.

Результаты исследования [NAT], проведенного до введения RVSM в воздушном пространстве NAT, показали, что система TCAS II модификации 6.04a в условиях воздушного пространства RVSM приведет к возникновению ряда потенциальных проблем:

- в случае воздушных судов, выполняющих горизонтальный полет с интервалом эшелонирования 1000 фут, будут выдаваться нежелательные ТА, которые могут длиться несколько минут и повторяться;
- при интервале вертикального эшелонирования 1000 фут на воздушных судах могут выдаваться нежелательные RA;
- при выполнении рекомендаций RA, несмотря на надлежащую реакцию пилотов, могут возникать большие отклонения траектории по вертикали (например, в несколько тысяч футов).

В первые несколько недель после введения RVSM в воздушном пространстве NAT от пилотов поступило большое количество жалоб на нежелательные продолжительные ТА, срабатываемые при нахождении воздушных судов на соседних эшелонах. Такие ТА выдавались на регулярной основе системой TCAS II модификации 6.04a. Никаких эксплуатационных процедур типа навигационного смещения или небольшого изменения скорости для устранения повторяющихся или продолжительных ТА не было санкционировано, за исключением разрешения на боковое смещение только для целей избежания попадания в вихревой след.

За период с начала введения RVSM было зарегистрировано лишь небольшое число нежелательных рекомендаций RA. Однако ни одна из них не привела к какому-либо существенному отклонению траектории в вертикальной плоскости. Указанные RA сработали главным образом из-за турбулентности (вихри в следе или метеорологическая турбулентность) или погрешностей в выдерживании абсолютной высоты.

3. Описание системы TCAS II

3.1 Принципы работы TCAS II

3.1.1 Основные функции

TCAS II представляет собой бортовую систему, предназначенную для повышения уровня безопасности полета и выполняющую роль «последнего средства» предотвращения столкновений в воздухе или опасных сближений в воздухе путем выдачи пилотам рекомендаций по маневрам в вертикальной плоскости при обнаружении риска столкновения.

TCAS II предназначена для работы в автономном режиме независимо от какого-либо бортового навигационного оборудования и наземных систем. TCAS II осуществляет контроль за другими находящимися поблизости воздушными судами путем за-

прашивания их приемопередатчиков и оценивает риск столкновения.

В тех случаях, когда воздушное судно-нарушитель также оснащено оборудованием TCAS II, обе установки TCAS II согласовывают свои рекомендации по разрешению угрозы столкновения (RA) в целях выбора дополняющих друг друга направлений маневров. **Данная особенность подчеркивает важность как можно более точного соблюдения пилотами выдаваемых им рекомендаций RA. Более того, выполнение маневра в направлении, противоположном указанному в RA, создает опасность столкновения, как это показано на рис. 2.**

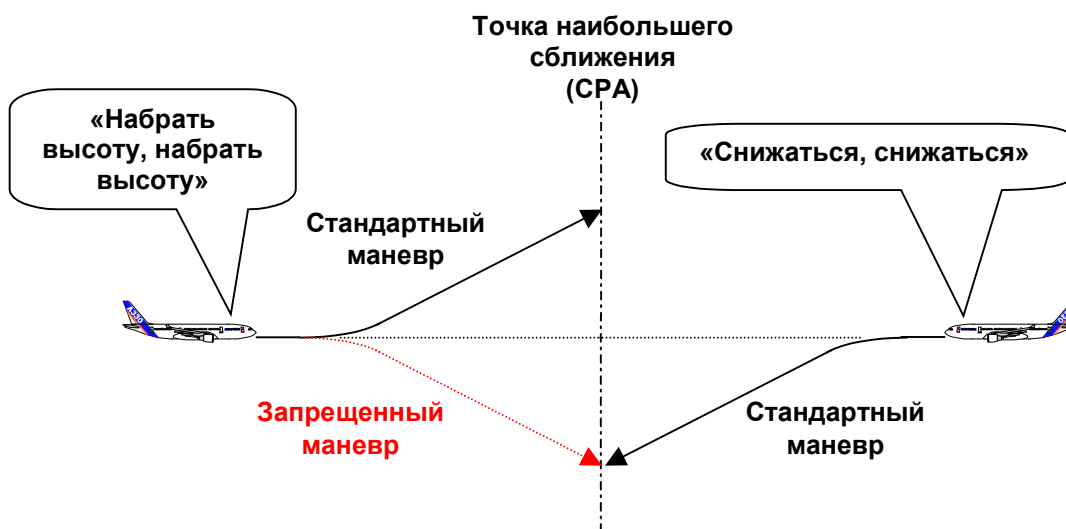


Рис. 2. Согласованные рекомендации RA при сближении воздушных судов TCAS-TCAS.

Если по какой-либо причине пилот не может выполнить рекомендацию RA «набрать высоту», выданную системой TCAS II, он должен по крайней мере поддерживать горизонтальный полет и не предпринимать маневра снижения.

Логическая программа TCAS II основана на двух главных концепциях:

- время предупреждения, которое основано на времени полета (а не на расстоянии) до точки наибольшего сближения (CPA);
- уровень чувствительности, который является функцией от высоты и определяет уровень защиты путем установления более высоких пороговых величин для более высоких диапазонов высот.

Для лучшего понимания основных критически важных конфигураций между TCAS II и RVSM в нижеследующей части документа приводится краткое описание главных принципов выдачи TA и RA. Однако в ней рассматривается конкретная величина уровня чувствительности для диапазона ЭП200-ЭП420, который включает высоты, относящиеся к воздушному пространству RVSM.

Более подробное описание TCAS II содержится в брошюре по БСПС, подготовленной в рамках Программы ЕВРО-КОНТРОЛЯ по БСПС [БСПС].

3.1.2 Выдача консультативной информации или рекомендаций

Система TCAS II выдает консультативную информацию или рекомендацию, когда **и проверка дальности и проверка высоты дают положительные результаты**. Указанные проверки осуществляются ежесекундно по каждой цели, передающей данные об абсолютной высоте.

Принцип **проверки дальности** заключается в расчете времени полета до точки CPA путем деления расстояния между воздушными судами на скорость сближения. Результат проверки дальности считается

положительным, если это время меньше пороговой величины, т.е. 48 с для выдачи TA и 35 с для RA.

Для особого случая, характеризующегося очень малой скоростью сближения, введен критерий защитной дистанции в целях недопущения подхода ВС-нарушителя на очень близкое расстояние без срабатывания системы выдачи какой-либо консультативной информации или рекомендации. При таком типе сближения результат проверки дальности является положительным, если расстояние между воздушными судами меньше величины указанной защитной дистанции, т.е. 1,3 м. мили для TA и 1,1 м. мили для RA.

Принцип **проверки высоты** заключается в расчете времени полета до момента достижения одинаковой высоты с другим воздушным судном путем деления значения относительной высоты между воздушными судами на относительную вертикальную скорость. Результат проверки высоты считается положительным, если указанное время меньше пороговой величины, т.е. 48 с для выдачи TA и 35 с для RA. Если собственное воздушное судно выполняет горизонтальный полет, величина порогового времени для RA уменьшается до 25 с в целях обнаружения возможного маневра выхода ВС-нарушителя в горизонтальный полет и избежания выдачи рекомендации RA.

В особом случае, когда воздушные суда выполняют горизонтальный полет или имеют очень малую относительную вертикальную скорость, результаты проверки высоты считаются положительными, если относительная высота между воздушными судами меньше установленного порогового значения расстояния в вертикальной плоскости, т.е. 850 фут для TA и 700 фут для RA.

Следует отметить, что используемые TCAS II данные об абсолютной высоте ВС-нарушителя получают путем запроса его приемоответчика. Поэтому указанная высота кодируется с помощью квантования с интервалом 100 фут или 25 фут. Это означает, что абсолютная высота ВС-наруши-

теля, воспринимаемая системой TCAS II, может слегка отличаться от реальной. В отличие от вышеописанной ситуации TCAS II получает данные об абсолютной высоте собственного воздушного судна с квантованием в 1 фут.

На рисунках 3 и 4 продемонстрированы проверки дальности и высоты с указанием соответствующих пороговых значений для диапазона высот, включающего воздушное пространство RVSM.

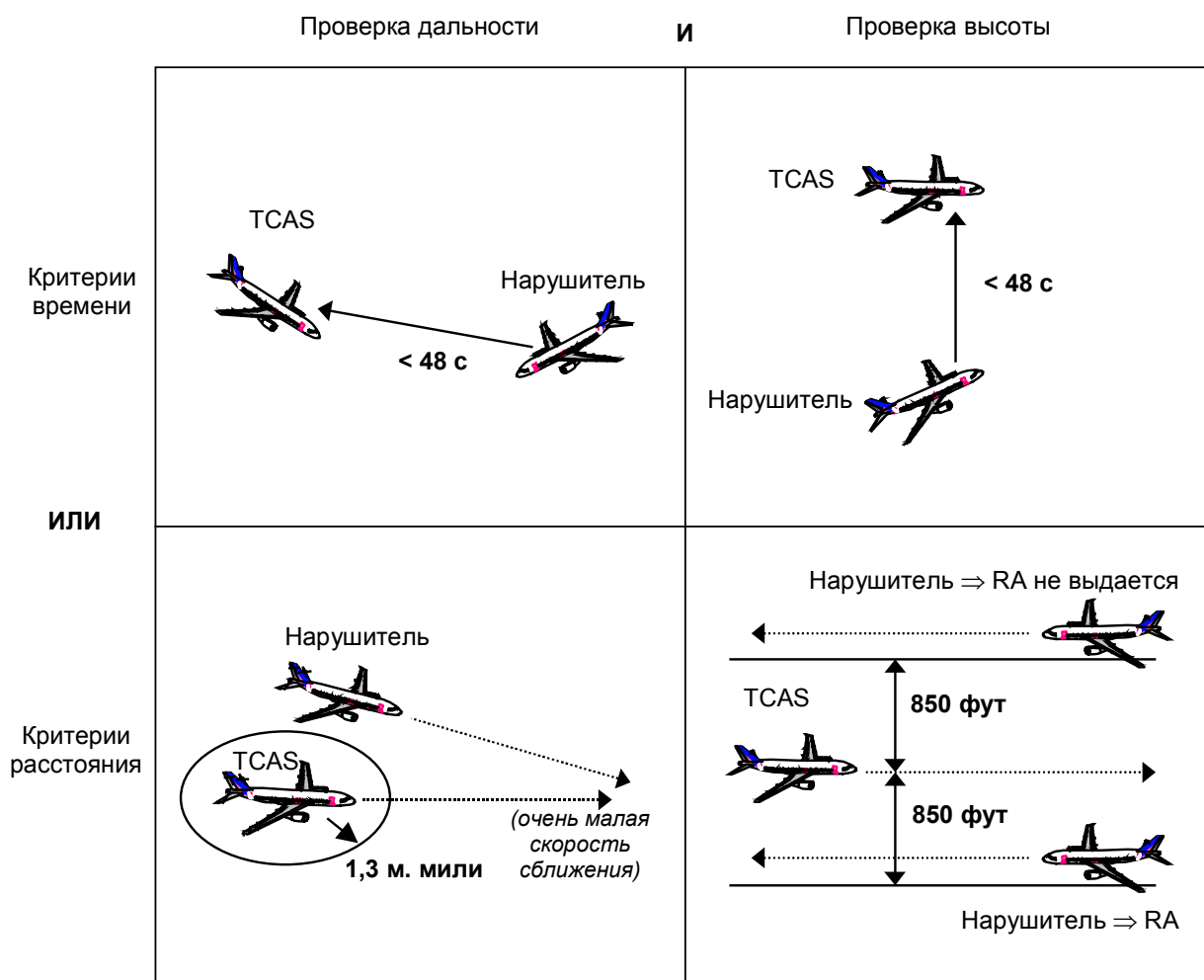


Рис. 3. Выдача ТА системой TCAS II модификации 7.0 в воздушном пространстве RVSM.

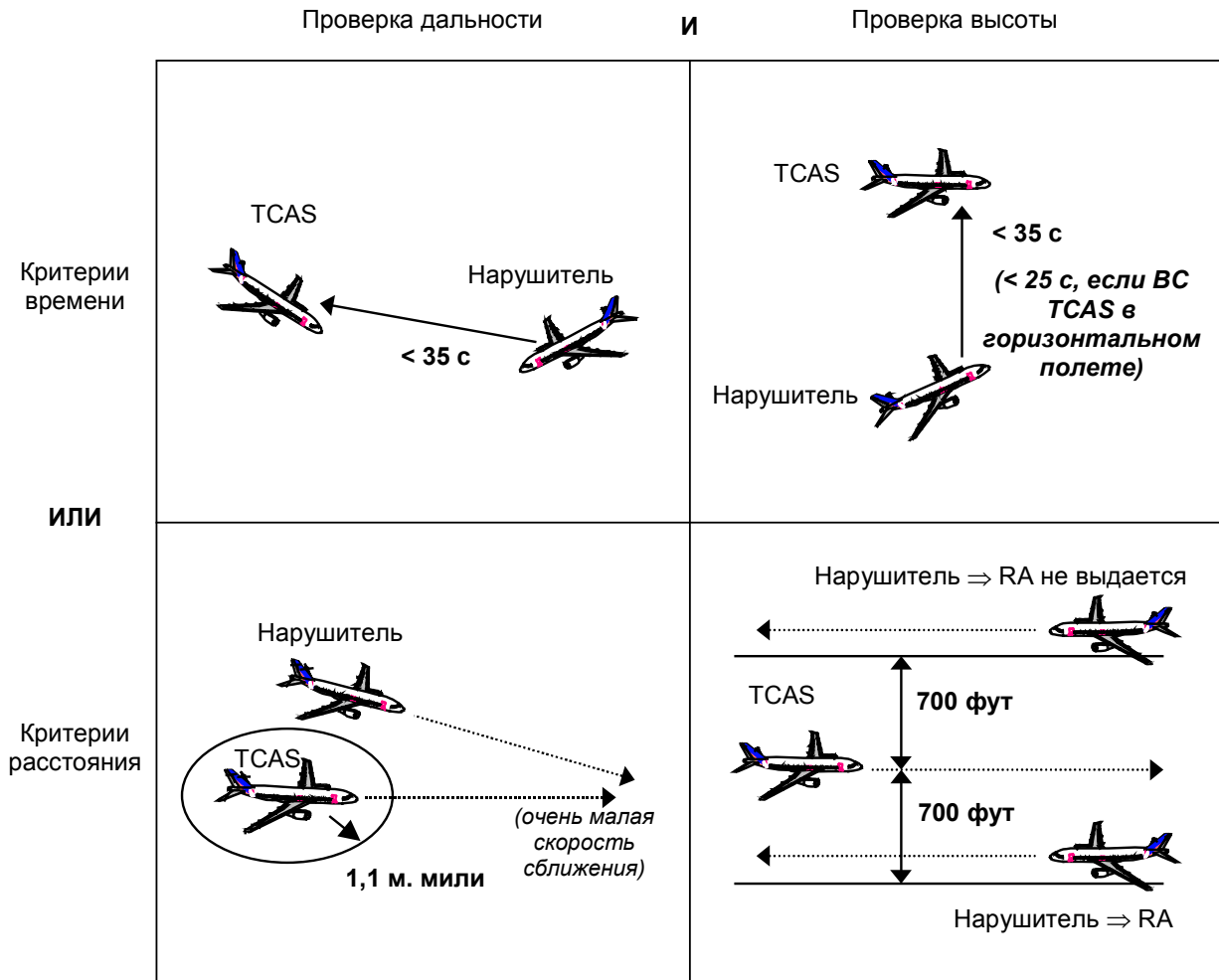


Рис. 4. Выдача RA системой TCAS II модификации 7.0 в воздушном пространстве RVSM.

При выдаче рекомендации RA система TCAS II вычисляет наиболее оптимальный маневр в вертикальной плоскости, чтобы обеспечить заданную дистанцию пролета по вертикали, которая составляет 600 фут.

TCAS II старается в максимальной степени предотвратить выдачу рекомендаций RA, предусматривающих пересечение траекторий в вертикальной плоскости. В программе системы были заложены некоторые серьезные ограничения, направленные против выдачи RA с пересечением траекторий полета. Данный тип RA выдается в редких случаях.

В течение процесса сближения степень жесткости рекомендации подвергается оценке на непрерывной основе и в случае необходимости может быть скорректирована путем ее усиления или изменения направления маневра либо путем ее смягчения, если опасность уменьшается. Смягчение RA должно приводить к уменьшению отклонения траектории в вертикальной плоскости.

TCAS II способна решать ситуации, связанные с наличием нескольких ВС, создающих угрозу столкновения, либо с помощью одной RA, которая будет обеспечивать заданную дистанцию пролета по отношению к каждому воздушному судну-источнику угрозы, либо путем выбора комбинированной RA, предусматривающей не противоречащие друг другу ограничения по набору высоты и снижению.

3.2 Усовершенствования, обеспечиваемые модификацией 7.0 системы TCAS II

Разработка модификации 7.0 системы TCAS II основывалась на результатах раз-

личных программ контроля за эксплуатацией модификации 6.04a TCAS II, которые выявили ряд проблем эксплуатационного и технического характера. В сотрудничестве с SC-147 Комиссии RTCA Федеральное авиационное управление (ФАУ) приняло решение о том, что модификация 7.0 будет разрабатываться для решения только тех проблем, которые считаются важными [TCAS7]. Ряд изменений, внесенных в модификацию 7.0, предназначен для усовершенствования характеристик TCAS II в условиях ее эксплуатации в воздушном пространстве RVSM.

Основное усовершенствование связано с изменением границ высотного диапазона TCAS II. Модификация 6.04a TCAS II устанавливает набор значений параметров для абсолютных высот, превышающих ЭП300, который совместим с интервалом вертикального эшелонирования 2000 фут, применяемым в воздушном пространстве с обычным минимумом вертикального эшелонирования (CVSM), но не полностью совместим с интервалом вертикального эшелонирования в 1000 фут. В связи с внедрением RVSM граница ЭП300 в модификации 7.0 системы TCAS II была изменена на ЭП420. Поэтому в TCAS II модификации 7.0 для диапазона ЭП200-ЭП420 используются одни и те же значения параметров, которые совместимы с RVSM.

В таблице 1 приведены значения основных параметров TCAS II, применяемых в обеих ее модификациях для выдачи консультативной информации и рекомендаций в диапазоне абсолютных высот, включающем воздушное пространство RVSM.

	TA		RA		
	Порог времени	Порог высоты	Порог времени	Порог высоты	Заданная дистанция пролета по вертикали
TCAS II м6.04a	48 с	1200 фут	35 с	800 фут	700 фут
TCAS II м7.0	48 с	850 фут	35 с	700 фут	600 фут

Таблица 1. Значения параметров TA и RA в воздушном пространстве RVSM.

Последствия указанного изменения границы состоят в следующем:

- уменьшение порогового значения абсолютной высоты для ТА с 1200 фут до 850 фут, что предотвращает срабатывание ТА в условиях, когда воздушные суда выполняют горизонтальный полет с интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут друг от друга;
- уменьшение порогового значения абсолютной высоты для RA с 800 фут до 700 фут, что снижает чувствительность TCAS к погрешностям в выдерживании абсолютной высоты;
- сокращение заданной дистанции пролета по вертикали с 700 фут до 600 фут, что должно уменьшить или даже устранить отклонения в вертикальной плоскости при выполнении рекомендаций RA.

Кроме того, если собственное воздушное судно находится в горизонтальном полете, уменьшенное пороговое значение времени дополнительно снижается с 30 с до 25 с в целях получения еще нескольких секунд для обнаружения возможного маневра ВС-нарушителя с выходом в горизонтальный полет и избежания таким образом срабатывания рекомендации RA. Такой метод должен уменьшить число RA, выдаваемых в собственном воздушном судне, выполняющем горизонтальный полет, в отношении ВС, выходящих в горизонтальный полет на высоте 1000 фут выше или ниже собственного воздушного судна.

В системе TCAS II модификации 7.0 имеется также механизм смягчения RA, когда воздушные суда следуют по расходящимся траекториям с очень малой скоростью расхождения, недостаточной для того, чтобы было выдано сообщение «конфликт устранен». Данное усовершенствование предназначено для избежания существенных отклонений, обусловленных большой продолжительностью действия рекоменда-

ций RA, которые не смягчаются в случае модификации 6.04a TCAS II.

Еще одна новая характеристика модификации 7.0 TCAS II также должна значительно повысить общую эффективность работы TCAS II и, соответственно, в воздушном пространстве RVSM. В системе предусмотрена функция фильтрации рекомендаций RA в горизонтальной плоскости, называемая фильтрацией по критерию дистанции пролета (MDF). Она предотвращает выдачу RA, если прогнозируемое горизонтальное расстояние пролета в точке CPA достаточна для целей предупреждения столкновения. Как следствие, в воздушном пространстве RVSM при определенных условиях (например, при стабильном курсе воздушных судов) могут фильтроваться рекомендации RA в отношении воздушных судов с прогнозируемой дистанцией пролета в точке CPA более 2,2 м. мили. Поэтому существует вероятность того, что в таких ситуациях некоторые ожидаемые RA не будут выдаваться.

Наконец, в модификации 7.0 TCAS II изменен процесс определения типа RA, выдаваемого при сближении с другим оснащенным TCAS II воздушным судном. Цель такого изменения состоит в предотвращении в максимально возможной степени выдачи RA, которая потребовала бы выполнение маневра в направлении, противоположном текущей траектории собственного воздушного судна в вертикальной плоскости. Например, набирающее высоту воздушное судно должно получить рекомендацию RA «скорректировать вертикальную скорость», требующую уменьшить скорость набора высоты, а не рекомендацию RA «снижаться». Цель заключается в достижении большей совместимости выдаваемой RA с диспетчерским разрешением и таким образом в создании меньших помех работе диспетчеров УВД и пилотов.

4. Ожидаемые консультативная информация и рекомендации TCAS II в воздушном пространстве RVSM

4.1 Введение

В рамках осуществлявшегося под руководством ЕВРОКОНТРОЛЯ проекта ACASA (Анализ бортовой системы предупреждения столкновений), задача которого заключалась в проведении исследований в нескольких областях, относящихся к эксплуатации TCAS II в Европе, одно из основных направлений деятельности было посвящено изучению вопроса о взаимодействии TCAS II и RVSM в континентальной части Европы [ACASA].

Целью исследования взаимодействия TCAS II и RVSM являлось проведение сравнительного анализа работы системы TCAS II в будущем воздушном пространстве RVSM и в текущих условиях CVSM. В центре внимания этого исследования должны были стоять не только технические аспекты, но также и задачи по выявлению потенциальных эксплуатационных проблем и разработке соответствующих рекомендаций. Для решения более широкого круга проблем указанное исследование основывалось на различных источниках данных, т.е. модифицированных радиолокационных данных, данных моделирования в реальном и ускоренном масштабах времени, автоматических и неавтоматических искусственных ситуаций сближения.

Ниже приводятся основные результаты этого исследования. Они дают хорошее представление о количестве случаев выдачи консультативной информации и рекомендаций, которое следует ожидать при эксплуатации TCAS II модификации 7.0 в воздушном пространстве RVSM. Для лучшей оценки эксплуатационных последствий для пилотов и диспетчеров УВД проводится сравнение с ситуацией, имеющей место в настоящее время в диапазоне высот ЭП250-ЭП290.

4.2 Консультативная информация о воздушном движении (ТА)

При оснащении всего парка воздушных судов, имеющего на борту TCAS II, модификацией 7.0 этой системы количество ТА, ожидаемых в условиях RVSM, увеличится примерно в 4 раза по сравнению с полетами в воздушном пространстве CVSM. Фактически, такое увеличение главным образом объясняется малым числом ТА, выдаваемых в условиях CVSM.

Однако при этом ожидается, что число ТА, выдаваемых модификацией 7.0 TCAS II в воздушном пространстве RVSM, будет меньше соответствующего показателя для диапазона высот ЭП250-ЭП290. Тем не менее, возросшее число ТА, выдаваемых при полетах выше ЭП290 может превратиться в проблему эксплуатационного характера, если пилоты не будут должным образом информированы об этой проблеме.

Указанная проблема является гораздо более серьезной для воздушных судов, которые будут по-прежнему оснащены модификацией 6.04a TCAS II: результаты исследования указывают на то, что количество ТА, выдаваемых в воздушном пространстве RVSM, должно увеличиться примерно в 25 раз по сравнению с условиями CVSM. В этом случае частота выдачи ТА становится фактором, мешающим работе пилотов. Она может также отрицательно сказаться на работе органов УВД, если после получения ТА пилоты будут запрашивать информацию о воздушном движении или даже предпринимать маневры.

Что касается пилотов, ожидаемое максимальное количество ТА, которое будет выдаваться модификацией 7.0 TCAS II в воздушном пространстве RVSM, составит

47 ТА на каждые 1000 часов полета (т.е. примерно 1 ТА на каждые 20 часов полета). Указанное соотношение в три раза выше соответствующего показателя в условиях CVSM (17 ТА на каждые 1000 часов полета), однако в четыре раза меньше показателя для диапазона высот ЭП250-ЭП290 (184 ТА на каждые 1000 часов полета). Наконец, в условиях RVSM модификация 6.04а должна, предположительно, выдавать 840 ТА на каждые 1000 часов полета, т.е. примерно 1 ТА на час полета.

Можно ожидать, что два конкретных типа ТА будут выдаваться в большей пропорции, чем в условиях CVSM: повторяющиеся ТА и продолжительные ТА.

Предполагается, что доля повторяющихся ТА возрастет по сравнению с воздушным пространством CVSM, но она должна быть близкой к той, которая уже отмечается на высотах ниже ЭП290 (т.е. примерно одна ТА из десяти). Тем не менее, повторяющиеся ТА могут представлять собой эксплуатационную проблему, если пилоты сочтут повторяющиеся звуковые оповещения «воздушное движение, воздушное движение» фактором, мешающим работе.

Ожидается, что проблема продолжительных ТА не будет столь существенной, как это было в случае модификации 6.04а TCAS II при введении RVSM в Северной Атлантике (NAT). Во-первых, модификация 7.0 TCAS II радикальным образом уменьшает число ТА, в частности, путем подавления ТА, срабатывающих между воздушными судами, разделенными интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут. Кроме того, Регион NAT и Европейский регион имеют совершенно разные структуры маршрутов: ожидается, что особая конфигурация, вызывающая продолжительную ТА (т.е. случаи, характеризующиеся малой скоростью сближения, см. часть 4.4) будет довольно редкой в европейском воздушном пространстве.

4.3 Рекомендации по разрешению угрозы столкновения (RA)

При оснащении всего парка воздушных судов, имеющего на борту TCAS II, моди-

фикацией 7.0 этой системы количество RA, ожидаемых в условиях RVSM, также увеличится примерно в 4 раза по сравнению с полетами в воздушном пространстве CVSM. Указанное увеличение вновь объясняется очень малым числом RA, выдаваемых в условиях CVSM.

На воздушных судах, оборудованных модификацией 6.04а TCAS II, пилоты получат приблизительно вдвое больше рекомендаций RA по сравнению с модификацией 7.0 TCAS II. Тем не менее, основываясь на текущем опыте полетов ниже ЭП290, можно сделать вывод о том, что это количество, как ожидается, будет терпимым с эксплуатационной точки зрения как для пилотов, так и для диспетчеров УВД.

Что касается пилотов, ожидаемое максимальное количество RA, которое будет выдаваться модификацией 7.0 TCAS II в воздушном пространстве RVSM, составит 3 рекомендации на каждые 1000 часов полета (т.е. примерно 1 RA на каждые 330 часов полета). Указанное соотношение в три раза выше соответствующего показателя в условиях CVSM (1 RA на каждые 1000 часов полета), однако оно в 5 раз меньше показателя для диапазона высот ЭП250-ЭП290 (15 RA на 1000 часов полета). Ожидается, что в условиях RVSM модификация 6.04а TCAS II должна будет выдавать 6 RA на каждые 1000 часов полета (т.е. вдвое больше модификации 7.0 TCAS II).

Большинство рекомендаций RA могут рассматриваться как нежелательные. Тем не менее, ожидаемое число будет меньше, чем количество RA, выдаваемых в настоящее время в диапазоне высот ЭП250-ЭП290, которое не сказывается негативным образом на работе органов УВД.

Существенная часть этих нежелательных RA связана с маневром выхода ВС в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС, что является уже известной проблемой системы TCAS II на высотах ниже ЭП290 (описание данной проблемы приводится в пункте 5.3.4, а усовершенствования, обеспечиваемые модификацией 7.0 TCAS II, изложены в пункте 3.2).

Характеристики рекомендаций RA, выдаваемых системой TCAS II модификации 7.0 в воздушном пространстве RVSM, по параметрам своей продолжительности (около 22 с), процентной доли принудительных RA (т.е. «набрать высоту» или «снижаться») или отклонений траектории близки к характеристикам тех RA, которые срабатывают в диапазоне высот ЭП250-ЭП290.

Результаты указанного исследования также показывают, что от модификации 7.0 TCAS II можно ожидать выдачи определенного числа повторяющихся RA.

4.4 Соотношение TA и RA

Соотношение между TA и RA, выдаваемыми модификацией 7.0 TCAS II, при введении RVSM существенно не меняется. Количество TA, не сопровождаемых выдачей рекомендаций RA, остается значительным.

Данный результат подчеркивает тот факт, что в случае получения TA пилотам не следует предпринимать каких-либо действий (т.е. запрашивать информацию о воздушном движении или разрешение на выполнение маневра).

Ожидается, что в случае модификации 6.04a TCAS II указанное соотношение будет вчетверо выше, чем у модификации 7.0 TCAS II, из-за очень высокой частоты срабатывания TA. В результате, по причине очень большого количества TA, не сопровождающихся каким-либо RA, TA не будут выполнять свою задачу по подготовке летного экипажа к возможной рекомендации RA.

4.5 Заключительные замечания

Модификация 7.0 системы TCAS II совместима с RVSM. Однако ожидается,

что с внедрением RVSM число TA и RA, вырабатываемых системой TCAS II при полетах выше ЭП290, возрастет. Тем не менее, предполагаемая частота выдачи TA и RA в воздушном пространстве RVSM ниже, чем аналогичный показатель, наблюдаемый в настоящее время в диапазоне высот ЭП250-ЭП290.

Модификация 6.04a TCAS II не совместима с RVSM по эксплуатационным причинам, главным образом из-за очень высокой частоты срабатывания TA.

Однако, как ожидается, комбинированное оснащение воздушного флота с небольшим процентом (т.е. 10%) воздушных судов, оборудованных TCAS II модификации 6.04a, и остальной частью ВС, оснащенной в основном системой TCAS II модификации 7.0, не будет иметь существенных последствий для диспетчеров УВД по сравнению с ситуацией, когда весь парк воздушных судов оборудован TCAS II модификации 7.0. Тем не менее, высокая частота выдачи TA и RA модификацией 6.04a системы TCAS II будет представлять собой эксплуатационную проблему для пилотов этих воздушных судов.

Никаких проблем безопасности полетов, создаваемых системой TCAS II в условиях введения RVSM, не было выявлено. Результаты предварительных исследований аспектов безопасности свидетельствуют о том, что применение системы TCAS II модификации 7.0 в воздушном пространстве RVSM повышает уровень безопасности полетов. Несмотря на проблемы эксплуатационной совместимости модификация 6.04a TCAS II также обеспечивает определенные преимущества в плане безопасности.

5. Типичные случаи сближения ВС в европейском воздушном пространстве RVSM

5.1 Введение

Наиболее типичным случаем сближения ВС является горизонтальный полет двух воздушных судов с интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут. Система TCAS II модификации 7.0 совместима с такими конфигурациями, в то время как модификация 6.04а TCAS II выдает ТА.

Наряду с этим был выявлен ряд потенциальных критических конфигураций, обусловленных сочетанием TCAS II и RVSM. Ожидается, что выдача ТА или RA будет вызываться в основном двумя такими условиями:

- погрешностями в выдерживании абсолютной высоты, что включает смещение в вертикальной плоскости, колебание траектории и турбулентность;
- сближением при выходе в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС.

Кроме того, существует особый случай сближения воздушных судов, характеризующийся малой скоростью сближения. Такие случаи сами по себе не вызывают срабатывания ТА или RA, однако могут привести к тому, что их продолжительность при срабатывании в результате указанных критических конфигураций будет гораздо больше (т.е. их продолжительность составит несколько минут).

Ниже приводится отдельное описание каждой из этих конфигураций. Однако сле-

дует отметить, что некоторые из них в той или иной конкретной ситуации (например, воздушное судно, выходящее в горизонтальный полет ниже другого воздушного судна с колебательной траекторией) могут возникнуть одновременно и таким образом повысить вероятность выдачи ТА или RA.

При описании критических конфигураций предполагается, что:

- воздушные суда оснащены системой TCAS II модификации 7.0 (в каждом описании системе TCAS II модификации 6.04а уделяется отдельный пункт);
- воздушные суда утверждены к полетам с RVSM¹;

воздушные суда выполняют полет по сходящимся траекториям либо находятся на близком расстоянии друг от друга.

Для описания указанных конфигураций используются следующие условные обозначения:

—————	эшелон полета
-----	траектория, видимая системой TCAS II
.....	траектория, прогнозируемая TCAS II
-----	порог TCAS II

1. «необходимо наличие автоматической системы управления высотой, способной обеспечивать выдерживание абсолютной высоты в пределах ± 20 м (± 65 фут) от выбранного значения высоты, когда воздушное судно выполняет горизонтальный полет по прямой линии в условиях отсутствия турбулентности и порывов ветра» [TGL6].

5.2 Стандартный интервал вертикального эшелонирования в условиях RVSM

Описание

Участниками таких случаев сближения являются воздушные суда, выполняющие горизонтальный полет на соседних эшелонах с интервалом эшелонирования 1000 фут. Указанный стандартный тип сближения в условиях применения модификации 7.0 системы TCAS II показан на рис. 6.

Пояснения для модификации 7.0 TCAS II

В случае воздушных судов, находящихся в горизонтальном полете, проверка высоты осуществляется путем сравнения относительной высоты между воздушными судами

с пороговым значением высоты. Если относительная высота меньше этого порога, то результат проверки высоты считается положительным и выдается ТА или RA.

При применении модификации 7.0 TCAS II пороговая величина высоты составляет 850 фут для выдачи ТА и 700 фут для выдачи RA. Это означает, что при нахождении обоих воздушных судов в горизонтальном полете на соседних эшелонах результат проверки высоты оказывается отрицательным, и поэтому ни ТА ни RA не выдаются.

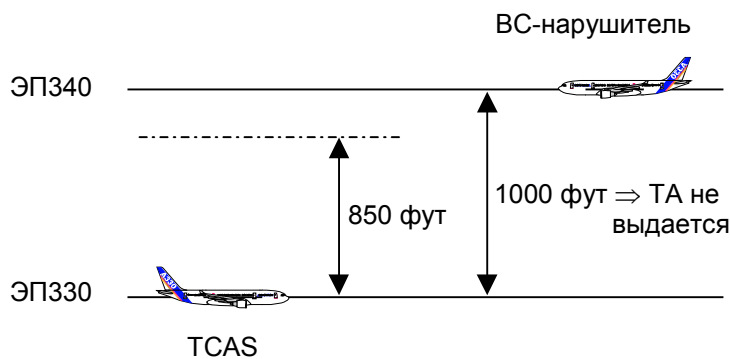


Рис. 6. Стандартное вертикальное эшелонирование в условиях RVSM.

Различия по сравнению с воздушным пространством CVSM

TCAS II модификации 7.0 функционирует в условиях CVSM и RVSM идентичным образом (т.е. при стандартном интервале вертикального эшелонирования между воздушными судами никаких ТА или RA не вырабатывается), поскольку применяемые в этой системе пороговые значения совместимы с интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут в диапазоне высот ЭП290-ЭП410.

Особенности модификации 6.04a TCAS II

В модификации 6.04a системы TCAS II для высот, соответствующих RVSM, применяются более высокие пороговые значения: 1200 фут для выдачи ТА и 800 фут для RA.

Как следствие, в условиях RVSM информация ТА будет выдаваться сразу же, как только результат проверки дальности окажется положительным, поскольку относительная высота между двумя воздушными судами меньше, чем пороговое значение для ТА.

Тем не менее, когда два воздушных судна выполняют горизонтальный полет на соседних эшелонах, TCAS II модификации 6.04a не выдает какой-либо RA. Действительно, проверка высоты не дает положительного результата, поскольку по-

роговое значение для срабатывания RA меньше стандартного интервала вертикального эшелонирования.

В условиях CVSM стандартный интервал между эшелонами полета составляет 2000 фут, что гораздо больше порогового значения высоты, и таким образом никакие ТА или RA не выдаются.

Действия пилотов и диспетчеров УВД

При оснащении всех воздушных судов модификацией 7.0 системы TCAS II никакие ТА или RA не будут выдаваться даже в условиях применения сокращенного интервала вертикального эшелонирования. Поэтому на диспетчерах УВД и пилотах это никоим образом не отразится.

Пилоты воздушных судов, оборудованных модификацией 6.04a TCAS II должны быть осведомлены о том, что в воздушном пространстве RVSM им придется сталкиваться с большим количеством ТА, обусловленных воздушными судами, выполняющими горизонтальный полет с интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут. Тем не менее, этим пилотам не следует запрашивать информацию о воздушном движении, и они не должны выполнять маневры на основании только ТА..

5.3 Ожидаемые основные критические конфигурации

5.3.1 Смещение в вертикальной плоскости

Описание

Участниками таких случаев сближения являются воздушные суда, выполняющие горизонтальный полет на соседних эшелонах. Траектория каждого из воздушных судов смещена по вертикали в сторону эшелона полета другого воздушного судна. Как следствие, относительная высота между этими двумя воздушными суднами составляет менее 1000 фут, и в некоторых редких случаях могут сработать ТА. Данный тип сближения, при котором траектория обеих воздушных судов смещена, показан на рис. 7.

Пояснения для модификации 7.0 TCAS II

Когда траектория каждого из воздушных судов смещена по вертикали в сторону другого воздушного судна, величина относительной высоты, регистрируемая системой TCAS II, может быть меньше порогового значения высоты для ТА (т.е. 850 фут). Как следствие, проверка высоты дает положительный результат и вырабатывается ТА.

Указанный тип сближения может иметь место между воздушными судами, утвержденными к полетам с RVSM, т.е. при максимальной величине смещения 65 фут. Действительно, значение высоты воздушного судна-нарушителя, воспринимаемое системой TCAS II, может незначительно отличаться от фактической из-за квантования передаваемых данных о высоте, особенно в случае 100-футового интервала квантования этих данных.

Например, два смещения по 51 фут вызывают срабатывание ТА при интервале квантования передаваемых данных о высоте в 100 фут. Фактически, при горизонтальном полете воздушного судна на высоте 33 949 фут значение этого параметра, регистрируемое системой TCAS II другого воздушного судна, будет

равно 33 900 фут (т.е. регистрируется смещение в 100 фут).

Поэтому, если траектория другого воздушного судна также смещена на 51 фут (т.е. данное воздушное судно выполняет полет на высоте 33 051 фут), относительная высота, видимая системой TCAS II, составляет 849 фут (т.е. суммарное смещение составляет 151 фут). Так как эта величина меньше порогового значения высоты (850 фут), проверка высоты дает положительный результат и срабатывает ТА.

Минимальная относительная высота, видимая системой TCAS II, будет составлять не менее 835 фут, в то время как пороговое значение высоты для срабатывания RA равняется 700 фут. Поэтому никакой RA не будет выдано даже в случае двух смещений, равных максимальной величине, совместимой с утвержденным для RVSM значением (т.е. 65 фут), и при квантовании передаваемых данных о высоте с интервалом в 100 фут.

Если смещение по вертикали касается траектории только одного воздушного судна, не выдается ни ТА ни RA, поскольку относительная высота, регистрируемая системой TCAS II, будет составлять не менее 900 фут даже при интервале квантования передаваемых данных о высоте в 100 фут. Таким образом, результат проверки высоты будет отрицательным.

При 25-футовом интервале квантования передаваемых данных о высоте, что является наиболее часто встречающейся ситуацией, ТА не может быть выдана даже в условиях двух смещений, равных максимальному значению, совместимому с величиной, утвержденной для воздушного пространства RVSM (т.е. 65 фут). Например, одно воздушное судно выполняет полет на высоте 33 065 фут, а другое на высоте 33 935 фут. При 25-футовом интервале

квантования передаваемых данных о высоте полета значение высоты, воспринимаемое системой TCAS II воздушного судна, находящегося на более низком эшелоне, составляет 33 925 фут. Поэтому минимальная относительная высота, регистрируемая системой TCAS II, равна 860 фут. Таким образом, проверка высоты дает отрицательный результат.

В итоге можно сделать вывод о том, что при горизонтальном полете воздушных

судов на соседних эшелонах со смещением в вертикальной плоскости выдача ТА является редким событием. Они могут вырабатываться в том случае, когда ВС-нарушитель передает данные о своей высоте с интервалом квантования в 100 фут (небольшой процент парка воздушных судов) либо когда траектории обоих воздушных судов смещены в вертикальной плоскости по крайней мере на 51 фут.

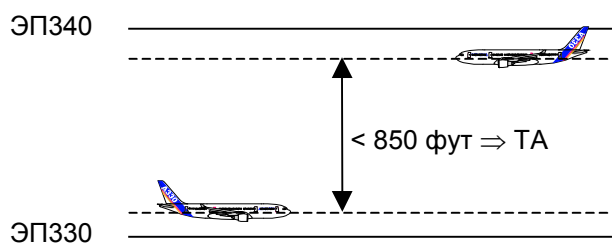


Рис. 7. Смещение траектории в вертикальной плоскости.

Различия по сравнению с воздушным пространством CVSM

В условиях применения CVSM ни ТА ни RA не могут быть выданы: разница между интервалом вертикального эшелонирования в 2000 фут, применяемым в этом воздушном пространстве, и пороговым значением высоты (т.е. 850 фут для ТА) слишком велика для того, чтобы на нее могли повлиять смещения по вертикали обоих воздушных судов, даже если они соответствуют максимальным разрешенным величинам.

Особенности модификации 6.04a TCAS II

Если воздушные суда выполняют горизонтальный полет на соседних эшелонах с интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут, то модификация 6.04a системы TCAS II вырабатывает ТА. Поэтому она также выдает ТА при полетах воздушных судов со смещенными по вертикали траекториями.

При использовании 100-футового интервала квантования передаваемых данных об абсолютной высоте минимальное значение относительной высоты, регистрируемое системой TCAS II, не может быть меньше 835 фут, в то время как пороговая величина

высоты для RA составляет 800 фут. Поэтому TCAS II модификации 6.04a не выдает какой-либо рекомендации RA в случае утвержденных к полетам с RVSM воздушных судов, выполняющих полет со смещенными в вертикальной плоскости траекториями.

Действия пилотов и диспетчеров УВД

В случае выдачи ТА, независимо от того, находится ли ВС в воздушном пространстве RVSM или нет, пилотам не следует запрашивать информацию о воздушном движении, и они не должны выполнять маневры на основании только ТА. Основное предназначение ТА заключается в предупреждении летного экипажа о возможности появления рекомендации RA.

Пилоты не должны уведомлять диспетчеров о ТА (стандартной фразеологии уведомления о ТА не существует). Поэтому диспетчеры не имеют конкретной процедуры, подлежащей применению в подобных случаях.

5.3.2 Колебания

Описание

Участниками таких случаев сближения являются воздушные суда, выполняющие горизонтальный полет на соседних эшелонах. При выдерживании заданной высоты траектория их полета колеблется по вертикали (волнообразная линия). Как следствие, относительная высота между этими воздушными судами может быть меньше 1000 футов, и в некоторых редких случаях могут выдаваться ТА. На рис. 8 приводится пример данного типа сближения, когда траектории обоих воздушных судов колеблются относительно ЭП330 и ЭП340 соответственно.

Пояснения для модификации 7.0 TCAS II

Когда траектории обоих воздушных судов колеблются вокруг разрешенного им эшелона полета, относительная высота, регистрируемая системой TCAS II, может быть меньше порогового значения высоты для ТА (т.е. 850 футов). Соответственно, проверка высоты дает положительный результат, и вырабатывается ТА.

Указанный тип сближения может иметь место между воздушными судами, утвержденными к полетам с RVSM, т.е. при максимальной амплитуде колебаний 65 футов. Действительно, значение высоты воздушного судна-нарушителя, воспринимаемое системой TCAS II, может незначительно отличаться от фактической из-за квантования передаваемых данных о высоте, особенно в случае 100-футового интервала квантования этих данных.

Например, два воздушных судна, чьи траектории колеблются с амплитудой 60 футов относительно разрешенных эшелонов полета, могут вызвать срабатывание ТА при 100-футовом интервале квантования передаваемых данных о высоте. Фактически, при полете воздушного судна по траектории, колеблющейся относительно высоты 34 000 футов, значение этого параметра может быть зарегистрировано устройством TCAS II другого воздушного судна равным 33 900 футов, как только его высота окажется меньше 33 950 футов. Затем, если в это же

время высота полета другого воздушного судна превысит отметку 33050 футов, то относительная высота, регистрируемая системой TCAS II, будет меньше порогового значения (850 футов). Поэтому проверка высоты дает положительный результат и срабатывает ТА.

Минимальная относительная высота, видимая системой TCAS II, будет составлять не менее 835 футов, в то время как пороговое значение высоты для срабатывания RA равняется 700 футов. Поэтому никакой RA не будет выдано даже в случае двух одновременных противоположно направленных колебаний, равных максимальной величине, совместимой с утвержденным для RVSM значением (т.е. 65 футов), и при квантовании передаваемых данных о высоте с интервалом в 100 футов.

Если колебание траектории отмечается только у одного воздушного судна, никакой ТА или RA не вырабатывается, поскольку относительная высота, регистрируемая системой TCAS II, будет не менее 900 футов даже при интервале квантования передаваемых данных о высоте в 100 футов. Таким образом, результат проверки высоты будет отрицательным.

При 25-футовом интервале квантования передаваемых данных о высоте полета, что является наиболее часто встречающейся ситуацией, ТА не может быть выдана даже в условиях колебания траекторий двух воздушных судов с максимальной амплитудой, совместимой с величиной, утвержденной для воздушного пространства RVSM (т.е. 65 футов). Действительно, одно воздушное судно может оказаться на высоте 33 065 футов, а другое достичь отметки 33 935 футов. При 25-футовом интервале квантования передаваемых данных о высоте полета значение высоты, воспринимаемое системой TCAS II воздушного судна, находящимся на более низком эшелоне, составляет 33 925 футов. Поэтому минимальная относительная высота, регистрируемая системой TCAS II,

равна 860 фут. Таким образом, проверка высоты дает отрицательный результат.

В итоге можно сделать вывод о том, что при полете воздушных судов на соседних эшелонах в условиях колебания их траекторий выдача ТА является редким событием. Они могут вырабатываться в том случае,

когда ВС-нарушитель передает данные о своей высоте с интервалом квантования в 100 фут (небольшой процент парка воздушных судов) либо когда амплитуда одновременных противоположно направленных колебаний траекторий обоих воздушных судов составляет по крайней мере 51 фут.

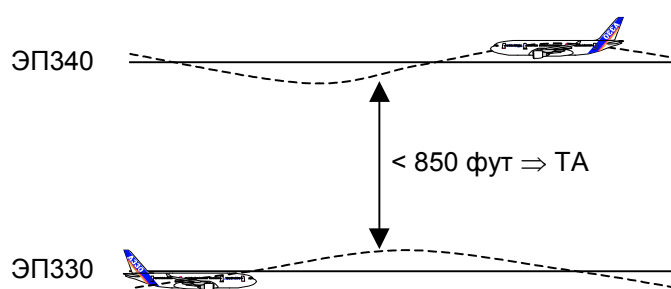


Рис. 8. Колебания траектории.

Различия по сравнению с воздушным пространством CVSM

В воздушном пространстве CVSM ни ТА ни RA не могут быть выданы: разница между интервалом вертикального эшелонирования в 2000 фут, применяемым в этом воздушном пространстве, и пороговым значением высоты (т.е. 850 фут для ТА) слишком велика для того, чтобы на нее могли повлиять колебания траекторий обоих воздушных судов, даже если их амплитуда соответствует максимальным разрешенным величинам.

Особенности модификации 6.04a TCAS II

Если воздушные суда выполняют горизонтальный полет на соседних эшелонах с интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут, то модификация 6.04a системы TCAS II вырабатывает ТА. Поэтому она также выдает ТА при колебаниях траекторий полета воздушных судов.

При использовании 100-футового интервала квантования передаваемых данных об абсолютной высоте минимальное значение относительной высоты, регистрируемое системой TCAS II,

не может быть меньше 835 фут, в то время как пороговая величина высоты для RA составляет 800 фут. Поэтому TCAS II модификации 6.04a не выдает какой-либо рекомендации RA в случае утвержденных к полетам с RVSM воздушных судов, выполняющих полет по траекториям с колебаниями относительно разрешенных эшелонов.

Действия пилотов и диспетчеров УВД

В случае выдачи ТА, независимо от того, находится ли ВС в воздушном пространстве RVSM или нет, пилотам не следует запрашивать информацию о воздушном движении, и они не должны выполнять маневры на основании только ТА. Основное предназначение ТА заключается в предупреждении летного экипажа о возможности появления рекомендации RA.

Пилоты не должны уведомлять диспетчеров о ТА (стандартной фразеологии уведомления о ТА не существует). Поэтому диспетчеры не имеют конкретной процедуры, подлежащей применению в подобных случаях.

5.3.3 Турбулентность

Описание

Такие случаи сближения связаны с воздушным судном, вошедшим в зону атмосферной турбулентности или турбулентности вихревого следа, которая вынуждает его очень резко отклониться с высокой мгновенной вертикальной скоростью и существенным ускорением в направлении другого воздушного судна, находящегося на соседнем эшелоне полета. Как следствие, имеет место высокая скорость схождения в вертикальной плоскости, и на борту обоих воздушных судов могут сработать «внезапные» рекомендации RA. На рис. 9 приводится пример типа сближения, когда находящееся на нижнем эшелоне полета воздушное судно испытывает турбулентность, которая вынуждает его резко набрать высоту в направлении другого воздушного судна.

Пояснения для модификации 7.0 TCAS II

Каждую секунду устройство TCAS II получает данные об абсолютной высоте полета собственного воздушного судна, на основе которых оно вычисляет вертикальную скорость. Если воздушное судно вошло в зону сильной турбулентности, которая вынуждает его очень резко отклониться в направлении другого воздушного судна, то значение высоты меняется с существенным ускорением. Поэтому результатом расчетов системы TCAS II будет высокая вертикальная скорость. Таким образом, когда система производит проверку высоты при такой высокой вертикальной скорости, время полета до момента достижения эшелона другого воздушного судна оказывается меньше порогового значения времени. В этом случае проверка высоты дает положительный результат и вырабатывается консультативная информация или рекомендация.

В зависимости от ускорения, регистрируемого в период меняющейся абсолютной высоты, время полета до момента достижения эшелона другого воздушного судна может резко снизиться до величины меньше порогового значения времени как для ТА, так и для RA. В этом случае срабатывает «внезапная» рекомендация RA (т.е. без предварительной ТА). Если указанное

время меньше лишь порогового значения времени для ТА, то выдается ТА.

Поведение устройства TCAS II другого воздушного судна, находящегося в горизонтальном полете, является аналогичным. Указанное устройство получает данные об абсолютной высоте ВС-нарушителя ежесекундно. Когда оно регистрирует резкое изменение высоты, то результатом его вычислений является высокая вертикальная скорость ВС-нарушителя. В связи с указанной высокой скоростью схождения в вертикальной плоскости проверка высоты может дать положительный результат, и в этом случае вырабатывается консультативная информация или рекомендация. В зависимости от силы турбулентности может сработать либо ТА либо «внезапная» RA.

Например, воздушное судно, выполняющее горизонтальный полет на ЭП330, входит в зону сильной турбулентности. Неожиданно, значение высоты его полета меняется в такой степени, что его устройство TCAS II выдает расчетную величину скорости набора высоты, равную 2200 фут/мин. Если на ЭП340 находится другое воздушное судно, время достижения этой высоты при данной расчетной вертикальной скорости составляет 27 с. Эта величина меньше порогового значения времени для ТА (т.е. 48 с) и для RA (т.е. 35 с). Поэтому будет выдана «внезапная» рекомендация RA (либо рекомендация «скорректировать вертикальную скорость» либо рекомендация «снижаться»). Если предположить, что у другого воздушного судна картина абсолютно симметричная (это лишь приближенная ситуация, поскольку применяется квантование передаваемых данных об абсолютной высоте), время его полета до момента достижения эшелона другого ВС также меньше порогового значения для ТА (т.е. 48 с). Однако оно выше чем для RA (т.е. 25 с) в связи с сокращенным пороговым временем, применяемым к воздушным судам, находящимся в горизонтальном полете (см. п. 3.1.2). Поэтому в случае данного воздушного судна, выполняющего

горизонтальный полет, будет выдана только ТА.

В итоге можно сделать вывод о том, что турбулентность может послужить причиной выдачи ТА или «всплывающей» RA при выполнении воздушными судами полета на

соседних эшелонах. Тем не менее такие ситуации являются редкими. Они чаще случаются в процессе медленного обгона, как это имеет место в воздушном пространстве Северной Атлантики, а не при пересечении эшелона полета.

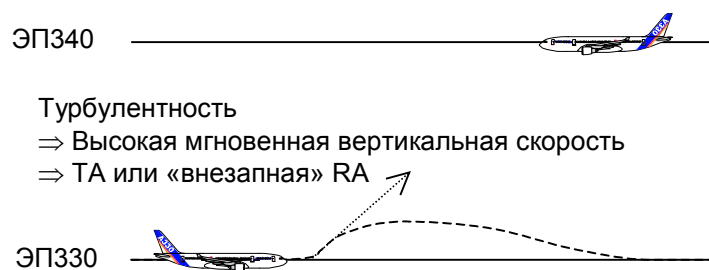


Рис. 9. Турбулентность.

Различия по сравнению с воздушным пространством CVSM

В воздушном пространстве CVSM интервал вертикального эшелонирования в 2000 фут предотвращает большинство ТА и RA, которые должны были срабатывать из-за турбулентности, за исключением случая очень быстрых и продолжительных изменений высоты. Для того, чтобы была выдана RA, вычисляемая вертикальная скорость должна быть вдвое выше, чем в условиях RVSM (т.е. около 4000 фут/мин).

Особенности модификации 6.04a TCAS II

Если воздушные суда выполняют горизонтальный полет на соседних эшелонах с интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут, то модификация 6.04a системы TCAS II вырабатывает ТА. Поэтому она также выдает ТА, когда воздушные суда испытывают турбулентность.

Поскольку пороговое значение времени для воздушных судов, выполняющих горизонтальный полет, выше (т.е. 30 с), то модификация 6.04a системы TCAS II выдает большее количество «внезапных» RA по сравнению с модификацией 7.0.

Поведение пилотов и диспетчеров УВД

При выдаче рекомендаций RA, включая «внезапные» RA, пилоты следуют инструкциям по производству полетов, действующим в их авиакомпаниях, которые обычно рекомендуют выполнять все RA.

Выполнение маневра с боковым смещением траектории в связи с рекомендацией TCAS II (например, «внезапной» RA) не является утвержденной процедурой.

В случае выдачи ТА, независимо от того, находится ли ВС в воздушном пространстве RVSM или нет, пилотам не следует запрашивать информацию о воздушном движении, и они не должны выполнять маневры на основании только ТА. Основное предназначение ТА заключается в предупреждении летного экипажа о возможности появления рекомендации 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.

5.3.4 Выход в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС

Описание

В таких случаях сближения участвует по крайней мере одно воздушное судно, выходящее в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого воздушного судна. Если при приближении к разрешенному эшелону полета вертикальная скорость маневрирующего воздушного судна является высокой, то результаты расчетов системы TCAS II будут указывать на то, что оба воздушных судна вскоре окажутся на одной и той же высоте. Поэтому система выдает консультативную информацию (ТА) или рекомендацию по разрешению угрозы столкновения (РА). На рис. 10 приводится пример данного типа сближения, когда воздушное судно, выполняющее снижение, выходит в горизонтальный полет на расстоянии 1000 фут над воздушным судном, находящимся в горизонтальном полете.

Пояснения для модификации 7.0 TCAS II

В процессе сближения воздушных судов при выходе в горизонтальный полет проверка высоты основана на вычислении времени полета до момента достижения высоты другого воздушного судна (т.е. 48 с для ТА; 35 с для РА в случае маневрирующих ВС, и 25 с для РА в случае ВС, находящихся в горизонтальном полете).

TCAS II является независимой системой, которая не имеет информации о предполагаемых маневрах ни собственного воздушного судна, ни воздушного судна-нарушителя. Она исходит из того, что текущие профили полета будут сохраняться. Поскольку современные воздушные суда выполняют полет с высокой вертикальной скоростью даже при приближении к разрешенному эшелону, система TCAS II обнаруживает конфигурацию, характеризующуюся высокой вертикальной скоростью сближения, и прогнозирует, что через короткий промежуток времени оба воздушных судна окажутся на одинаковой высоте. Поэтому в зависимости от прогнозируемой

величины этого времени она выдает либо ТА либо РА.

На рис. 10 приведен пример, когда воздушное судно, выполняющее маневр со скоростью снижения 2400 фут/мин, выходит в горизонтальный полет на высоте 1000 фут над другим воздушным судном, находящимся в горизонтальном полете.

Пороговое значение времени для выдачи ТА у обоих воздушных судов составляет 48 с, что соответствует расстоянию в 1920 фут при относительной вертикальной скорости 2400 фут/мин. Поэтому, когда снижающееся воздушное судно пересекает ЭП349, обоим воздушным судам выдается ТА.

Пороговое значение времени для выдачи РА снижающемуся воздушному судну составляет 35 с, что соответствует расстоянию в 1400 фут при относительной вертикальной скорости 2400 фут/мин. Поэтому, когда снижающееся воздушное судно находится в 400 фут от разрешенного эшелона (т.е. ЭП344), выдается РА.

Пороговое значение времени для выдачи РА воздушному судну, выполняющему горизонтальный полет, составляет 25 с, что соответствует расстоянию в 1000 фут при относительной вертикальной скорости 2400 фут/мин. Поэтому воздушному судну, находящемуся в горизонтальном полете, не выдается рекомендация РА, если снижающееся воздушное судно выходит в горизонтальный полет надлежащим образом.

Модификация 7.0 TCAS II обеспечивает максимальное избежание РА, предусматривающих изменение вертикальной траектории (например, рекомендация РА «набрать высоту» для снижающегося воздушного судна). Она вырабатывает совместимые с диспетчерским разрешением рекомендации РА, требующие уменьшения вертикальной скорости (т.е. «скорректировать вертикальную скорость»).

В итоге можно сделать вывод о том, что в случае высокой вертикальной скорости при выходе в горизонтальный полет на расстоянии 1000 фут от другого ВС могут сработать рекомендации RA. Указанные RA могут рассматриваться диспетчерами и пилотами как нежелательные. Тем не менее, если маневрирующее воздушное судно не осуществляет выход в горизонтальный полет должным образом, выдаваемые RA окажутся необходимыми.

Более того, снижение вертикальной скорости маневрирующего воздушного судна (например, 1000 фут/мин при подлете на

1000 фут к разрешенному эшелону) должно предотвратить выдачу RA и свести к минимуму количество ТА, поскольку проверка высоты дает отрицательный результат.

Примечание. Если оба воздушных судна выполняют маневры с выходом в горизонтальный полет, когда они будут находиться на расстоянии 1000 фут друг от друга по вертикали, относительная вертикальная скорость будет выше. Поэтому вероятность выдачи рекомендаций RA более высокая.

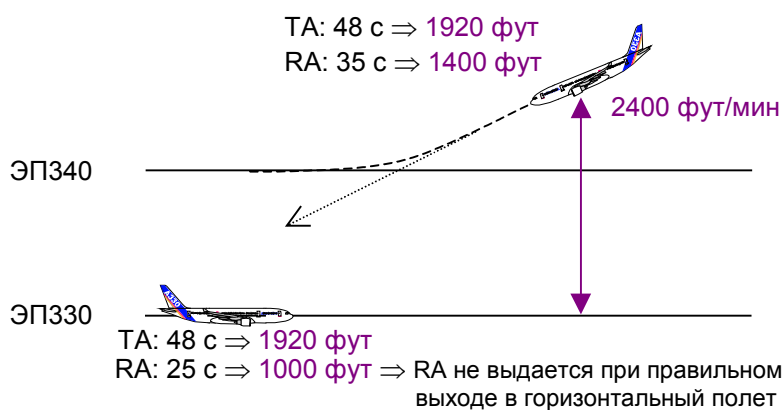


Рис. 10. Выход в горизонтальный полет на расстоянии 1000 фут от другого ВС.

Различия по сравнению с воздушным пространством CVSM

В воздушном пространстве CVSM интервал вертикального эшелонирования в 2000 фут, предотвращает большинство RA, которые должны были срабатывать из-за маневра с выходом в горизонтальный полет на соседнем эшелоне. RA могут выдаваться только в случае очень высокой вертикальной скорости воздушного судна (около 4000 фут/мин), которая обычно достигается на этих высотах только при снижении.

По этой же причине количество ТА, срабатываемых в данной конфигурации, также меньше соответствующего показателя в воздушном пространстве CVSM.

Особенности модификации 6.04a TCAS II

Ожидается, что модификация 6.04a системы TCAS II будет вырабатывать большее количество RA по сравнению с модификацией 7.0 TCAS II, так как в последнюю модификацию внесено много усовершенствований: сниженный порог времени для воздушных судов, выполняющих горизонтальный полет; прибор слежения в вертикальной плоскости с масштабом 25 фут; устройство MDF.

В примере, показанном на рис. 10, воздушное судно, выполняющее горизонтальный полет, также должно получить рекомендацию RA, если оно оснащено системой TCAS II модификации 6.04a: 30 с соответствуют расстоянию 1200 фут при относительной вертикальной скорости 2400 фут/мин.

Кроме того, выдаваемые RA могут чаще требовать от воздушного судна изменения его вертикальной траектории (например, «набрать высоту» вместо «скорректировать вертикальную скорость»).

Действия пилотов и диспетчеров УВД

В целях сведения к минимуму числа ТА и RA, выдаваемых в процессе сближения при выходе ВС в горизонтальный полет на

высоте 1000 фут от другого ВС, рекомендуется, чтобы в тех случаях, когда:

- воздушное судно набирает высоту или снижается,
- воздушное судно достигает высоты 1000 фут ниже или выше разрешенного эшелона полета,
- летный экипаж осведомлен о наличии воздушного судна в непосредственной близости на высоте, соседней с разрешенным эшелонном полета,
- такой маневр возможен и необходим,

пилот выполнял набор высоты или снижение со скоростью менее 1000 фут/мин до тех пор, пока не достигнет разрешенного эшелона полета.

В случае такого снижения вертикальной скорости перед выходом в горизонтальный полет никаких ТА или RA не будет выдаваться в результате сближений, при которых только одно воздушное судно выполняет маневр с выходом в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС, и если такие маневры выполняют оба воздушных судна, то могут быть выданы лишь ТА.

Например, уменьшение вертикальной скорости может быть осуществлено на основе информации о воздушном движении, предоставленной диспетчером.

При выдаче RA, пилоты следуют инструкциям по производству полетов, действующим в их авиакомпаниях, которые обычно рекомендуют выполнять все RA независимо от того, была ли предоставлена информация о воздушном движении и осуществлено ли визуальное обнаружение ВС-нарушителя.

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.

5.3.5 Особый случай, характеризующийся малыми скоростями сближения

Описание

Участниками таких случаев сближения являются воздушные суда, находящиеся в горизонтальном полете на соседних эшелонах и следующие по одному и тому же маршруту с близкой путевой скоростью. Идущее сзади воздушное судно обгоняет ведущее воздушное судно с малой скоростью сближения. Данный тип сближения сам по себе не вызывает срабатывания ТА или РА, но когда они выдаются в результате возникновения критических конфигураций (т.е. смещения в вертикальной плоскости, колебания траекторий, турбулентность и выход в горизонтальный полет на высоте 1000 футов от другого ВС), он может сделать их гораздо более продолжительными. Указанный тип сближения приведен на рис. 11, где оба воздушных судна имеют смещенную траекторию и одно воздушное судно обгоняет другое со скоростью сближения 30 узлов.

Пояснения для модификации 7.0 TCAS II

Малая скорость сближения не вызывает срабатывания ТА или РА. Поэтому они должны быть обусловлены одной из критических конфигураций (т.е. смещениями в вертикальной плоскости, колебаниями траекторий, турбулентностью и выходом в горизонтальный полет на высоте 1000 футов от другого ВС). На рис. 11 показан пример, когда выдача ТА обусловлена двумя смещениями в вертикальной плоскости (см. п. 5.3.1).

В целом, когда проверка дальности дает положительный результат на основе времени полета до точки СРА, продолжительность ТА или РА примерно равняется величине порогового значения (т.е. 48 с для ТА).

В случае сближения с малой скоростью проверка дальности дает положительный результат на основе значения защитной дистанции (т.е. 1,3 м. мили для ТА), поскольку величина времени полета до точки СРА очень высока даже при небольшой

дальности. Выдаваемая ТА будет длиться примерно в течение всего времени, пока воздушное судно остается в пределах защитной дистанции. Поскольку оба воздушных судна имеют близкую путевую скорость, они могут оставаться в пределах защитной дистанции несколько минут. Поэтому продолжительность выдаваемой ТА может составлять несколько минут.

В целях сокращения продолжительности ТА в системе имеется специальный алгоритм, прекращающий действие ТА, когда воздушные суда следуют по расходящимся траекториям и даже если они по-прежнему слегка нарушают защитную дистанцию. Как следствие, значение дальности при прекращении действия ТА меньше величины защитной дистанции (т.е. примерно 1 м. мили для ТА). Однако в редких случаях указанный алгоритм может вызвать срабатывание повторных кратковременных ТА.

На примере, изображенном на рис. 11, оба воздушных судна имеют близкие путевые скорости (т.е. 450 и 480 уз). ТА срабатывает в тот момент, когда воздушное судно с наибольшей скоростью находится на расстоянии 1,3 м. мили позади воздушного судна с наименьшей скоростью. ТА прекращается, когда воздушные суда начинают расходиться, а дальность становится несколько меньше 1,3 м. мили. При относительной путевой скорости 30 уз продолжительность данной ТА должна составить около 5 минут.

Рекомендация РА, выдаваемая в период малой скорости сближения, также может длиться несколько минут. Если пилот реагирует надлежащим образом на рекомендации РА «набрать высоту» или «снижаться», модификация 7.0 TCAS II быстро смягчит эти РА до рекомендаций «скорректировать вертикальную скорость» (т.е. пилоты должны выйти в горизонтальный полет), с тем чтобы ограничить отклонение в вертикальной плоскости.

В итоге можно сделать вывод о том, что при малой скорости сближения могут выдаваться ТА или RA большой продолжительности, если ситуация соответствует одной из критических конфигураций (т.е. смещения в вертикальной плоскости, колебания траекторий, турбулентность и выход в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС). Тем не менее, как ожида-

ется, такие ТА и RA будут редким явлением, поскольку они составляют малую долю от всех ТА и RA, выдаваемых в воздушном пространстве RVSM. Действительно, по сравнению с воздушным пространством Северной Атлантики структура маршрутов в Европе редко допускает подобные типы сближения.

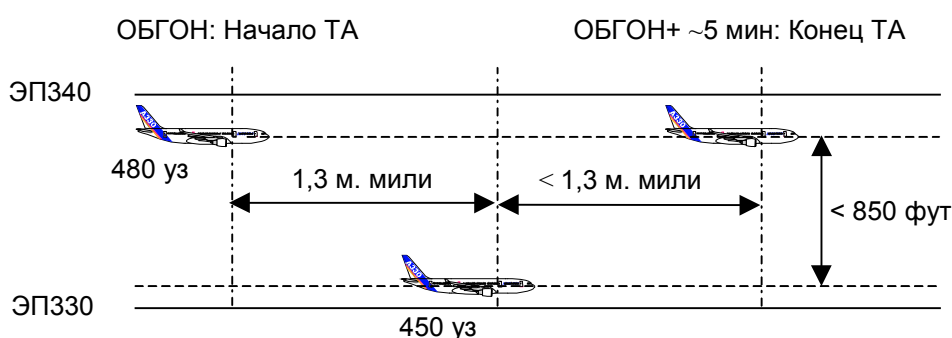


Рис. 11. Малая скорость сближения и смещение траекторий в вертикальной плоскости.

Различия по сравнению с воздушным пространством CVSM

В связи с интервалом вертикального эшелонирования в 2000 футов, применяемом в условиях CVSM, TA и RA в этом воздушном пространстве выдаются гораздо реже. Поэтому последствия случаев сближения ВС с малой скоростью еще менее заметны, чем в воздушном пространстве RVSM.

Особенности модификации 6.04a TCAS II

При использовании модификации 6.04a TCAS II случаи сближения с малой скоростью имеют более существенные последствия, поскольку эта система выдает большее количество ТА, особенно при выполнении воздушными судами горизонтального полета на соседних эшелонах с интервалом вертикального эшелонирования 1000 футов.

Кроме того, если в условиях сближения с малой скоростью система TCAS II модификации 6.04a выдает рекомендацию RA «снижаться» или «набрать высоту», то она не может смягчить эту RA, что приведет к большему отклонению траектории в вертикальной плоскости, чем в случае модификации 7.0 TCAS II.

Действия пилотов и диспетчеров УВД

При выдаче рекомендации RA пилоты следуют инструкциям по производству полетов, действующим в их авиакомпаниях, которые обычно рекомендуют выполнять все RA.

В случае выдачи ТА, независимо от того, находится ли ВС в воздушном пространстве RVSM или нет, пилотам не следует запрашивать информацию о воздушном движении, и они не должны выполнять маневры на основании только ТА. Основное предназначение ТА заключается в предупреждении летного экипажа о возможности появления рекомендации RA.

Выполнение маневра с боковым смещением траектории для прекращения действия продолжительной ТА или RA, выданной системой TCAS II, не является утвержденной процедурой.

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.

6. Эксплуатационные последствия

6.1 Диспетчеры УВД

6.1.1 Количество ТА и RA, выдаваемых системой TCAS II

При оснащении всех воздушных судов модификацией 7.0 TCAS II данная система не будет выдавать ТА или RA в случае выполнения воздушными судами горизонтального полета на соседних эшелонах с интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут, который принят в воздушном пространстве RVSM.

Тем не менее, предполагается, что при введении RVSM количество ТА и RA, выдаваемых на эшелонах выше ЭП290, возрастет. В случае утвержденных к полетам с RVSM воздушных судов ТА могут выдаваться в результате погрешностей в выдерживании высоты. Кроме того, некоторые ТА и RA могут срабатывать в случае сближений при выходе в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС, а также по причине турбулентности.

Однако указанное увеличение количества ТА и RA на эшелонах выше ЭП290 не должно оказать отрицательного воздействия на полеты с RVSM, так как ожидаемая частота выдачи ТА и RA в воздушном пространстве RVSM должна быть меньше соответствующего показателя, отмечаемого в настоящее время в диапазоне высот ЭП250-ЭП290. Такое утверждение будет тем более верным, если летные экипажи будут надлежащим образом применять эксплуатационные процедуры, предусматриваемые ТА и RA.

Фактически, с введением RVSM воздушное пространство становится однородным вплоть до ЭП420, поскольку в нем применяется один и тот же интервал вертикального эшелонирования. Поэтому на высотах ниже ЭП420 рабочие характеристики системы TCAS II также являются однородными, в то время как в воздушном пространстве CVSM из-за интервала вертикального эшелонирования 2000 фут эта система имела свои специфические особенности.

6.1.2 Выдача ТА

Ожидаемое увеличение количества ТА в условиях RVSM не должно иметь каких-либо последствий для диспетчеров УВД, поскольку пилоты не должны уведомлять диспетчеров о ТА. По этой причине никакой стандартной фразеологии для уведомления о ТА не существует, и диспетчеры не имеют конкретной процедуры, подлежащей применению в подобных случаях.

Тем не менее, при срабатывании ТА некоторые пилоты имеют тенденцию запрашивать информацию о воздушном движении. Поскольку с введением RVSM ожидается рост количества ТА, выдаваемых на эшелонах выше ЭП290, предполагаемое число запросов пилотами информации о воздушном движении также увеличится. Данная проблема особенно затрагивает воздушные суда, оснащенные модификацией 6.04a TCAS II, так как указанная модификация вырабатывает гораздо большее количество ТА по сравнению с модификацией 7.0 TCAS II.

6.1.3 Выдача RA

Поскольку с введением RVSM ожидается небольшой рост количества RA, выдаваемых на эшелонах выше ЭП290, предполагаемое число ответных действий пилотов по выполнению рекомендаций RA также возрастет. Однако указанные ответные действия не означают, что соответствующие воздушные суда будут отклоняться от параметров, указанных в их диспетчерских разрешениях. Система TCAS II модификации 7.0 выдает RA, которые, насколько это возможно, избегают каких-либо изменений траектории в вертикальной плоскости и таким образом совместимы с диспетчерским разрешением. Кроме того, следует отметить, что предполагаемое количество RA, выдаваемых на эшелонах выше ЭП290, будет меньше, чем в диапазоне высот ЭП250-ЭП290.

В связи с тем, что в воздушном пространстве RVSM почти все воздушные суда должны быть оснащены системой TCAS II,

выдаваемые RA координируются. Поэтому в случае рекомендаций RA, требующих отклонения траекторий от параметров диспетчерского разрешения, фактическое отклонение траектории каждого воздушного судна будет ограниченным, если оба пилота будут должным образом следовать рекомендациям RA. Между модификацией 7.0 TCAS II и модификацией 6.04a TCAS II в условиях смешанного оснащения ВС существует полное эксплуатационное взаимодействие. Вопросы координации между устройствами TCAS II, независимо от их модификаций, в процессе выдачи ими рекомендаций RA определены в SARPS ИКАО для системы БСПС II.

Если ответные действия пилота по выполнению выданной рекомендации RA оказываются избыточными, любое чрезмерное отклонение, являющееся результатом таких ответных действий, может привести к более существенному нарушению воздушного движения, чем в воздушном пространстве CVSM, из-за сокращенного интервала вертикального эшелонирования между эшелонами полета. Тем не менее, случаи вынужденного сближения с третьим воздушным судном считаются маловероятными, как это имеет место в настоящее время на более низких высотах. Если произойдет сближение трех воздушных судов, то в системе TCAS II имеется логическая программа для случая с несколькими угрозами, которая вырабатывает рекомендации RA для нескольких воздушных судов, одновременно создающих угрозу столкновения.

«В том случае, если пилот сообщает о выполнении маневра в соответствии с рекомендацией БСПС по разрешению угрозы столкновения, диспетчер не предпринимает попытку изменить траекторию полета воздушного судна до тех пор, пока пилот не сообщит о восстановлении условий, заданных в последнем диспетчерском указании или разрешении, но, при необходимости, предоставляет информацию о воздушном движении. [PANS-RAC] Тем не менее, при предоставлении информации о воздушном движении диспетчеры должны иметь в виду, что с учетом определенной частоты обновления информации на индикаторах радиолокационных

данных диспетчеров их восприятие ситуации сближения ВС в вертикальной плоскости является менее точным, чем оценка системой TCAS II.

В процессе отклонения воздушного судна от разрешенной траектории в связи с выполнением рекомендации RA, диспетчер не несет ответственности за обеспечение эшелонирования между данным воздушным судном и другими ВС.

В период существования конфигураций воздушного движения, которые могут привести к выработке RA (например, сближение при выходе в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС), диспетчеры могут предоставлять информацию о воздушном движении, когда таковая представляется полезной. Указанная информация не препятствует выполнению пилотами рекомендации RA, если она будет выдана. Тем не менее, для предотвращения возможного срабатывания RA в случае выхода в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС пилоты могут при приближении к разрешенному эшелону полета снизить вертикальную скорость (т.е. до 1000 фут/мин за 1000 фут от разрешенного эшелона).

6.2 Пилоты

6.2.1 Количество ТА и RA, выдаваемых системой TCAS II

В воздушном пространстве RVSM система TCAS II модификации 7.0 не выдает ТА или RA в случае воздушных судов, выполняющих горизонтальный полет на соседних эшелонах с интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут.

Тем не менее, ожидается, что с введением RVSM количество ТА и RA, выдаваемых на эшелонах выше ЭП290, незначительно возрастет. В случае воздушных судов, утвержденных к полетам с RVSM, при выходе в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС, а также в условиях турбулентности могут срабатывать отдельные RA. Кроме того, в результате погрешностей в выдерживании высоты могут выдаваться ТА. Результаты предварительных исследований показали,

что при применении модификации 7.0 TCAS II можно ожидать выдачи 47 ТА и 3 RA на каждые 1000 часов полета. Эти соотношения ниже соответствующих показателей для диапазона высот ЭП250-ЭП290.

Однако пилотам воздушных судов, оснащенных модификацией 6.04a TCAS II, следует иметь в виду, что им будет выдаваться большее количество ТА, срабатываемых в основном из-за воздушных судов, выполняющих горизонтальный полет с интервалом вертикального эшелонирования 1000 фут (примерно 1 ТА на час полета). Кроме того, ожидаемое число RA вдвое выше, чем в случае модификации 7.0 TCAS II. Тем не менее, представляется важным, чтобы пилоты следовали всем рекомендациям RA, выдаваемым модификацией 6.04a TCAS II, даже если их количество больше, чем в случае модификации 7.0 TCAS II.

Пилоты должны иметь информацию о том, какую модификацию TCAS II они применяют, и должны быть подготовлены для работы с данной модификацией. Таким образом, пилоты будут осведомлены о возможных действиях системы TCAS II в воздушном пространстве RVSM.

6.2.2 Ожидаемые действия

Внедрение RVSM не меняет действий пилотов, которые ожидаются от них в настоящее время при выдаче ТА или RA в воздушном пространстве, где не применяются минимумы RVSM. Действия пилотов остаются неизменными, независимо от модификации системы TCAS II и типа воздушного пространства.

При выдаче ТА пилоты не должны запрашивать информацию о воздушном движении. Кроме того, они не должны выполнять маневры на основе только ТА [PANS-OPS]. Такое правило применимо к любому воздушному пространству, т.е. в том числе к воздушному пространству RVSM.

Основное предназначение ТА заключается в предупреждении летного экипажа о возможности появления рекомендации RA.

Обязанности между пилотом, управляющим воздушным судном, и пилотом, не управляющим воздушным судном, распределяются следующим образом [TGL11]:

- пилот, управляющий воздушным судном, должен продолжать управлять полетом самолета и быть готовым предпринять надлежащие действия в соответствии с любой рекомендацией RA, которая может последовать;
- пилот, не управляющий воздушным судном, должен предоставлять обновленные данные о местоположении воздушных судов, отображаемых на индикаторе TCAS II, и использовать эту информацию в качестве вспомогательного средства для визуального обнаружения ВС-нарушителя.

При выдаче RA пилоты следуют инструкциям по производству полетов своих авиакомпаний, которые обычно рекомендуют выполнять все RA, независимо от того, была ли предоставлена информация о воздушном движении и было ли осуществлено визуальное обнаружение ВС-нарушителя. В случае «внезапной» RA пилотам придется предпринимать меры в отсутствие предварительной информации ТА, предшествующей выдаче RA.

В период действия RA обязанности между пилотом, управляющим воздушным судном, и пилотом, не управляющим воздушным судном, распределяются следующим образом [TGL11]:

- пилот, управляющий воздушным судном, должен, в случае необходимости, предпринимать действия по управлению ВС, согласующиеся с рекомендацией RA;
- пилот, не управляющий воздушным судном предоставляет обновленные данные о местоположении воздушных судов, проверяет отображаемую на индикаторе информацию о воздушной обстановке и следит за действиями, предпринимаемыми в соответствии с RA.

Ни при каких обстоятельствах пилоты не должны выполнять маневры в направлении, противоположном указанному в RA. Если ВС-нарушитель также оснащено системой

TCAS II (т.е. стандартный случай в европейском пространстве RVSM), маневр в противоположном направлении представляет опасность, поскольку обе рекомендации RA согласовываются в целях выбора направлений маневров уклонения, дополняющих друг друга.

Как только позволяют время и рабочая нагрузка, пилоты уведомляют диспетчеров о маневрах, выполняемых в соответствии с RA, используя для этой цели стандартную фразеологию.

Изменение траектории полета ограничивается до минимума, необходимого для выполнения рекомендаций RA [PANS-OPS].

Пилоты, которые изменяют параметры полета, указанные в диспетчерском разрешении, по получении рекомендации RA, быстро восстанавливают условия, заданные в предыдущем диспетчерском указании или разрешении, как только устраняется конфликтная ситуация, и при первой возможности уведомляют об этом соответствующий орган УВД. [PANS-OPS]. Поскольку диспетчер не несет ответственности за обеспечение эшелонирования воздушного судна, которое отклоняется от разрешенной траектории в связи с выполнением рекомендации RA, важно, чтобы по завершении выполнения RA пилоты восстанавливали параметры полета, указанные в предыдущем диспетчерском разрешении.

Выполнение маневра с боковым смещением траектории для прекращения действия продолжительной ТА или RA, выданной

системой TCAS II, не является утвержденной процедурой.

6.2.3 Рекомендация для случаев сближения при выходе в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС

В целях сведения к минимуму числа ТА и RA, выдаваемых в процессе сближения при выходе ВС в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС, рекомендуется, чтобы в тех случаях, когда:

- воздушное судно набирает высоту или снижается,
- воздушное судно достигает высоты 1000 фут ниже или выше разрешенного эшелона полета,
- летный экипаж осведомлен о наличии воздушного судна в непосредственной близости на высоте, соседней с разрешенным эшелонном полета,
- такой маневр возможен и необходим,

пилот выполнял набор высоты или снижение со скоростью менее 1000 фут/мин до тех пор, пока не достигнет разрешенного эшелона полета.

В случае такого снижения вертикальной скорости перед выходом в горизонтальный полет никаких ТА или RA не будет выдаваться в результате сближений, при которых только одно воздушное судно выполняет маневр с выходом в горизонтальный полет на высоте 1000 фут от другого ВС, а если маневрируют оба воздушных судна, то могут выдаваться лишь ТА.

7. Выводы

TCAS II представляет собой последнее средство обеспечения безопасности, предназначенное для предотвращения столкновения ВС в воздухе. Технические характеристики данной системы существенно повышают безопасность полета как в воздушном пространстве RVSM, так и в любом другом воздушном пространстве. Однако пилотам и диспетчерам УВД следует иметь в виду, что TCAS II не является совершенной системой. TCAS II не способна исключить все риски столкновения и может косвенно привести к возникновению дополнительного риска. Поэтому представляется важным, чтобы процедуры УВД могли обеспечивать безопасность полета без расчета на применение TCAS II.

TCAS II модификации 7.0 совместима с условиями RVSM, даже если при этом ожидается, что введение RVSM приведет к небольшому увеличению числа TA и RA, выдаваемых на эшелонах выше ЭП290, по сравнению с полетами в воздушном пространстве CVSM. Тем не менее ожидаемая частота выдачи TA и RA в воздушном пространстве RVSM ниже соответствующего показателя, отмечаемого в настоящее время в диапазоне высот ЭП250-ЭП290.

TCAS II модификации 6.04a не совместима с условиями RVSM по эксплуатационным причинам, в основном из-за очень высокой частоты выдачи TA. Тем не менее,

как ожидается, смешанное оснащение воздушных судов с небольшой процентной долей модификации 6.04a TCAS II не окажет существенного влияния на работу диспетчеров УВД.

Введение RVSM не меняет действий пилотов и диспетчеров, которые от них ожидают при выдаче TA и RA в воздушном пространстве, где минимумы RVSM не применяются. Для реализации всех преимуществ в области безопасности, обеспечиваемых системой TCAS II, пилоты должны следовать инструкциям по производству полетов своих авиакомпаний, которые обычно рекомендуют выполнять все RA. Кроме того, ни при каких обстоятельствах они не должны выполнять маневры в направлении, противоположном указанному в выданной им рекомендации RA, поскольку она согласовывается с устройством TCAS II другого воздушного судна.

Возросший уровень точности навигации в горизонтальной плоскости в сочетании с возросшим уровнем точности навигации в вертикальной плоскости могут привести в случае ошибок, независимо от типа воздушного пространства, к более высокой степени риска столкновения. **Такая ситуация еще более подчеркивает эффективность системы TCAS II как последнего средства обеспечения безопасности.**

8. Справочные материалы

- [БСПС]: «Брошюра по БСПС» – ACASA/WP6.1/015 – Издание 2.0 – Май 2000 г.
- [ACASA]: “Final report on ACAS/RVSM interaction” – ACASA/WP-3.6/185D – модификации 1.0, released issue – Christian Aveneau and Béatrice Bonnemaïson
- [NAT]: “RVSM and Use of TCAS” – SICASP/WG2/IP2/522 – Frankfurt, October 1995 – Francis Casaux and Eric Vallauri
- [PANS-OPS]: «Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов.» – PANS-OPS Doc. 8168
- [PANS-RAC]: «Правила аэронавигационного обслуживания. Правила полетов и обслуживание воздушного движения». – PANS-RAC Doc. 4444
- [RVSM]: “Guidance Material for Adaptation of the Airspace for EUR RVSM Implementation” – Document ref.: RVSM/A730 – 12/10/2000 – European Reduced Vertical Separation Minimum Programme – Eurocontrol
- [TCAS7]: “ Preview of TCAS II модификации 7.0” – Air Traffic Control Quarterly, vol. 6(4) 231-247 (1998) – 1998 – W. Dwight Love
- [TGL6]: “Guidance material on the approval of aircraft and operators for flight in airspace above flight level 290 where a 300 m (1000 ft) vertical separation minimum is applied” – JAA – 01/07/98
- [TGL11]: “Guidance for operators on training programmes for the use of Airborne Collision Avoidance Systems (БСПС)” – JAA – 01/06/98

9. Сокращения

БСПС	Бортовая система предупреждения столкновений
ACASA	Анализ БСПС
УВД	Управление воздушным движением
CPA	Точка наибольшего сближения
CVSM	Обычный минимум вертикального эшелонирования
ЕКГА	Европейская конференция гражданской авиации
EUR	Европа
ФАУ	Федеральное авиационное управление
ЭП	Эшелон полета
фут/мин	футов в минуту
фут	футы
ИКАО	Международная организация гражданской авиации
уз	узлы
MDF	Фильтрация по критерию дистанции пролета
NAT	Северная Атлантика
м.миля	Морская миля
RA	Рекомендация по разрешению угрозы столкновения
RTCA	Радиотехническая авиационная комиссия
RVSM	Сокращенный минимум вертикального эшелонирования
SARPS	Стандарты и Рекомендуемая практика
ТА	Консультативная информация о воздушном движении
TCAS	Система выдачи информации о воздушном движении и предупреждения столкновений

10. Библиография

Приложение 2 ИКАО – «Правила полетов».

Приложение 6 ИКАО – части I, II и III.

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

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

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

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

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