ИКАО

Cir 341-AN/184

Инструктивные указания по внедрению минимумов бокового эшелонирования

Утверждено Генеральным секретарем и опубликовано с его санкции

Международная организация гражданской авиации

ИКАО

Cir 341-AN/184

Инструктивные указания по внедрению минимумов бокового эшелонирования

Утверждено Генеральным секретарем и опубликовано с его санкции

Международная организация гражданской авиации

Опубликовано отдельными изданиями на русском, английском,
арабском, испанском, китайском и французском языках
МЕЖДУНАРОДНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ.
999 Robert-Bourassa Boulevard, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

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

Cir 341. ***Инструктивные указания по внедрению минимумов бокового эшелонирования***
Номер заказа: CIR 341
ISBN 978-92-9249-858-0

© ИКАО, 2015

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

Страница

Сокращения и акронимы ..... (*iv*)

Глава 1. Введение 1

1.1 Цель 1
1.2 Общие положения 2
1.3 Сфера применения 2

Глава 2. Минимумы бокового эшелонирования 3

Глава 3. Оценка безопасности полетов, выполненная SASP 6

3.1 Введение 6
3.2 Масштаб оценки безопасности полетов, выполненной SASP 6
3.3 Цели и разработка методики оценок безопасности полетов SASP 7
3.4 Оценка безопасности полетов для непересекающихся линий пути, разнесенных на 93км (50 м. миль), при использовании RNAV 10 (RNP 10), RNP 4 или RNP 2 8
3.5 Оценка безопасности полетов для непересекающихся линий пути, разнесенных на 42,6 км (23 м. миль), при использовании RNP 4 или RNP 2 17
3.6 Оценка безопасности полетов для непересекающихся линий пути, разнесенных на 27,8 км (15 м. миль), при использовании RNP 2 или систем GNSS, обеспечивающих выполнение полетов по ППП 27
3.7 Оценка безопасности полетов возд-ушного судна, располагающего возможностями RNP 2 или GNSS, при наборе высоты или снижении с пересечением эшелона полета другого такого воздушного судна 34
3.8 Оценка безопасности полетов для пересекающихся линий пути, разнесенных на 27,8 км (15 м. миль) – RNP 2/GNSS, 42,6 км (23 м. миль) – RNP 4 и 93 км (50 м. миль) – RNAV 10 (RNP 10) 41
3.9 Оценка факторов опасности 54
3.10 Выводы 54

Глава 4. Соображения, касающиеся внедрения 55

4.1 Введение 55
4.2 Соображения, касающиеся внедрения 55

Дополнение A. Журнал учета факторов опасности на этапе внедрения 58

СОКРАЩЕНИЯ

ВС	воздушное судно
ИКАО	Международная организация гражданской авиации
м	метр
м. миля	морская миля
ОВД	обслуживание воздушного движения
ОВЧ	очень высокая частота
ПАНО	поставщик аэронавигационного обслуживания
ППП	правила полетов по приборам
САИ	служба аэронавигационной информации
УВД	управление воздушным движением
ФАУ	Федеральное авиационное управление
ЭП	эшелон полета
AIC	циркуляр аэронавигационной информации
AIP	сборник аэронавигационной информации
AIRAC	регламентация и контролирование аэронавигационной информации
CDI	индикатор отклонения от курса
DCPC	прямая связь "диспетчер – пилот"
DDE	двойное двустороннее экспоненциальное распределение
DME	дальномерное оборудование
DR	счисление пути
FD	обнаружение отказов
FDE	обнаружение и устранение отказов
FMS	система управления полетом
FPL	представленный план полета
GLONASS	глобальная навигационная спутниковая система
GNSS	глобальная навигационная спутниковая система
GPS	глобальная система определения местоположения
HPL	уровень защиты в горизонтальной плоскости
INS	инерциальная навигационная система
NDB	ненаправленный радиомаяк
NDE	нормальное двойное экспоненциальное распределение
NOPAC	северная часть Тихого океана
PANS-ATM	Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения
RAIM	автономный контроль целостности в приемнике
PBN	навигация, основанная на характеристиках
RCP	требуемые характеристики связи
RGCSP	Группа экспертов по рассмотрению общей концепции эшелонирования
RLS	базовый уровень безопасности полетов
RNAV	зональная навигация
RNP	требуемые навигационные характеристики
RSP	требуемые характеристики наблюдения

SASP	Группа экспертов по эшелонированию и безопасности воздушного пространства
SBAS	спутниковая система функционального дополнения
TSO	технический стандарт
VOR	всенаправленный радиомаяк, работающий в диапазоне очень высоких частот
WGS-84	Всемирная геодезическая система – 1984
WP	рабочий документ

Глава 1

ВВЕДЕНИЕ

1.1 ЦЕЛЬ

1.1.1 В настоящем циркуляре содержатся инструктивные указания по внедрению минимумов бокового эшелонирования воздушных судов, утвержденных для выполнения полетов с использованием навигации, основанной на характеристиках (PBN), и/или глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS). Положения этого документа применяются к боковому эшелонированию воздушных судов, находящихся на пересекающихся и непересекающихся линиях пути. Этот материал дополняет положения пп. 5.4.1.2.1.6 и 5.4.1.2.1.7 (см. также главу 2 настоящего циркуляра) главы 5 документа *"Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения"* (PANS-ATM, Doc 4444).

1.1.2 Инструктивные указания относительно внедрения также содержатся в *Руководстве по навигации, основанной на характеристиках (PBN)* (Doc 9613). В нем определяется функциональная взаимосвязь между видами применения зональной навигации (RNAV) и требуемыми навигационными характеристиками (RNP), а также приводится описание преимуществ и ограничений, обусловленных выбором того или иного требования, предъявляемого к навигационной спецификации в рамках концепции воздушного пространства. Это руководство также ставит своей целью дать государствам, поставщикам аэронавигационного обслуживания и пользователям воздушного пространства практические рекомендации относительно порядка внедрения видов применения RNAV и RNP и обеспечения соответствия требований к характеристикам запланированному применению.

Примечание. Инструктивные указания относительно внедрения минимумов бокового эшелонирования в воздушном пространстве районов аэродромов содержатся в циркуляре 324 ИКАО "Основные принципы бокового эшелонирования воздушных судов при вылете и прибытии по опубликованным смежным схемам полетов по приборам".

1.1.3 Группа экспертов по эшелонированию и безопасности воздушного пространства (SASP) разработала подробно изложенные в настоящем циркуляре минимумы эшелонирования в связи с реализуемой ИКАО политикой глобального внедрения PBN, наличием большого количества воздушных судов, оснащенных системами, обеспечивающими возможность выполнения полетов по правилам полетов по приборам (ППП) с использованием GNSS, и потенциальной возможностью применения такого оборудования для эшелонирования в процедурных условиях управления.

1.1.4 Рассматриваемые в настоящем документе в контексте PBN два минимума эшелонирования первоначально были разработаны Группой экспертов по рассмотрению общей концепции эшелонирования (RGCSP) в 1990-х годах для их использования в рамках концепции RNP. Первым разработанным для RNP минимумом стал минимум бокового эшелонирования в 93 км (50 м. миль), а затем – минимум бокового эшелонирования в 30 м. миль для RNP 4. Первоначально оба минимума были опубликованы в *Приложении 11 "Обслуживание воздушного движения",* а затем из Приложения 11 эти положения были перенесены в PANS-ATM. Результаты проведенного впоследствии более совершенного моделирования RNP свидетельствуют о том, что в случае

существенного ограничения частоты грубых ошибок минимум эшелонирования в 30 м. миль можно уменьшить до 42,6 км (23 м. мили). SASP пришла к выводу о том, что достижение предписанных пределов зависит от применения требуемых характеристик связи 240 (RCP 240) и требуемых характеристик наблюдения 180 (RSP 180).

1.1.5 В процессе перехода к полномасштабному внедрению PBN возникнет необходимость в определении основанных на системах GNSS, обеспечивающих возможность выполнения полетов по ППП, минимумов эшелонирования для воздушных судов, которые пока не получили соответствующих эксплуатационных утверждений на использование PBN. Учитывая широкое распространение систем, обеспечивающих высокую точность навигации, Группа SASP разработала минимумы эшелонирования для воздушных судов, в представленном плане полета (FPL) которых указано, что на них установлено оборудование GNSS.

1.2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.2.1 Постоянное увеличение объемов деятельности авиации повышает спрос на пропускную способность воздушного пространства, что обусловливает необходимость его оптимального использования. Повышение эксплуатационной эффективности, обеспечиваемое применением методов зональной навигации, привело к расширению использования навигационных возможностей в различных регионах мира и на всех этапах полета.

1.2.2 Эволюция систем зональной навигации происходила аналогично развитию основанных на использовании обычных наземных средств маршрутов и процедур. Была определена конкретная система зональной навигации и на основе совместных результатов анализа и летных испытаний проведена оценка ее характеристик. На начальном этапе при выполнении внутренних полетов для оценки местоположения воздушных судов использовались всенаправленные радиомаяки, работающие в диапазоне очень высоких частот (ОВЧ), и дальномерное оборудование (DME), а при выполнении полетов над океаном – инерциальные навигационные системы (INS). В настоящее время навигация, основанная на характеристиках, подробное описание которой приводится в Руководстве по PBN, обеспечивает возможность использования альтернативных методов для определения требований к оборудованию посредством конкретного указания требований к характеристикам.

1.2.3 Требования к использованию навигационных возможностей при выполнении полетов по конкретным маршрутам или в пределах конкретного воздушного пространства должны определяться четко и конкретно. Это необходимо для того, чтобы у летных экипажей и диспетчеров управления воздушным движением (ATCO) имелась информация о возможностях бортовых систем RNAV, позволяющая определить, являются ли характеристики системы RNAV приемлемыми для выполнения конкретных требований воздушного пространства и использования соответствующих минимумов эшелонирования.

1.3 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Применение положений настоящего циркуляра ограничивается боковым эшелонированием воздушных судов, выполняющих полеты по пересекающимся или непересекающимся линиям пути, в условиях использования процедурного управления и применения зональной навигации.

Глава 2

МИНИМУМЫ БОКОВОГО ЭШЕЛОНИРОВАНИЯ

2.1 В настоящем циркуляре рассматривается вопрос о внедрении предусмотренных пп. 5.4.1.2.1.6–5.4.1.2.1.8 PANS-ATM минимумов бокового эшелонирования (эти пункты воспроизводятся ниже).

2.2 Согласно п. 5.4.1.2.1.7 PANS-ATM для пересекающихся линий пути или маршрутов ОВД можно использовать меньшие интервалы эшелонирования для RNP 2 и RNP 4, если вводится ограничение в отношении угла пересечения. Однако также имеется возможность применения углов менее 5° или более 175°, поэтому действующий минимум обеспечивает возможность получения максимальных выгод и выдерживания предусмотренного RNP 4 существующего минимума бокового эшелонирования в 42,6 км (23 м. мили), который применяется на параллельных или непересекающихся линиях пути.

ВЫДЕРЖКА ИЗ PANS-ATM

5.4.1.2 КРИТЕРИИ И МИНИМУМЫ БОКОВОГО ЭШЕЛОНИРОВАНИЯ

…

5.4.1.2.1.6 *Боковое эшелонирование воздушных судов, находящихся на параллельных или непересекающихся линиях пути или маршрутах ОВД.* В пределах конкретного воздушного пространства или на конкретных маршрутах боковое эшелонирование между воздушными судами, выполняющими полет по параллельным или непересекающимся линиям пути или маршрутам ОВД, обеспечивается с учетом следующего:

a) для минимального разделительного расстояния между линиями пути 93 км (50 м. миль) предписывается навигационная характеристика RNAV 10 (RNP 10), RNP 4 или RNP 2;

b) для минимального разделительного расстояния между линиями пути 42,6 км (23 м. мили) предписывается навигационная характеристика RNP 4 или RNP 2. Система связи отвечает требуемым характеристикам связи 240 (RCP 240), а система наблюдения отвечает требуемым характеристикам наблюдения 180 (RSP 180). Контроль соблюдения обеспечивается путем установления контракта ADS-C на передачу сообщений в случае бокового отклонения с максимальным пороговым значением 5 м. миль и в случае изменения точки пути;

c) для минимального разделительного расстояния между линиями пути 27,8 км (15 м. миль) предписывается навигационная характеристика RNP 2 или оборудование GNSS. При применении такого эшелонирования поддерживается прямая речевая ОВЧ-связь "диспетчер – пилот";

d) для минимального разделительного расстояния между линиями пути 13 км (7 м. миль), применяемого в тех случаях, когда одно воздушное судно набирает высоту/снижается с пересечением эшелона другого воздушного судна, предписывается навигационная характеристика RNP 2 или оборудование GNSS. При применении такого эшелонирования поддерживается прямая речевая ОВЧ-связь "диспетчер – пилот";

e) для минимального разделительного расстояния между линиями пути 37 км (20 м. миль), применяемого в тех случаях, когда одно воздушное судно набирает высоту/снижается с пересечением эшелона другого воздушного судна, используя при этом иные, чем указанные в п. d) выше, типы связи, предписывается навигационная характеристика RNP 2 или оборудование GNSS.

Примечание 1. Инструктивный материал по реализации навигационных возможностей, обеспечивающих минимумы бокового эшелонирования в 93 км (50 м. миль), 42,6 км (23 м. мили), 37 км (20 м. миль), 27,8 км (15 м. миль) и 13 км (7 м. миль), содержится в Руководстве по навигации, основанной на характеристиках (PBN) *(Doc 9613). Инструктивный материал по внедрению минимумов бокового эшелонирования в 93 км (50 м. миль), 42,6 км (23 м. мили), 37 км (20 м. миль), 27,8 км (15 м. миль) и 13 км (7 м. миль) содержится в циркуляре 341* "Инструктивные указания по внедрению минимумов бокового эшелонирования"*.*

Примечание 2. Инструктивный материал по реализации возможностей средств связи и наблюдения, обеспечивающих минимумы бокового эшелонирования в 42,6 км (23 м. мили), содержится в Руководстве по связи и наблюдению, основанным на характеристиках (PBCS) *(Doc 9869, находится в стадии подготовки) и в* Руководстве по глобальной эксплуатационной линии передачи данных (GOLD) *(Doc 10037, находится в стадии подготовки).*

Примечание 3. В отношении GNSS, использование которой предписывается в пп. c), d) и e) выше, см. добавление 2, пункт 10 "Оборудование и возможности".

5.4.1.2.1.7 *Боковое эшелонирование воздушных судов на пересекающихся линиях пути или маршрутах ОВД.* Боковое эшелонирование между воздушными судами, выполняющими полет по пересекающимся линиям пути или маршрутам ОВД, устанавливается в соответствии со следующим:

a) боковое эшелонирование воздушного судна, линия пути которого сходится с линией пути другого воздушного судна, обеспечивается до тех пор, пока оно не достигнет точки бокового эшелонирования, расположенной на установленном расстоянии, измеряемом перпендикулярно от линии пути другого воздушного судна (см. рис. 5-6);

b) боковое эшелонирование воздушного судна, линия пути которого расходится с линией пути другого воздушного судна, обеспечивается после прохождения точки бокового эшелонирования, расположенной на установленном расстоянии, измеряемом перпендикулярно от линии пути другого воздушного судна (см. рис. 5-6).

Такой тип эшелонирования может использоваться для линий пути, которые пересекаются под любыми углами, с использованием значений для точек бокового эшелонирования, указанных ниже:

Навигация	*Эшелонирование (L)*
RNAV 10 (RNP 10)	93 км (50 м. миль)
RNP 4	42,6 км (23 м. мили)
RNP 2 или GNSS	27,8 км (15 м. миль)

5.4.1.2.1.8 При применении минимума эшелонирования 27,8 км (15 м. миль), указанного в таблице выше, GNSS, обозначаемая в плане полета буквой G, отвечает конкретным навигационным характеристикам.

Примечание 1. Инструктивный материал по реализации навигационных возможностей, обеспечивающих минимумы бокового эшелонирования в 93 км (50 м. миль), 42,6 км (23 м. мили) и 27,8 км (15 м. миль), содержится в Руководстве по навигации, основанной на характеристиках (PBN) *(Doc 9613). Вспомогательная информация по внедрению минимумов бокового эшелонирования в 93 км (50 м. миль), 42,6 км (23 м. мили) и 27,8 км (15 м. миль) содержится в циркуляре 341* "Инструктивные указания по внедрению минимумов бокового эшелонирования".

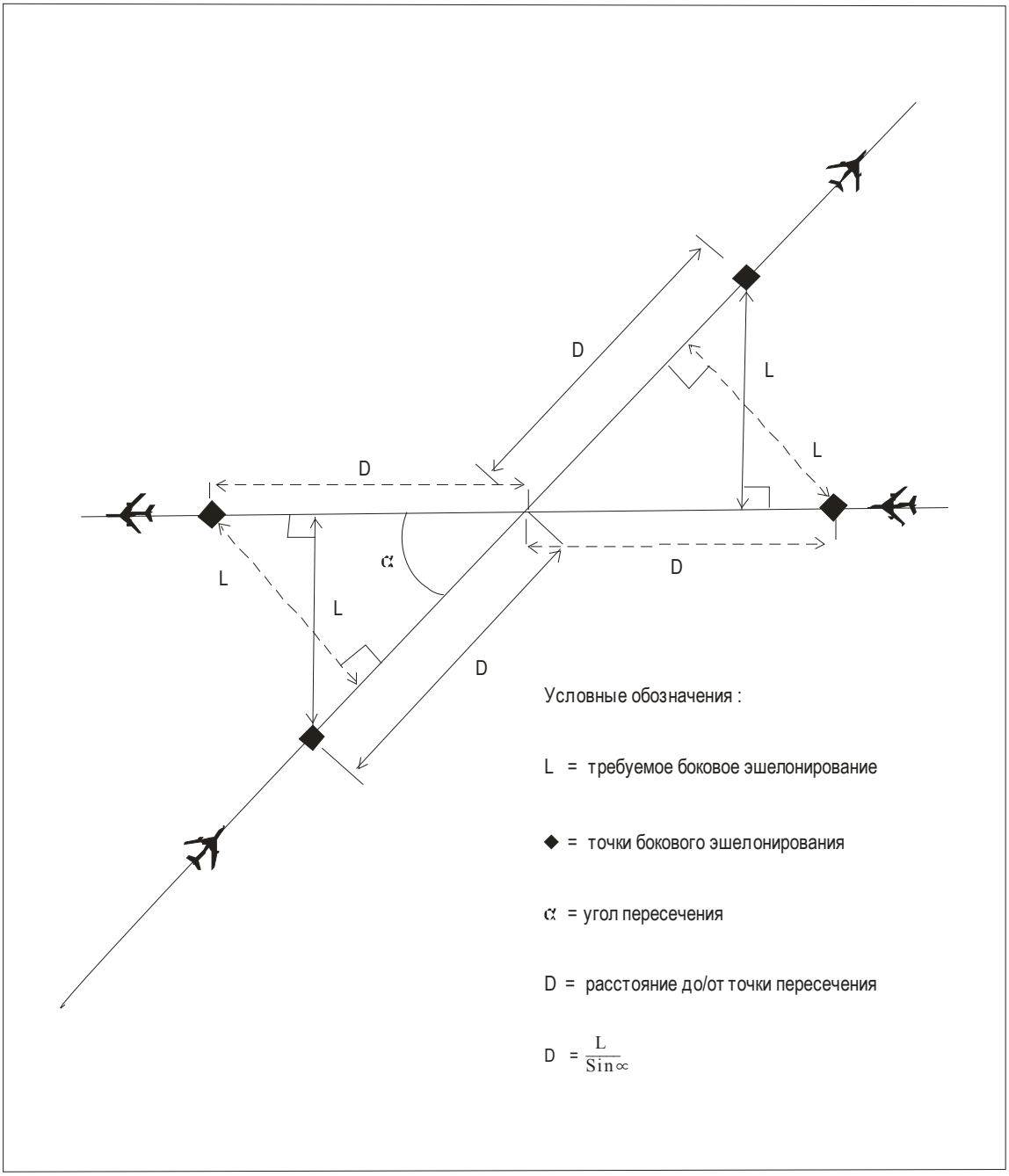

Рис. 5-6. Точки бокового эшелонирования (см. п. 5.4.1.2.1.7)

…

Глава 3

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ, ВЫПОЛНЕННАЯ SASP

3.1 ВВЕДЕНИЕ

3.1.1 В настоящей главе кратко излагаются результаты выполненных SASP оценок безопасности полетов для определения минимумов бокового эшелонирования, указанных в пп. 5.4.1.2.1.6 и 5.4.1.2.1.7 PANS-ATM. В данной главе вначале приводится описание сферы применения оценок безопасности полетов, выполненных SASP, а затем – краткая информация о методике, использовавшейся для определения каждого минимума бокового эшелонирования.

3.2 МАСШТАБ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ, ВЫПОЛНЕННОЙ SASP

3.2.1 Целесообразно и необходимо различать оценки безопасности полетов, проведенные государствами в целях внедрения минимумов эшелонирования на местном или региональном уровне, и оценки *глобального масштаба*, проведенные SASP. Оценка глобального масштаба не всегда учитывает конкретные местные требования к внедрению.

3.2.2 Различие в масштабах оценки показано на рис. 3-1. Например, считается, что, поскольку местные эксплуатационные условия, в которых должно внедряться боковое эшелонирование на основе PBN, могут оказать существенное влияние на безопасность полетов, полномасштабную оценку безопасности полетов можно выполнить лишь в отношении каждого местного вида применения. В этой связи соответствующему полномочному органу ОВД необходимо дополнить оценку SASP оценкой, ориентированной на внедрение. Следует иметь в виду, что оценка внедрения на местном уровне не обязательно должна сопровождаться проведением оценки на региональном уровне, которая может быть выполнена поставщиком аэронавигационного обслуживания (ПАНО) в индивидуальном порядке.

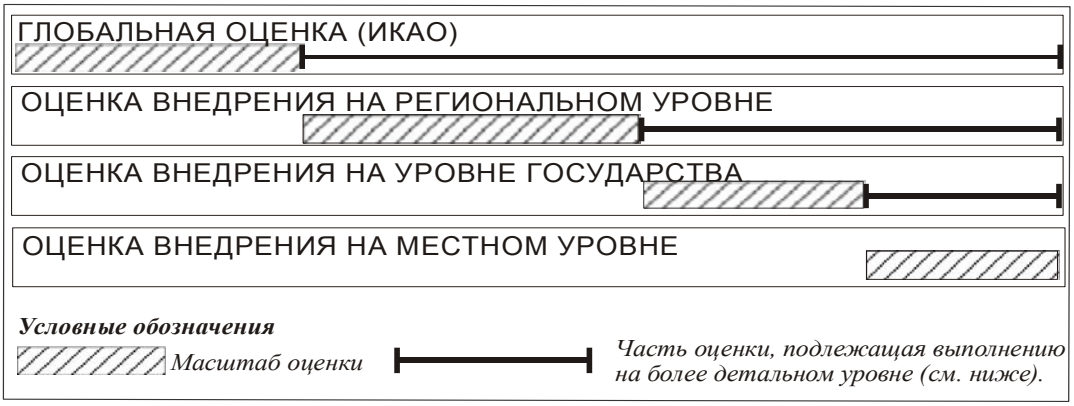

Рис. 3-1. Масштаб оценки безопасности полетов

3.2.3 Оценка SASP основана на ряде исходных характеристик, учитывающих условия производства полетов в воздушном пространстве или летно-технические характеристики воздушных судов (см. п. 3.3.1). Эти характеристики не обязательно должны соответствовать характеристикам, используемым при проведении соответствующих оценок внедрения на региональном, государственном или местном уровнях.

3.2.4 Проводимая в поддержку внедрения оценка безопасности полетов должна начинаться с рассмотрения результатов глобальной оценки SASP и особо учитывать исходные характеристики, использовавшиеся в рамках этой оценки. В том случае, если эти характеристики являются аналогичными или более строгими, чем характеристики в рассматриваемом воздушном пространстве, при проведении анализа основное внимание необходимо уделять оценке только тех аспектов, которые конкретно касаются внедрения.

3.3 ЦЕЛИ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНОК БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ SASP

3.3.1 Цель различных оценок безопасности полетов SASP, проводимых в поддержку минимумов бокового эшелонирования, упомянутых в п. 2.1 главы 2 настоящего циркуляра, заключается в определении:

a) минимального безопасного разделительного расстояния между параллельными линиями пути для навигационных спецификаций RNAV 10 (RNP 10), RNP 4 и RNP 2, а также для воздушных судов, оснащенных системами GNSS, обеспечивающими возможность выполнения полетов по ППП;

b) минимального безопасного расстояния от точек бокового эшелонирования на линии пути одного воздушного судна до пересекающей линии пути другого воздушного судна для навигационных спецификаций RNAV 10 (RNP 10), RNP 4 и RNP 2, а также для воздушных судов, оснащенных системами GNSS, обеспечивающими возможность выполнения полетов по ППП.

3.3.2 При проведении оценки безопасности полетов с использованием того или иного минимума эшелонирования SASP проводит различие между риском столкновения, обусловленным навигационными характеристиками, и риском столкновения, обусловленным другими видами опасности.

3.3.3 Риск столкновения, обусловленный навигационными характеристиками, можно подразделить на:

a) риск столкновения, обусловленный типичными навигационными характеристиками;

b) риск столкновения, обусловленный нетипичными навигационными характеристиками.

Примечание. Выражение "нетипичная навигационная характеристика" может использоваться для описания боковых отклонений, обусловленных отказом или ухудшением рабочих характеристик навигационной системы или эксплуатационной ошибкой.

3.3.4 Типичные и нетипичные навигационные характеристики охватываются общими рамками факторов опасности, однако они имеют одну особенность, обусловленную возможностью проведения подробной количественной оценки. Количественный риск столкновений,

обусловленный навигационными характеристиками обоих типов, определяется путем моделирования риска столкновения.

3.3.5 Минимальное разделительное расстояние между параллельными линиями пути и минимальное расстояние от точки бокового эшелонирования считаются "безопасными" в тех случаях, когда:

a) уровень риска столкновения воздушного судна (определяемый для риска столкновения, обусловленного типичными и нетипичными навигационными характеристиками) не превышает целевого уровня безопасности полетов (TLS), составляющего 5×10^{-9} катастроф на час полета[1]; и

b) риск, обусловленный другими факторами опасности, является "несущественным".

3.3.6 Выполненные SASP оценки риска столкновения, обусловленного навигационными характеристиками, соответствуют рекомендациям, касающимся метода "Оценки риска системы относительно установленной пороговой величины", изложенного в *Руководстве по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования* (Doc 9689, находится в стадии подготовки).

3.4 ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ДЛЯ НЕПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ЛИНИЙ ПУТИ, РАЗНЕСЕННЫХ НА 93 КМ (50 М. МИЛЬ), ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ RNAV 10 (RNP 10), RNP 4 ИЛИ RNP 2

При внедрении минимумов эшелонирования, указанных в настоящем разделе, необходимо учитывать допущения, инструменты реализации и требования к характеристикам системы, подробно рассматриваемые в последующих пунктах, и проводить сравнение с характеристиками воздушного пространства, в котором эти интервалы эшелонирования внедряются. Описание этих допущений и соображения, касающиеся внедрения, приводятся в таблице ниже.

Допущения	Соображения, касающиеся внедрения
1. Боковые отклонения воздушного судна от линии пути находятся в пределах 6 м. миль от осевой линии маршрута в течение 95 % полетного времени. 2. Коэффициент боковых отклонений, превышающих 25 м. миль, составляет менее 1E-5. Для воздушного движения, следующего в противоположном направлении, показатель занятости не должен превышать 0,2.	Внедрение стандарта бокового эшелонирования в 93 км (50 м. миль) требует проведения соответствующего мониторинга, позволяющего убедиться в том, что принятые допущения соблюдаются

[1] Для процедуры набора высоты или снижения используется иная (но похожая) единица, описание которой приводится в разделе 3.7, т. е. максимально допустимая вероятность столкновения при типичном выполнении процедуры составляет 5×10^{-10}.

Допущения	Соображения, касающиеся внедрения
Примечание 1. Величина допущения, указанная в п. 2 выше, может быть более жесткой, чем требуется для некоторых районов воздушного пространства. Если желательно получить более подробную информацию относительно совокупных навигационных характеристик в этом воздушном пространстве, см. таблицы 3.4.1 и 3.4.2. *Примечание 2. Коэффициент значительных боковых отклонений (LLD) можно определить путем деления полного времени, в течение которого воздушное судно отклоняется на расстояние, превышающее половину стандарта эшелонирования, на общий налет часов.* *Примечание 3. Параметр "занятости" системы маршрутов определяет риск столкновения воздушного судна, отклоняющегося от своего назначенного маршрута в направлении соседнего маршрута. Информация о расчете параметра занятости приводится в* Руководстве по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования (*Doc 9689), добавление 14, Введение*	

Оценка безопасности полетов для навигационных характеристик

3.4.1 Информация об оценке безопасности полетов применительно к интервалу разнесения параллельных маршрутов, составляющему 93 км (50 м. миль), для воздушных судов, располагающих возможностями RNAV 10 (RNP 10), представлялась в рабочем документе 4 на 17-м совещании Рабочей группы А Группы экспертов по рассмотрению общей концепции эшелонирования (RGCSP) (Ref. 1)[2]. Эта оценка проводилась на основе используемых в рамках модели Райха формул определения частоты столкновений, обусловленных нарушением планового бокового эшелонирования: в одном случае рассматривалась пара параллельных траекторий полета, находившихся на одной высоте, движение по которым осуществлялось в одном направлении, а во втором случае – пара параллельных траекторий полета, находившихся на одной высоте, движение по которым осуществлялось в противоположных направлениях:

[2] Справочные материалы (Ref.), список которых приводится в конце каждого раздела, обозначены цифрами 1, 2, 3, ...

$$N_{ay}(same) = P_y(S_y)P_z(0)\frac{\lambda_x}{S_x}E_y(same)\left\{\frac{\overline{|\Delta V|}}{2\lambda_x} + \frac{\overline{|\dot{y}|}}{2\lambda_y} + \frac{\overline{|\dot{z}|}}{2\lambda_z}\right\} \quad (3.4.1)$$

$$N_{ay}(opp) = P_y(S_y)P_z(0)\frac{\lambda_x}{S_x}E_y(opp)\left\{\frac{2\overline{|V|}}{2\lambda_x} + \frac{\overline{|\dot{y}|}}{2\lambda_y} + \frac{\overline{|\dot{z}|}}{2\lambda_z}\right\} \quad (3.4.2)$$

Практически эти формулы идентичны, поскольку единственное отличие заключается в параметрах, чувствительных к направлению полета. Таким образом, пояснение для проведения оценки приводится только один раз и относится к двум (незначительно) отличающимся наборам значений параметров.

3.4.3 Необходимо, чтобы в системе маршрутов предполагаемая частота авиационных происшествий, обусловленных нарушением плановых интервалов бокового эшелонирования, не превышала максимально допустимого значения целевого уровня безопасности полетов (TLS), составляющего 5×10^{-9} катастроф на час полета.

3.4.4 В системе с боковым разнесением соседних маршрутов в 93 км (50 м. миль) вероятность бокового отклонения на величину в два или более стандартных интервала эшелонирования рассматривается в качестве относительно незначительной. Приемлемую оценку риска можно выполнить на основе рассмотрения только тех отклонений, в результате которых самолет-нарушитель отклоняется от предполагаемой траектории в пространстве на расстояние, примерно составляющее один стандартный интервал эшелонирования.

3.4.5 В рамках оценки предполагалось, что боковые отклонения воздушных судов от осевой линии хорошо описываются функцией плотности вероятности двойного двустороннего экспоненциального распределения (DDE) со средним нулевым отклонением и параметрами α, λ_1 и λ_2, т. е.

$$f(y;\alpha,\lambda_1,\lambda_2) = \frac{1-\alpha}{2\lambda_1}e^{-\frac{|y|}{\lambda_1}} + \frac{\alpha}{2\lambda_2}e^{-\frac{|y|}{\lambda_2}} \quad (3.4.3)$$

Эта функция представляет собой взвешенную сумму функций плотности типичных погрешностей и функций плотности нетипичных ошибок. Параметр λ_1 равен $1/\sqrt{2}$ стандартного отклонения типичных боковых погрешностей; параметр λ_2 равен $1/\sqrt{2}$ стандартного отклонения нетипичных боковых ошибок; $\lambda_2 > \lambda_1 > 0$, а параметр α ($1 > \alpha > 0$) соответствует относительной доле полетного времени, в течение которого самолеты, использующие систему маршрутов, совершают нетипичные ошибки.

3.4.6 Вероятность бокового перекрытия $P_y(S_y)$ самолетов, выполняющих полеты по предписанным параллельным маршрутам, разнесенным на S_y морских миль, можно определить на основе функции плотности DDE следующим образом:

$P_y(S_y) \approx$

$$2\lambda_y\left[\left(\frac{1-\alpha}{2\lambda_1}\right)^2\left(\lambda_1+S_y\right)e^{-\frac{S_y}{\lambda_1}}+\left(\frac{\alpha}{2\lambda_2}\right)^2\left(\lambda_2+S_y\right)e^{-\frac{S_y}{\lambda_2}}+\frac{\alpha(1-\alpha)}{2}\left(\frac{e^{-\frac{S_y}{\lambda_1}}+e^{-\frac{S_y}{\lambda_2}}}{\lambda_1+\lambda_2}+\frac{e^{-\frac{S_y}{\lambda_2}}-e^{-\frac{S_y}{\lambda_1}}}{\lambda_2-\lambda_1}\right)\right]$$

$$\lambda_1 \neq \lambda_2 \qquad (3.4.4)$$

3.4.7 Для воздушных судов, следующих в одном направлении, и воздушных судов, следующих в противоположных направлениях, оценку необходимо начинать с определения максимально допустимой вероятности бокового перекрытия для пары произвольно выбранных самолетов, которым предписано выполнять полет по траекториям, находящимся на одной высоте. Для этого в левых частях уравнений (3.4.1) и (3.4.2) для $N_{ay}(same)$ и $N_{ay}(opp)$ подставляется максимально допустимое значение, составляющее 5×10^{-9} катастроф на час полета, в правых частях уравнений (3.4.1) и (3.4.2) для всех параметров, кроме $P_y(S_y; \alpha, \lambda_1, \lambda_2)$, подставляются соответствующие значения, а затем вычисляется $P_y(S_y; \alpha, \lambda_1, \lambda_2)$. Итоговые максимально допустимые вероятности, одна – для воздушных судов, следующих в одном направлении, а вторая – для воздушных судов, следующих в противоположных направлениях, представляют собой функции занятости системы маршрутов, причем все расчеты выполняются последовательно для показателей занятости в диапазоне от 0,1 до 2,0 с приращением в 0,1.

3.4.8 На следующем этапе необходимо обеспечить, чтобы величина стандартного отклонения типичных ошибок (эквивалентно λ_1) выдерживалась на таком незначительном уровне, при котором вероятность бокового перекрытия будет почти полностью обусловливаться значительными нетипичными ошибками, в результате которых самолет оказывается вблизи соседнего маршрута, где имеется значительная вероятность бокового перекрытия с самолетом, следующим по этому предписанному ему маршруту. Затем вероятность бокового перекрытия, обусловленного значительными нетипичными ошибками, аппроксимируется только функцией λ_2 и α; было продемонстрировано, что являясь функцией λ_2, аппроксимация достигает своего максимума при значении λ_2, равном разделительному расстоянию S_y между соседними маршрутами. Установив это максимальное значение равным максимально допустимой вероятности бокового перекрытия, можно определить минимальное (наиболее консервативное) значение α.

3.4.9 Приняв допущение относительно консервативного значения λ_2 и определив консервативное значение α, в рамках оценки следует вернуться к параметру λ_1 и определить для него максимально допустимое значение. Для этого выполняется аппроксимация вероятности бокового отклонения, обусловленного типичными погрешностями, при этом необходимо обеспечить, чтобы она составляла менее 1 % или 1 % от (аппроксимированной) вероятности бокового перекрытия, обусловленного нетипичными ошибками. Затем было продемонстрировано, что единственным способом уменьшения вероятности бокового перекрытия, обусловленного типичными погрешностями, является уменьшение λ_1, при этом было найдено самое большое значение λ_1, отвечающее требованию относительно величины в 1 %.

3.4.10 Использование описанной выше процедуры позволило определить все три параметра α, λ_1 и λ_2 функции плотности боковых ошибок, при которых TLS не будет превышаться, а риск, обусловленный типичными погрешностями, будет составлять менее 1 % или 1 % от (аппроксимированного) риска, обусловленного нетипичными ошибками.

3.4.11 На заключительном этапе параметр λ_1 функции плотности вероятности преобразуется в требование к характеристикам. Для получения 95-процентной дистанции удерживания для типичных боковых ошибок теоретическое значение λ_1 (см. п. 3.4.9) умножается на постоянную – ln(0,05) (которая приблизительно равна 3). Округление этой величины до следующего меньшего целого числа дает значение RNP, которое следует устанавливать для пользователей системы маршрутов (деление этого значения RNP на –ln(0,05) позволяет получить эффективное значение λ_1).

3.4.12 В результате оценки установлено, что для выдерживания TLS при большинстве уровней занятости в боковом измерении в системах маршрутов, следующих в одном направлении, необходимо устанавливать RNP 7, а в системах маршрутов, следующих в противоположных направлениях, необходимо устанавливать RNP 6. Однако Группа RGCSP и ее преемник Группа SASP отказались от рассмотрения вопроса о разработке стандартов на RNP 7 или RNP 6.

3.4.13 В примечании относительно деятельности по определению разделительного расстояния между маршрутами в 93 км (50 м. миль) в справочном материале 1 отмечается, что в результате ранее проведенного Группой RGCSP исследования с использованием менее жесткого уровня TLS, составлявшего 2×10^{-8} катастроф на час полета, для типичных боковых ошибок 95-процентная дистанция удерживания составила 8 м. миль (Ref. 4). Это исследование, в рамках которого использовались экстраполированные на 1995 год значения занятости, относится к системе маршрутов, проходящих в северной части Тихого океана (NOPAC). Однако полномочные органы, ответственные за полеты, выполняемые в системе маршрутов NOPAC, установили менее жесткую дистанцию удерживания в 10 м. миль, т. е. RNP 10. Они приняли такое решение в связи с обеспокоенностью относительно способности парка воздушных судов, использующих NOPAC, обеспечить RNP 8. Было также высказано мнение о том, что, по всей вероятности, некоторые самолеты, номинально отвечающие требованиям RNP 10, будут выполнять полеты с 95-процентными дистанциями удерживания намного меньшими, чем 8 м. миль, в результате чего характеристики "среднего парка" будут соответствовать требованию к дистанции удерживания в 8 м. миль.

3.4.14 В рамках оценки безопасности полетов были также представлены формулы для определения двух дополнительных параметров, отслеживать которые поставщикам аэронавигационного обслуживания более просто, чем параметры λ_2 и α: частота грубых боковых ошибок, обычно обозначаемая символом η, и частота грубых боковых ошибок высокого риска, обычно обозначаемая символом ζ. Грубая боковая ошибка представляет собой боковую ошибку, превышающую половину стандарта эшелонирования (т. е. для интервала эшелонирования 93 км (50 м. миль) величина этой ошибки превышает 25 м. миль), а величина η для системы маршрутов представляет собой долю полетного времени, в течение которого следующие по ним воздушные суда совершают грубые боковые ошибки. Под грубой боковой ошибкой высокого риска понимается ошибка, в результате которой воздушное судно, совершившее ошибку, оказывается в непосредственной близости от соседнего маршрута. В качестве критерия сближения SASP приняла значение в 10 м. миль, поэтому грубыми боковыми ошибками высокого риска являются те, величина которых находится в диапазоне между 40 и 60 м. милями. Величина ζ для системы маршрутов представляет собой долю полетного времени, в течение которого следующие по ним воздушные суда совершают грубые боковые ошибки высокого риска. Максимально допустимые значения α и λ_1 и выбор консервативного параметра λ_2 в справочном материале 1 позволили определить максимально допустимые значения для η и ζ, соответствующие каждому уровню занятости.

3.4.15 В таблицах 3.4.1 и 3.4.2 представлены рассчитанные максимально допустимые значения частоты грубых боковых ошибок и грубых боковых ошибок высокого риска, соответственно, для воздушных судов, следующих в одном направлении, и воздушных судов, следующих в противоположных направлениях. Указанные в каждой таблице максимально допустимые значения η и ζ являются функцией занятости.

3.4.16 Информация о некоторых дополнительных работах, связанных с оценкой безопасности полетов при использовании разделительного расстояния в 93 км (50 м. миль) между параллельными маршрутами для воздушных судов, располагающих возможностями RNAV 10 (RNP 10), приводится в справочных материалах 4–11.

Оценка факторов опасности

3.4.17 Информация об оценке факторов опасности, выполненной Группой SASP, приводится в разделе 3.9 и дополнении A.

Таблица 3.4.1. Максимально допустимые значения параметров, описывающих навигационные характеристики для системы следующих в одном направлении параллельных маршрутов с разделительным расстоянием между соседними маршрутами 93 км (50 м. миль), для целевого уровня безопасности полетов (TLS), составляющего 5 x 10^{-9} катастроф на час полета, для значений параметров, приведенных в таблице 1 справочного материала 1, для взаимодействия "центральной и центральной" частей распределения боковых ошибок, ограниченного 1 % взаимодействия "центральной и хвостовой" частей распределения боковых ошибок, и для заданных значений занятости при использовании маршрутов, следующих в одном направлении, E_y(*same*)

E_y(same)	$P_y(S_y)$	α	теоретическая λ_1	RNP	применяемая λ_1	η	ζ
0,1	$2{,}33 \cdot 10^{-7}$	$5{,}11 \cdot 10^{-4}$	2,8528	8	2,67	$3{,}96 \cdot 10^{-4}$	$7{,}59 \cdot 10^{-5}$
0,2	$1{,}16 \cdot 10^{-7}$	$2{,}55 \cdot 10^{-4}$	2,7312	8	2,67	$2{,}41 \cdot 10^{-4}$	$3{,}81 \cdot 10^{-5}$
0,3	$7{,}76 \cdot 10^{-8}$	$1{,}70 \cdot 10^{-4}$	2,6651	7	2,34	$1{,}26 \cdot 10^{-4}$	$2{,}52 \cdot 10^{-5}$
0,4	$5{,}82 \cdot 10^{-8}$	$1{,}28 \cdot 10^{-4}$	2,6202	7	2,34	$1{,}00 \cdot 10^{-4}$	$1{,}89 \cdot 10^{-5}$
0,5	$4{,}66 \cdot 10^{-8}$	$1{,}02 \cdot 10^{-4}$	2,5864	7	2,34	$8{,}45 \cdot 10^{-5}$	$1{,}52 \cdot 10^{-5}$
0,6	$3{,}88 \cdot 10^{-8}$	$8{,}51 \cdot 10^{-5}$	2,5595	7	2,34	$7{,}42 \cdot 10^{-5}$	$1{,}26 \cdot 10^{-5}$
0,7	$3{,}33 \cdot 10^{-8}$	$7{,}29 \cdot 10^{-5}$	2,5372	7	2,34	$6{,}68 \cdot 10^{-5}$	$1{,}08 \cdot 10^{-5}$
0,8	$2{,}91 \cdot 10^{-8}$	$6{,}38 \cdot 10^{-5}$	2,5182	7	2,34	$6{,}13 \cdot 10^{-5}$	$9{,}49 \cdot 10^{-6}$
0,9	$2{,}59 \cdot 10^{-8}$	$5{,}67 \cdot 10^{-5}$	2,5017	7	2,34	$5{,}70 \cdot 10^{-5}$	$8{,}44 \cdot 10^{-6}$
1,0	$2{,}33 \cdot 10^{-8}$	$5{,}11 \cdot 10^{-5}$	2,4871	7	2,34	$5{,}35 \cdot 10^{-5}$	$7{,}60 \cdot 10^{-6}$
1,1	$2{,}12 \cdot 10^{-8}$	$4{,}64 \cdot 10^{-5}$	2,4741	7	2,34	$5{,}07 \cdot 10^{-5}$	$6{,}91 \cdot 10^{-6}$
1,2	$1{,}94 \cdot 10^{-8}$	$4{,}25 \cdot 10^{-5}$	2,4624	7	2,34	$4{,}84 \cdot 10^{-5}$	$6{,}34 \cdot 10^{-6}$
1,3	$1{,}79 \cdot 10^{-8}$	$3{,}93 \cdot 10^{-5}$	2,4516	7	2,34	$4{,}64 \cdot 10^{-5}$	$5{,}85 \cdot 10^{-6}$
1,4	$1{,}66 \cdot 10^{-8}$	$3{,}65 \cdot 10^{-5}$	2,4418	7	2,34	$4{,}47 \cdot 10^{-5}$	$5{,}44 \cdot 10^{-6}$
1,5	$1{,}55 \cdot 10^{-8}$	$3{,}40 \cdot 10^{-5}$	2,4327	7	2,34	$4{,}32 \cdot 10^{-5}$	$5{,}08 \cdot 10^{-6}$
1,6	$1{,}46 \cdot 10^{-8}$	$3{,}19 \cdot 10^{-5}$	2,4243	7	2,34	$4{,}19 \cdot 10^{-5}$	$4{,}76 \cdot 10^{-6}$
1,7	$1{,}37 \cdot 10^{-8}$	$3{,}00 \cdot 10^{-5}$	2,4164	7	2,34	$4{,}08 \cdot 10^{-5}$	$4{,}49 \cdot 10^{-6}$
1,8	$1{,}29 \cdot 10^{-8}$	$2{,}84 \cdot 10^{-5}$	2,4091	7	2,34	$3{,}98 \cdot 10^{-5}$	$4{,}24 \cdot 10^{-6}$
1,9	$1{,}23 \cdot 10^{-8}$	$2{,}69 \cdot 10^{-5}$	2,4021	7	2,34	$3{,}89 \cdot 10^{-5}$	$4{,}02 \cdot 10^{-6}$
2,0	$1{,}16 \cdot 10^{-8}$	$2{,}55 \cdot 10^{-5}$	2,3956	7	2,34	$3{,}80 \cdot 10^{-5}$	$3{,}82 \cdot 10^{-6}$

Таблица 3.4.2. Максимально допустимые значения параметров, описывающих навигационные характеристики для системы параллельных маршрутов полета с разделительным расстоянием между соседними маршрутами 93 км (50 м. миль) и для воздушных судов, следующих в противоположных направлениях по соседним маршрутам, для целевого уровня безопасности (TLS), составляющего 5 x 10^{-9} катастроф на час полета, для значений параметров, приведенных в таблице 1 справочного материала 1, для взаимодействия "центральной и центральной" частей распределения боковых ошибок, ограниченного 1 % взаимодействия "центральной и хвостовой" частей распределения боковых ошибок, и для заданных значений занятости при использовании маршрутов, следующих в противоположных направлениях, $E_y(opp)$

$E_y(opp)$	$P_y(S_y)$	α	теоретическая λ_1	RNP	применяемая λ_1	η	ζ
0,1	$2{,}29 \cdot 10^{-8}$	$5{,}01 \cdot 10^{-5}$	2,4846	7	2,34	$5{,}30 \cdot 10^{-5}$	$7{,}46 \cdot 10^{-6}$
0,2	$1{,}14 \cdot 10^{-8}$	$2{,}51 \cdot 10^{-5}$	2,3932	7	2,34	$3{,}78 \cdot 10^{-5}$	$3{,}75 \cdot 10^{-6}$
0,3	$7{,}62 \cdot 10^{-9}$	$1{,}67 \cdot 10^{-5}$	2,3430	7	2,34	$3{,}27 \cdot 10^{-5}$	$2{,}51 \cdot 10^{-6}$
0,4	$5{,}71 \cdot 10^{-9}$	$1{,}25 \cdot 10^{-5}$	2,3087	6	2,00	$1{,}14 \cdot 10^{-5}$	$1{,}86 \cdot 10^{-6}$
0,5	$4{,}57 \cdot 10^{-9}$	$1{,}00 \cdot 10^{-5}$	2,2828	6	2,00	$9{,}87 \cdot 10^{-6}$	$1{,}49 \cdot 10^{-6}$
0,6	$3{,}81 \cdot 10^{-9}$	$8{,}35 \cdot 10^{-6}$	2,2621	6	2,00	$8{,}86 \cdot 10^{-6}$	$1{,}24 \cdot 10^{-6}$
0,7	$3{,}27 \cdot 10^{-9}$	$7{,}16 \cdot 10^{-6}$	2,2449	6	2,00	$8{,}13 \cdot 10^{-6}$	$1{,}06 \cdot 10^{-6}$
0,8	$2{,}86 \cdot 10^{-9}$	$6{,}26 \cdot 10^{-6}$	2,2302	6	2,00	$7{,}59 \cdot 10^{-6}$	$9{,}30 \cdot 10^{-7}$
0,9	$2{,}54 \cdot 10^{-9}$	$5{,}57 \cdot 10^{-6}$	2,2174	6	2,00	$7{,}17 \cdot 10^{-6}$	$8{,}27 \cdot 10^{-7}$
1,0	$2{,}29 \cdot 10^{-9}$	$5{,}01 \cdot 10^{-6}$	2,2061	6	2,00	$6{,}83 \cdot 10^{-6}$	$7{,}44 \cdot 10^{-7}$
1,1	$2{,}08 \cdot 10^{-9}$	$4{,}55 \cdot 10^{-6}$	2,1958	6	2,00	$6{,}56 \cdot 10^{-6}$	$6{,}77 \cdot 10^{-7}$
1,2	$1{,}90 \cdot 10^{-9}$	$4{,}18 \cdot 10^{-6}$	2,1867	6	2,00	$6{,}33 \cdot 10^{-6}$	$6{,}21 \cdot 10^{-7}$
1,3	$1{,}76 \cdot 10^{-9}$	$3{,}85 \cdot 10^{-6}$	2,1784	6	2,00	$6{,}13 \cdot 10^{-6}$	$5{,}73 \cdot 10^{-7}$
1,4	$1{,}63 \cdot 10^{-9}$	$3{,}58 \cdot 10^{-6}$	2,1707	6	2,00	$5{,}96 \cdot 10^{-6}$	$5{,}32 \cdot 10^{-7}$
1,5	$1{,}52 \cdot 10^{-9}$	$3{,}34 \cdot 10^{-6}$	2,1636	6	2,00	$5{,}82 \cdot 10^{-6}$	$4{,}97 \cdot 10^{-7}$
1,6	$1{,}43 \cdot 10^{-9}$	$3{,}13 \cdot 10^{-6}$	2,1570	6	2,00	$5{,}69 \cdot 10^{-6}$	$4{,}66 \cdot 10^{-7}$
1,7	$1{,}34 \cdot 10^{-9}$	$2{,}95 \cdot 10^{-6}$	2,1509	6	2,00	$5{,}58 \cdot 10^{-6}$	$4{,}39 \cdot 10^{-7}$
1,8	$1{,}27 \cdot 10^{-9}$	$2{,}78 \cdot 10^{-6}$	2,1451	6	2,00	$5{,}48 \cdot 10^{-6}$	$4{,}14 \cdot 10^{-7}$
1,9	$1{,}20 \cdot 10^{-9}$	$2{,}64 \cdot 10^{-6}$	2,1397	6	2,00	$5{,}39 \cdot 10^{-6}$	$3{,}93 \cdot 10^{-7}$
2,0	$1{,}14 \cdot 10^{-9}$	$2{,}51 \cdot 10^{-6}$	2,1346	6	2,00	$5{,}31 \cdot 10^{-6}$	$3{,}73 \cdot 10^{-7}$

Справочный материал

1. *Navigational Requirements for the Implementation of 50-nm Route Spacing in Oceanic Airspace*, RGCSP-WG/A/17-WP/4, Annapolis, USA, 6 – 17 November 2000.
2. *Руководство по планированию обслуживания воздушного движения*, издание первое, 1984, Doc 9426-AN/924.
3. *Руководство по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования*, издание первое, 1998, Doc 9689-AN/953.
4. *Capabilities of FANS-1/A Aircraft Which Can Lead to Separation Standards Reductions*, RGCSP/WG-A/IP/17, Shizuoka, Japan, 13 – 23 September 1994.
5. *Documenting the rationale supporting 50 NM route spacing in North Pacific airspace*, RGCSP/10-WP/22, Montreal, Canada, 8 to 19 May 2000.
6. *On the Adequacy of Performance Requirements for Route Systems Using 50 NM Lateral Separation*, SASP-WG/A/2-WP/5, Montreal, Canada, 29 October – 9 November 2001.
7. *Some Further Observations on the Adequacy of Performance Requirements for Route Systems Using 50 NM Lateral Separation*, SASP-WG/A/2-WP/25, Montreal, Canada, 29 October – 9 November 2001.
8. *Maximum Acceptable Rates of Gross Lateral Errors for Systems of Parallel Routes with 50-nmi Spacing*, SASP-WG/WHL/5-WP/3, Tokyo, 17 – 28 May 2004.
9. *Поправки к документу 4444, PANS-ATM, предусматривающие внесение материала, ранее содержавшегося в дополнении B к Приложению 11*, SASP-WG/WHL/13-WP/6, Монреаль, Канада, 12–23 мая 2008 года.
10. *Status of Current SASP* PANS ATM *Amendment Proposals,* SASP-WG/WHL/16-WP/10, Auckland, New Zealand, 9 – 20 November 2009.
11. *An update on the Status of Certain Amendment Proposals Advanced by SASP Last Year,* SASP-WG/WHL/17-WP/10, Montreal, Canada, 10 – 21 May 2010.

3.5 ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ПАРКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ, ОТВЕЧАЮЩИХ ТРЕБОВАНИЯМ RNP 4 ИЛИ RNP 2 И СЛЕДУЮЩИХ ПО НЕПЕРЕСЕКАЮЩИМСЯ ЛИНИЯМ ПУТИ, РАЗНЕСЕННЫМ НА 42,6 КМ (23 М. МИЛИ)

При внедрении минимумов эшелонирования, указанных в настоящем разделе, необходимо учитывать допущения, инструменты реализации и требования к характеристикам системы, подробно рассматриваемые в последующих пунктах, и проводить сравнение с характеристиками воздушного пространства, в котором эти интервалы эшелонирования внедряются. Описание этих допущений и соображения, касающиеся внедрения, приводятся в таблице ниже.

Допущения	**Соображения, касающиеся внедрения**
1. Боковые отклонения воздушного судна от линии пути находятся в пределах 4 м. миль от осевой линии маршрута в течение 95 % полетного времени. 2. Коэффициент боковых отклонений, превышающих 11,5 м. мили, составляет менее 1E-6. Для воздушного движения, следующего в противоположном направлении, показатель занятости не должен превышать 0,2. *Примечание 1. Величина допущения, указанная в п. 2 выше, может быть более жесткой, чем требуется для некоторых районов воздушного пространства, и менее жесткой, чем требуется, когда показатель занятости для воздушного движения, следующего в противоположных направлениях, превышает 0,2. Если желательно получить более подробную информацию относительно совокупных навигационных характеристик в этом воздушном пространстве, см. таблицы 3.5.1–3.5.5.* *Примечание 2. Коэффициент значительных боковых отклонений (LLD) можно определить путем деления полного времени, в течение которого воздушное судно отклоняется на расстояние, превышающее половину стандарта эшелонирования, на общий налет часов.* *Примечание 3. Параметр "занятости" системы маршрутов определяет риск столкновения воздушного судна, отклоняющегося от своего назначенного маршрута в направлении соседнего маршрута. Информация о расчете параметра занятости приводится в*	Внедрение стандарта бокового эшелонирования в 42,6 км (23 м. мили) требует проведения соответствующего мониторинга, позволяющего убедиться в том, что принятые допущения соблюдаются

Руководстве по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования (*Doc 9689), добавление 14, Введение*	

Оценка безопасности полетов для навигационных характеристик

3.5.1 В документе, представленном на совещании Рабочей группы полного состава SASP в ноябре 2013 года (Ref. 1), предлагались минимально допустимые разделительные расстояния для пар параллельных маршрутов, движение по которым ограничивалось самолетами, отвечающими заданным уровням требуемых навигационных характеристик (RNP). В итоге применения одного из результатов, информация о которых приводится в этом документе, и принятия допущения в отношении "наихудшего случая" применения оперативных боковых смещений, в документе, представленном на совещании Рабочей группы в ноябре 2014 года (Ref. 2) было рекомендовано использовать разделительное расстояние между соседними параллельными маршрутами, по которым выполняют полеты самолеты с RNP 4, составляющее 42,6 км (23 м. мили). В документе, представленном на совещании SASP в мае 2015 года (Ref. 5), определена максимально допустимая частота грубых боковых ошибок для ряда различных конфигураций параллельных маршрутов, в которых расстояние между осевыми линиями соседних маршрутов принималось равным 42,6 км (23 м. мили).

3.5.2 В справочном материале 5 были рассмотрены пять конфигураций маршрутов. При этом было принято допущение о том, что все маршруты являются однонаправленными в том смысле, что на всех эшелонах полета движение по каждому из них осуществляется в одном направлении. Ниже приводится описание этих пяти конфигураций маршрутов:

a) пара маршрутов с движением в противоположных направлениях, расположенных таким образом, что самолеты, следующие по одному маршруту, находятся слева от самолетов, следующих по другому маршруту;

b) пара маршрутов с движением в противоположных направлениях, расположенных таким образом, что самолеты, следующие по одному маршруту, находятся справа от самолетов, следующих по другому маршруту;

c) пара маршрутов, по которым движение осуществляется в одном направлении;

d) четыре маршрута, движение по которым осуществляется в одном направлении по трем эшелонам полета с концентрацией воздушного движения на средних маршрутах и средних эшелонах полета;

e) семь маршрутов, движение по которым осуществляется в одном направлении по семи эшелонам полета с концентрацией воздушного движения на средних маршрутах и средних эшелонах полета.

3.5.3 Поскольку у SASP отсутствовала какая-либо информация о распределении оперативных боковых смещений, применяемых парком воздушных судов, которые, по всей вероятности, будут использовать эти системы маршрутов, консервативно Группа приняла допущение о том, что предполагаемое боковое эшелонирование между траекториями полета самолетов, следующих по предписанным соседним маршрутам, будет как можно меньшим.

Поэтому для маршрутов с движением в противоположных направлениях, расположенных таким образом, что самолеты, следующие по одному маршруту, находятся слева от самолетов, следующих по другому маршруту, SASP приняла допущение о том, что смещение не применяется, а предполагаемое эшелонирование будет составлять 42,6 км (23 м. мили). Для маршрутов с движением в противоположных направлениях, расположенных таким образом, что самолеты, следующие по одному маршруту, находятся справа от самолетов, следующих по другому маршруту, принято допущение о том, что все самолеты применяют максимальное смещение в 2 м. мили (вправо), с тем чтобы предполагаемое эшелонирование между самолетами, следующими по предписанным соседним маршрутам, составляло 19 м. миль. Для маршрутов, следующих в одном направлении (движение осуществляется в направлении от воображаемого наблюдателя), SASP приняла допущение о том, что самолеты, находящиеся слева, будут применять смещение в 2 м. мили, а самолеты, находящиеся справа, будут ставить своей целью выполнять полет по осевой линии; таким образом, эшелонирование между предполагаемыми траекториями будет составлять 21 м. милю. В системе из четырех маршрутов минимальное предполагаемое эшелонирование для самолетов, следующих по предписанным маршрутам, расстояние между осевыми линиями которых составляет 46 м. миль, будет равно 44 м. милям, а для самолетов, следующих по предписанным маршрутам, расстояние между осевыми линиями которых составляет 69 м. миль, минимальное предполагаемое эшелонирование будет равно 67 м. милям. В системе из семи маршрутов имеются пары маршрутов, расстояние между осевыми линиями которых составляет 42,6 км (23 м. мили), 46 м. миль, 69 м. миль, 92 м. мили, 115 м. миль и 138 м. миль, а минимальные предполагаемые интервалы эшелонирования будут соответственно составлять 21 м. милю, 44 м. мили, 67 м. миль, 90 м. миль, 113 м. миль и 136 м. миль.

3.5.4 В рамках каждой из пяти конфигураций маршрутов для проведения оценки частоты авиационных происшествий, обусловленных нарушением запланированного бокового эшелонирования, SASP использовала модель Райха. Уравнения, на которых основана модель Райха, приведены выше в предыдущем разделе в качестве уравнений (3.4.1) и (3.4.2); однако при выполнении работ, описание которых приводится в настоящем разделе, они использовались для определения максимально допустимой частоты грубых погрешностей для систем маршрутов, в которых расстояние между соседними маршрутами составляло 93 км (50 м. миль), а парк воздушных судов отвечал требованиям RNAV 10. С другой стороны, в настоящем разделе приводится описание выполненных SASP расчетов максимально допустимой частоты грубых ошибок для систем, в рамках которых расстояние между соседними маршрутами составляло 42,6 км (23 м. мили), а парк воздушных судов отвечал требованиям RNP 4. Таким образом, возникла необходимость в присвоении некоторым параметрам, использовавшимся в модели Райха, иных значений. Величины, принятые SASP, показаны на рис. 1–5 справочного материала 5. SASP также изменила подход к расчету вероятности бокового перекрытия, т. е. множителя $P_y(S_y)$ в уравнениях (3.4.1) и (3.4.2). При проведении оценки безопасности полетов, краткая информация о которой приводится в разделе 3.4, принималось допущение о том, что боковые отклонения самолетов от назначенных им маршрутов подчиняются закону двойного двустороннего экспоненциального распределения (DDE). Это допущение приемлемо для воздушных судов с RNAV 10, однако в 2006 году SASP приняла условие, согласно которому в отношении самолетов, отвечающих требованиям RNP 4, должно делаться допущение о том, что типичные отклонения подчиняются закону нормального распределения, а нетипичные отклонения – закону двойного экспоненциального распределения. Таким образом, боковые отклонения самолетов, отвечающих требованиям RNP 4, характеризуются нормальными двойными экспоненциальными плотностями (NDE). Функция плотности NDE представляет собой взвешенную сумму нормальной плотности и двойной экспоненциальной плотности, для каждой из которых среднее значение равно 0. Стандартное отклонение нормальной плотности обозначается символом σ, параметр плотности двойного экспоненциального распределения – символом λ, а коэффициент взвешивания –

т. е. доля полетного времени, в течение которого отклонения воздушных судов (по крайней мере частично) обусловлены нетипичными причинами, обозначен символом α. Поскольку согласно требованиям ИКАО самолеты, отвечающие RNP 4, должны иметь 95-процентное боковое удерживание в пределах 4 м. миль от их заданных траекторий полета, значение параметра σ было принято равным значению, обеспечивающему такой уровень удерживания, т. е. 4/1,959964 = 2,0408538... . Значение, принятое для λ, представляло собой минимальное заданное боковое эшелонирование между самолетами, выполняющими полет по предписанным соседним маршрутам, что (как отмечалось выше) было равно одному из значений 42,6 км (23 м. мили), 19 м. миль или 21 м. миле, в зависимости от рассматриваемой системы маршрутов. Результаты ранее проведенных исследований свидетельствуют о том, что принятие λ, равной минимальному заданному эшелонированию, обеспечивает очень хорошую аппроксимацию с ее "наихудшим" значением. Затем для расчета вероятностей бокового перекрытия, используемых в моделях Райха, SASP применила формулы, приведенные в справочном материале 4. Для каждой из пяти систем маршрутов и для каждого из 20 значений занятости в диапазоне от 0,1 до 2,0 с приростом в 0,1 SASP вычислила значение α, при котором частота авиационных происшествий равна целевому уровню безопасности полетов (TLS), составляющему 5×10^{-9} катастроф на час полета. Поскольку, по мнению SASP, такая частота авиационных происшествий является наихудшей допустимой частотой для риска столкновения на маршруте (в каждом измерении), итоговые значения σ, λ и α характеризуют наихудшие допустимые распределения NDE для 100 комбинаций систем маршрутов и уровней занятости.

3.5.5 Для оценки частоты столкновений по причине нарушения двух, трех, четырех, пяти или шести стандартов запланированного эшелонирования SASP использовала концепцию, позволяющую определить величину занятости для пар несоседних траекторий полета. Необходимость использования такого подхода обусловлена тем, что эмпирические оценки занятости (аналогичные тем, которые были выполнены для системы организованных треков в Северной Атлантике (NAT OTS)) рассматриваются лишь в качестве приблизительной величины в продольном направлении для пар самолетов, следующих по предписанным *соседним* траекториям полета на одной высоте. При значительном расстоянии между маршрутами столкновения между самолетами, следующими по предписанным несоседним траекториям, незначительно влияют на общую частоту столкновений и ими можно пренебречь. Однако при незначительном расстоянии между маршрутами столкновения между самолетами, следующими по предписанным несоседним траекториям, могут оказать значительное влияние. Эта концепция была представлена Группе RGCSP в 1999 году (Ref. 3), а позднее она была включена в *Руководство по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования* (Doc 9689), в качестве добавления 14.

3.5.6 На практике трудно (или даже невозможно) непосредственно оценить параметр α на основе эмпирических данных об отклонениях самолетов от их предписанных маршрутов, поскольку многие (возможно большинство) нетипичные ошибки являются незначительными и отличить их от типичных ошибок фактически невозможно. Однако диспетчеры воздушного движения могут определить грубые ошибки, а поставщики аэронавигационного обслуживания или региональные агентства по мониторингу – провести оценку доли полетного времени, в течение которого парк воздушных судов совершает их. Предполагается, что почти все грубые ошибки являются нетипичными. Согласно положениям раздела 3.4 выше символ η обозначает долю полетного времени парка, в течение которого воздушные суда выполняют полет на расстоянии от осевых линий их соответствующих предписанных маршрутов, составляющ..ем по крайней мере половину стандарта эшелонирования (в этом случае – половину от 42,6 км (23 м. мили), или 11,5 м. мили). Символ ζ обозначает долю полетного времени парка, в течение которого воздушные суда находятся вблизи маршрутов, соседних с их соответствующими предписанными

маршрутами. SASP приняла концепцию, согласно которой под близостью соседнего маршрута понимается зона, центром которой является этот маршрут, а половина ее ширины равна соответствующему значению RNP в 4 м. мили. Таким образом, ζ ошибки представляют собой ошибки, величина которых составляет от 19 до 27 м. миль. Поскольку боковые отклонения самолетов моделируются с использованием NDE распределений, в справочном материале 5 приводятся формулы для расчета η и ζ в виде функций расстояния между маршрутами и параметров σ, λ и α. Затем, определив параметры наихудших допустимых NDE распределений, SASP использовала их для получения максимально допустимых значений η и ζ. Они приводятся в последующих таблицах, в каждой из которых указаны значения, относящиеся к одной из пяти конфигураций маршрутов, рассмотренных SASP.

3.5.7 Внедрение стандарта бокового эшелонирования в 42,6 км (23 м. мили) требует проведения соответствующего мониторинга, позволяющего убедиться в том, что реализованные в рамках системы маршрутов значения η и ζ не превышают максимально допустимых значений, указанных в таблицах ниже.

Таблица 3.5.1. Максимально допустимые значения η и ζ для парка воздушных судов с RNP 4, использующих систему из двух параллельных маршрутов, разнесенных на 42,6 км (23 м. мили), движение по которым осуществляется в противоположных направлениях, и расположенных таким образом, что самолеты, следующие по одному маршруту, находятся слева от самолетов, следующих по другому маршруту.

Занятость	Максимально допустимое η	Максимально допустимое ζ
0,1	$1{,}3541 \cdot 10^{-5}$	$2{,}8673 \cdot 10^{-6}$
0,2	$6{,}7790 \cdot 10^{-6}$	$1{,}4337 \cdot 10^{-6}$
0,3	$4{,}5252 \cdot 10^{-6}$	$9{,}5577 \cdot 10^{-7}$
0,4	$3{,}3983 \cdot 10^{-6}$	$7{,}1683 \cdot 10^{-7}$
0,5	$2{,}7221 \cdot 10^{-6}$	$5{,}7346 \cdot 10^{-7}$
0,6	$2{,}2714 \cdot 10^{-6}$	$4{,}7789 \cdot 10^{-7}$
0,7	$1{,}9494 \cdot 10^{-6}$	$4{,}0962 \cdot 10^{-7}$
0,8	$1{,}7079 \cdot 10^{-6}$	$3{,}5841 \cdot 10^{-7}$
0,9	$1{,}5201 \cdot 10^{-6}$	$3{,}1859 \cdot 10^{-7}$
1,0	$1{,}3698 \cdot 10^{-6}$	$2{,}8673 \cdot 10^{-7}$
1,1	$1{,}2469 \cdot 10^{-6}$	$2{,}6066 \cdot 10^{-7}$
1,2	$1{,}1444 \cdot 10^{-6}$	$2{,}3894 \cdot 10^{-7}$
1,3	$1{,}0577 \cdot 10^{-6}$	$2{,}2056 \cdot 10^{-7}$
1,4	$9{,}8344 \cdot 10^{-7}$	$2{,}0481 \cdot 10^{-7}$
1,5	$9{,}1905 \cdot 10^{-7}$	$1{,}9115 \cdot 10^{-7}$
1,6	$8{,}6270 \cdot 10^{-7}$	$1{,}7921 \cdot 10^{-7}$
1,7	$8{,}1299 \cdot 10^{-7}$	$1{,}6867 \cdot 10^{-7}$
1,8	$7{,}6879 \cdot 10^{-7}$	$1{,}5929 \cdot 10^{-7}$
1,9	$7{,}2925 \cdot 10^{-7}$	$1{,}5091 \cdot 10^{-7}$
2,0	$6{,}9367 \cdot 10^{-7}$	$1{,}4337 \cdot 10^{-7}$

Таблица 3.5.2. Максимально допустимые значения η и ζ для парка воздушных судов с RNP 4, использующих систему из двух параллельных маршрутов, разнесенных на 42,6 км (23 м. мили), движение по которым осуществляется в противоположных направлениях, и расположенных таким образом, что самолеты, следующие по одному маршруту, находятся справа от самолетов, следующих по другому маршруту.

Занятость	Максимально допустимое η	Максимально допустимое ζ
0,1	$1{,}0053\cdot10^{-5}$	$2{,}3238\cdot10^{-6}$
0,2	$5{,}0343\cdot10^{-6}$	$1{,}1617\cdot10^{-6}$
0,3	$3{,}3616\cdot10^{-6}$	$7{,}7437\cdot10^{-7}$
0,4	$2{,}5252\cdot10^{-6}$	$5{,}8069\cdot10^{-7}$
0,5	$2{,}0233\cdot10^{-6}$	$4{,}6448\cdot10^{-7}$
0,6	$1{,}6888\cdot10^{-6}$	$3{,}8701\cdot10^{-7}$
0,7	$1{,}4498\cdot10^{-6}$	$3{,}3167\cdot10^{-7}$
0,8	$1{,}2706\cdot10^{-6}$	$2{,}9017\cdot10^{-7}$
0,9	$1{,}1312\cdot10^{-6}$	$2{,}5789\cdot10^{-7}$
1,0	$1{,}0197\cdot10^{-6}$	$2{,}3207\cdot10^{-7}$
1,1	$9{,}2843\cdot10^{-7}$	$2{,}1094\cdot10^{-7}$
1,2	$8{,}5239\cdot10^{-7}$	$1{,}9333\cdot10^{-7}$
1,3	$7{,}8806\cdot10^{-7}$	$1{,}7843\cdot10^{-7}$
1,4	$7{,}3291\cdot10^{-7}$	$1{,}6566\cdot10^{-7}$
1,5	$6{,}8512\cdot10^{-7}$	$1{,}5459\cdot10^{-7}$
1,6	$6{,}4330\cdot10^{-7}$	$1{,}4491\cdot10^{-7}$
1,7	$6{,}0640\cdot10^{-7}$	$1{,}3637\cdot10^{-7}$
1,8	$5{,}7360\cdot10^{-7}$	$1{,}2877\cdot10^{-7}$
1,9	$5{,}4425\cdot10^{-7}$	$1{,}2197\cdot10^{-7}$
2,0	$5{,}1784\cdot10^{-7}$	$1{,}1586\cdot10^{-7}$

Таблица 3.5.3. Максимально допустимые значения η и ζ для парка воздушных судов с RNP 4, использующих систему из двух параллельных маршрутов, разнесенных на 42,6 км (23 м. мили), движение по которым осуществляется в одном направлении.

Занятость	Максимально допустимое η	Максимально допустимое ζ
0,1	$1{,}2272 \cdot 10^{-4}$	$2{,}7197 \cdot 10^{-5}$
0,2	$6{,}1366 \cdot 10^{-5}$	$1{,}3598 \cdot 10^{-5}$
0,3	$4{,}0916 \cdot 10^{-5}$	$9{,}0651 \cdot 10^{-6}$
0,4	$3{,}0691 \cdot 10^{-5}$	$6{,}7988 \cdot 10^{-6}$
0,5	$2{,}4556 \cdot 10^{-5}$	$5{,}4390 \cdot 10^{-6}$
0,6	$2{,}0466 \cdot 10^{-5}$	$4{,}5325 \cdot 10^{-6}$
0,7	$1{,}7545 \cdot 10^{-5}$	$3{,}8850 \cdot 10^{-6}$
0,8	$1{,}5354 \cdot 10^{-5}$	$3{,}3993 \cdot 10^{-6}$
0,9	$1{,}3650 \cdot 10^{-5}$	$3{,}0216 \cdot 10^{-6}$
1,0	$1{,}2287 \cdot 10^{-5}$	$2{,}7195 \cdot 10^{-6}$
1,1	$1{,}1171 \cdot 10^{-5}$	$2{,}4722 \cdot 10^{-6}$
1,2	$1{,}0242 \cdot 10^{-5}$	$2{,}2662 \cdot 10^{-6}$
1,3	$9{,}4553 \cdot 10^{-6}$	$2{,}0919 \cdot 10^{-6}$
1,4	$8{,}7812 \cdot 10^{-6}$	$1{,}9425 \cdot 10^{-6}$
1,5	$8{,}1970 \cdot 10^{-6}$	$1{,}8130 \cdot 10^{-6}$
1,6	$7{,}6857 \cdot 10^{-6}$	$1{,}6997 \cdot 10^{-6}$
1,7	$7{,}2347 \cdot 10^{-6}$	$1{,}5997 \cdot 10^{-6}$
1,8	$6{,}8337 \cdot 10^{-6}$	$1{,}5108 \cdot 10^{-6}$
1,9	$6{,}4750 \cdot 10^{-6}$	$1{,}4313 \cdot 10^{-6}$
2,0	$6{,}1521 \cdot 10^{-6}$	$1{,}3597 \cdot 10^{-6}$

Таблица 3.5.4. Максимально допустимые значения η и ζ для парка воздушных судов с RNP 4, использующих систему из четырех параллельных маршрутов, движение по которым осуществляется в одном направлении на трех эшелонах полета; расстояние между соседними маршрутами составляет 42,6 км (23 м. мили), а воздушное движение концентрируется на центральных маршрутах.

Занятость	Максимально допустимое η	Максимально допустимое ζ
0,1	$1{,}0818 \cdot 10^{-4}$	$2{,}3973 \cdot 10^{-5}$
0,2	$5{,}4094 \cdot 10^{-5}$	$1{,}1986 \cdot 10^{-5}$
0,3	$3{,}6068 \cdot 10^{-5}$	$7{,}9906 \cdot 10^{-6}$
0,4	$2{,}7055 \cdot 10^{-5}$	$5{,}9929 \cdot 10^{-6}$
0,5	$2{,}1648 \cdot 10^{-5}$	$4{,}7943 \cdot 10^{-6}$
0,6	$1{,}8043 \cdot 10^{-5}$	$3{,}9952 \cdot 10^{-6}$
0,7	$1{,}5468 \cdot 10^{-5}$	$3{,}4245 \cdot 10^{-6}$
0,8	$1{,}3536 \cdot 10^{-5}$	$2{,}9964 \cdot 10^{-6}$
0,9	$1{,}2034 \cdot 10^{-5}$	$2{,}6635 \cdot 10^{-6}$
1,0	$1{,}0833 \cdot 10^{-5}$	$2{,}3971 \cdot 10^{-6}$
1,1	$9{,}8493 \cdot 10^{-6}$	$2{,}1792 \cdot 10^{-6}$
1,2	$9{,}0300 \cdot 10^{-6}$	$1{,}9976 \cdot 10^{-6}$
1,3	$8{,}3367 \cdot 10^{-6}$	$1{,}8439 \cdot 10^{-6}$
1,4	$7{,}7425 \cdot 10^{-6}$	$1{,}7122 \cdot 10^{-6}$
1,5	$7{,}2275 \cdot 10^{-6}$	$1{,}5981 \cdot 10^{-6}$
1,6	$6{,}7769 \cdot 10^{-6}$	$1{,}4982 \cdot 10^{-6}$
1,7	$6{,}3792 \cdot 10^{-6}$	$1{,}4101 \cdot 10^{-6}$
1,8	$6{,}0258 \cdot 10^{-6}$	$1{,}3317 \cdot 10^{-6}$
1,9	$5{,}7096 \cdot 10^{-6}$	$1{,}2616 \cdot 10^{-6}$
2,0	$5{,}4250 \cdot 10^{-6}$	$1{,}1986 \cdot 10^{-6}$

Таблица 3.5.5. Максимально допустимые значения η и ζ для парка воздушных судов с RNP 4, использующих систему из семи параллельных маршрутов, движение по которым осуществляется в одном направлении на семи эшелонах полета; расстояние между соседними маршрутами составляет 42,6 км (23 м. мили), а воздушное движение концентрируется на центральных маршрутах.

Занятость	Максимально допустимое η	Максимально допустимое ζ
0,1	$9{,}4634 \cdot 10^{-5}$	$2{,}0972 \cdot 10^{-5}$
0,2	$4{,}7324 \cdot 10^{-5}$	$1{,}0485 \cdot 10^{-5}$
0,3	$3{,}1555 \cdot 10^{-5}$	$6{,}9902 \cdot 10^{-6}$
0,4	$2{,}3670 \cdot 10^{-5}$	$5{,}2426 \cdot 10^{-6}$
0,5	$1{,}8940 \cdot 10^{-5}$	$4{,}1941 \cdot 10^{-6}$
0,6	$1{,}5786 \cdot 10^{-5}$	$3{,}4951 \cdot 10^{-6}$
0,7	$1{,}3533 \cdot 10^{-5}$	$2{,}9958 \cdot 10^{-6}$
0,8	$1{,}1844 \cdot 10^{-5}$	$2{,}6213 \cdot 10^{-6}$
0,9	$1{,}0530 \cdot 10^{-5}$	$2{,}3300 \cdot 10^{-6}$
1,0	$9{,}4785 \cdot 10^{-6}$	$2{,}0970 \cdot 10^{-6}$
1,1	$8{,}6184 \cdot 10^{-6}$	$1{,}9064 \cdot 10^{-6}$
1,2	$7{,}9017 \cdot 10^{-6}$	$1{,}7475 \cdot 10^{-6}$
1,3	$7{,}2952 \cdot 10^{-6}$	$1{,}6131 \cdot 10^{-6}$
1,4	$6{,}7754 \cdot 10^{-6}$	$1{,}4979 \cdot 10^{-6}$
1,5	$6{,}3248 \cdot 10^{-6}$	$1{,}3980 \cdot 10^{-6}$
1,6	$5{,}9306 \cdot 10^{-6}$	$1{,}3106 \cdot 10^{-6}$
1,7	$5{,}5828 \cdot 10^{-6}$	$1{,}2335 \cdot 10^{-6}$
1,8	$5{,}2736 \cdot 10^{-6}$	$1{,}1650 \cdot 10^{-6}$
1,9	$4{,}9970 \cdot 10^{-6}$	$1{,}1037 \cdot 10^{-6}$
2,0	$4{,}7480 \cdot 10^{-6}$	$1{,}0485 \cdot 10^{-6}$

Справочный материал

1. *Spacing Between PBN Routes, SASP-WG/WHL/23-WP/21, 6 November 2013*
2. *Поправка к документу PANS-ATM, касающаяся минимума бокового эшелонирования 42,6 км (23 м. мили), SASP-WG/WHL/25-WP/7, 16 ноября 2014 года*
3. *Estimating Occupancy and the Rate of Accidents Due to the Loss of Planned Lateral Separation, for the Individual Components of a System of Parallel Routes, RGCSP-WG/WHL/9-WP/3, 3 November 1999*
4. *The Lateral Overlap Probability Experienced by Aeroplanes Whose Lateral Deviations Follow the Same Normal-Double-Exponential Density, SASP-WG/WHL/11-WP/5, 25 April 2007.*
5. *Maximum Tolerable Rates of Gross Lateral Errors for RNP 4 Fleets Using Systems of Parallel Routes, SASP-WG/26-WP/2, 30 January 2015*

3.6 ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ДЛЯ НЕПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ЛИНИЙ ПУТИ, РАЗНЕСЕННЫХ НА 27,8 КМ (15 М. МИЛЬ), ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ RNP 2 ИЛИ СИСТЕМЫ GNSS, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЛЕТОВ ПО ППП

При внедрении минимумов эшелонирования, указанных в настоящем разделе, необходимо учитывать допущения, инструменты реализации и требования к характеристикам системы и проводить сравнение с характеристиками воздушного пространства, в котором эти интервалы эшелонирования внедряются. Описание этих допущений и соображения, касающиеся внедрения, приводятся в таблице ниже.

Допущения	Соображения, касающиеся внедрения
Внедрение стандарта бокового эшелонирования в 27,8 км (15 м. миль) требует проведения соответствующего мониторинга, позволяющего убедиться в том, что частота боковых отклонений, превышающих 7,5 м. миль, составляет менее 1E-5, а показатель занятости для воздушного движения, следующего в противоположном направлении, не превышает 0,3	Коэффициент значительных боковых отклонений (LLD) можно определить путем деления полного времени, в течение которого воздушное судно отклоняется на расстояние, превышающее половину стандарта эшелонирования, на общий налет часов. Под "занятостью" понимается "параметр модели риска столкновения, определяемый путем деления удвоенного числа сближающихся пар воздушных судов, находящихся в одном измерении, на общее количество воздушных судов, выполняющих полет по соответствующим траекториям в течение одного и того же интервала времени"

a) наличие на борту воздушных судов соответствующего исправного оборудования GNSS (отвечающего требованиям Приложения 10); b) оборудование и возможности соответствуют квалификации летного экипажа; c) в соответствующих случаях имеется разрешение компетентного полномочного органа	Проанализировать состав парка воздушных судов, выполняющих полеты в заданном воздушном пространстве, и в соответствующей документации, такой как AIP и/или AIC, опубликовать необходимые директивы и информацию, касающиеся навигационного оборудования. Наличие оборудования GNSS указывается буквой "G" в п. 10a FPL ИКАО. Наличие утверждения RNP 2 также обеспечивает возможность применения такого интервала эшелонирования
Воздушные суда выполняют полеты между установленными точками пути по определенному маршруту и заданной линии пути	Воздушным судам может быть выдано диспетчерское разрешение на использование прямых линий пути между опубликованными точками пути или на выполнение полета по опубликованным маршрутам. Использование специальных точек пути, обозначаемых широтой/долготой, может быть разрешено при условии получения положительных результатов оценки безопасности полетов
Качество связи между пилотом и диспетчером по крайней мере не уступает качеству речевой ОВЧ-связи	
Наблюдение обеспечивать не требуется. Результаты предполагается применять к условиям процедурного эшелонирования, однако наличие средств наблюдения уменьшит риск столкновения в воздухе, вычисленный путем моделирования	Как минимум, наблюдение должно осуществляться посредством передачи пилотом донесений о местоположении с использованием средств ОВЧ-речевой связи DCPC
Предполагается, что отказ RAIM будет фиксироваться пилотом, информация об этом передаваться органу УВД в пределах двух минут, а альтернативные навигационные средства задействоваться в течение пяти минут с момента начала отказа	Требование, касающееся передачи донесения органу УВД относительно отказа RAIM, должно быть четко оговорено в соответствующих документах, таких как AIP или AIC

Принятая плотность воздушного движения определялась как пролет типичным воздушным судном/типичного воздушного судна одного/одним воздушным судном, следовавшим в одном направлении, и тремя воздушными судами, следовавшими в противоположном направлении по соседнему параллельному маршруту на том же эшелоне полета в течение каждого часа полета, т. е. в этом случае было принято допущение о том, что $N_x(same) = 1$, а $N_x(opp) = 3$ пролета в течение часа полета	Проанализировать плотность воздушного движения в воздушном пространстве и сравнить результаты с принятым допущением
Консервативные с точки зрения риска размеры воздушных судов были приняты равными параметрам самолета "Эрбас" А-380	Для воздушных судов меньших размеров, чем А-380, выполняющих полеты в воздушном пространстве, риск столкновения будет меньшим

Оценка безопасности полетов для навигационных характеристик

3.6.1 Оценка безопасности полетов применительно к интервалу разнесения параллельных маршрутов, составляющему 27,8 км (15 м. миль) для воздушных судов, оснащенных оборудованием GNSS, обеспечивающим возможность выполнения полетов по ППП, проводилась на основе используемых в рамках модели Райха формул определения частоты столкновений, обусловленных нарушением планового бокового эшелонирования: в одном случае рассматривалась пара находившихся на одной высоте траекторий полета, движение по которым осуществлялось в одном направлении, а во втором случае – пара находившихся на одной высоте траекторий полета, движение по которым осуществлялось в противоположных направлениях:

$$N_{ac,same} = N_x(same)P_y(S_y)P_z(0)\left(1+\frac{\lambda_x}{\lambda_y}\frac{\overline{|\dot{y}|}}{\overline{|\Delta V|}}+\frac{\lambda_x}{\lambda_z}\frac{\overline{|\dot{z}|}}{\overline{|\Delta V|}}\right) \quad (3.6.1)$$

$$N_{ac,opp} = N_x(opp)P_y(S_y)P_z(0)\left(1+\frac{\lambda_x}{\lambda_y}\frac{\overline{|\dot{y}|}}{2\overline{V}}+\frac{\lambda_x}{\lambda_z}\frac{\overline{|\dot{z}|}}{2\overline{V}}\right) \quad (3.6.2)$$

$$N_{ac} = N_{ac,same} + N_{ac,opp} \quad (3.6.3)$$

3.6.2 Формулы в уравнениях (3.6.1) и (3.6.2) являются практически идентичными и отличаются лишь параметрами, чувствительными к направлению полета. Их можно рассматривать в качестве (эквивалента) используемых в рамках модели Райха форм регистрации частоты пролетов воздушных судов при определении занятости маршрутов, о которых говорится в добавлении B к главе 4 раздела 2 части II *Руководства по планированию обслуживания воздушного движения* (Doc 9426) (Ref. 1) и в добавлении 4 *Руководства по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования* (Doc 9689) (Ref. 2)[3].

[3] Справочные материалы, список которых приводится в конце каждого раздела, обозначены цифрами 1, 2, 3, ...

3.6.3 Результаты оценки безопасности полетов были представлены на 13-м совещании Рабочей группы полного состава Группы экспертов по эшелонированию и безопасности воздушного пространства (SASP) (Ref. 3).

3.6.4 Минимумы эшелонирования разрабатывались в целях реализации воздушными судами, оснащенными оборудованием GNSS, усовершенствованных навигационных возможностей при полетах по маршруту в условиях использования ОВЧ-речевой связи, однако при этом требование об обеспечении средствами наблюдения не выдвигалось. Такая конкретная оговорка относительно "сенсорных устройств" не означает, что она ставит своей целью исключить будущие навигационные средства. Напротив, ограничение, касающееся использования только GNSS, позволило более четко оценить источники навигационных погрешностей. Эти выводы можно применять к любым другим навигационным средствам, характеристики которых, по крайней мере, не уступают характеристикам GNSS; позднее было признано, что навигационные характеристики должны быть аналогичны возможным характеристикам воздушных судов, утвержденных для выполнения полетов на основе RNP 2. В этой связи SASP решила опубликовать минимумы эшелонирования в качестве применимых как к воздушным судам, оснащенным оборудованием GNSS, так и к воздушным судам, утвержденным на полеты по RNP 2.

3.6.5 В ходе проведения оценки SASP приняла ряд допущений в отношении эксплуатационных сценариев и моделей риска столкновения, о которых говорится в последующих пунктах.

3.6.6 Воздушные суда либо оснащены оборудованием GNSS и приемник GNSS работает в комплекте с системой управления полетом (FMS) и кабинным индикатором отклонения от курса, либо у них имеется утвержденное и сертифицированное для использования GNSS оборудование. (Моделирование не распространяется на воздушные суда, имеющие на борту лишь несертифицированный переносной приемник GNSS).

3.6.7 Воздушные суда выполняют полеты между установленными точками пути по определенному маршруту и заданной линии пути. Кабинный индикатор отклонения от курса (CDI) будет показывать отклонение от этой заданной линии пути.

3.6.8 Связь между пилотом и диспетчером, по крайней мере, не уступает ОВЧ-речевой связи.

3.6.9 Наблюдение обеспечивать не требуется. Результаты предполагается применять к условиям процедурного эшелонирования, однако наличие средств наблюдения уменьшит риск столкновения в воздухе, вычисленный путем моделирования.

3.6.10 Основным навигационным средством для воздушных судов является GNSS. Плотность размещения наземных навигационных средств может быть низкой.

3.6.11 Предполагается, что отказ RAIM будет фиксироваться пилотом, информация об этом передаваться органу УВД в пределах двух минут, а альтернативные навигационные средства задействоваться в течение пяти минут с момента начала отказа.

3.6.12 При моделировании учитываются как типичные навигационные погрешности, так и нетипичные навигационные ошибки. Типичные погрешности могут иметь место при выполнении штатного полета. Существуют три источника типичных боковых навигационных погрешностей, а именно: навигационная погрешность GNSS, навигационная погрешность, обусловленная отказом RAIM, и погрешность техники пилотирования. Для каждого источника навигационных погрешностей и ошибок выбраны соответствующие типы распределения вероятности и проведена оценка их стандартных отклонений, о чем говорится в последующих пяти пунктах.

Типичная навигационная погрешность

3.6.13 Первым источником типичной боковой навигационной погрешности является навигационная погрешность GNSS, т. е. погрешность, обусловленная неточностями оценки GPS истинного местоположения при наличии RAIM. Эта погрешность является осесимметричной. В данном случае аналогом гауссового распределения является рэлеевское распределение с кумулятивной функцией распределения $F(r) = 1 - e^{-r^2/2\sigma^2}$, где r является радиусом, а σ – стандартным отклонением боковой (и продольной) навигационной погрешности GNSS.

3.6.14 Согласно консервативной оценке, выполненной на основе рекомендаций, изложенных в документе RTCA/DO-229C (Ref. 4), вероятность того, что при полете по маршруту с задействованной функцией RAIM навигационная погрешность GNSS превысит 2 м. мили составляет 10^{-3}. Это значение использовалось для определения стандартного отклонения σ. Стандартное отклонение, которое дает вероятность 10^{-3} в хвосте распределения при $r > 2$ м. мили составляет $\sigma = \sqrt{2/(3\ln 10)}$ = 0,5381 м. мили. Таким образом, распределение боковых погрешностей является гауссовым с аналогичным стандартным отклонением.

3.6.15 Вторым источником типичной навигационной погрешности является отказ RAIM. Потеря RAIM не обязательно связана с ухудшением точности определения местоположения. При консервативном моделировании навигационной погрешности при отказе RAIM было принято допущение о том, что период отказа RAIM включает в себя первоначальный двухминутный период, в течение которого точность не ухудшается, за которым следует трехминутный период, в течение которого точность определения местоположения ухудшается и при полете по методу счисления пути (DR) отклонение воздушного судна от линии пути может находиться в пределах 9°. После этого 95-процентная зона в боковом измерении ограничивается расстоянием ± 5,77 м. миль, если скорость воздушного судна составляет 600 уз. Для такой боковой ошибки с нулевым средним отклонением и стандартным отклонением, составляющим 5,77/1,96 = 2,94 м. мили, принимается гауссово распределение.

3.6.16 Учет навигационной погрешности при отказе RAIM также обусловливает необходимость проведения оценки вероятности отказа RAIM. Отказы RAIM при уровне защиты в горизонтальной плоскости (HPL) в 2 м. мили на маршруте происходят очень редко. Вероятность полета воздушного судна в условиях отказа RAIM в любой момент времени (основано на показателе, равном 10 минут в год) составляет $10/(60 \times 24 \times 365{,}25) = 1{,}9 \times 10^{-5}$.

3.6.17 Третьим источником типичной боковой навигационной погрешности является погрешность техники пилотирования. При полете по маршруту предполагается, что кабинный индикатор отклонения от курса (CDI) индицирует отклонение в ± 5 м. миль в любую сторону от заданной линии пути. Пилот (или автопилот) с полным основанием может рассчитывать на то, что полет будет проходить в пределах половины полномасштабного отклонения. Для такой боковой ошибки с нулевым средним отклонением и стандартным отклонением, составляющим 2,5/1,96 = 1,28 м. мили, было принято нормальное распределение, при котором вероятность нахождения в пределах ± 2,5 м. мили от заданной линии пути будет составлять 0,95.

3.6.18 Три источника погрешностей, описание которых приведено выше, использовались для вычисления вероятности бокового перекрытия $P_y(S_y)$, обусловленного нарушением планового эшелонирования и **типичной** боковой навигационной погрешностью. Первый этап заключался в объединении распределения навигационных погрешностей GNSS с RAIM и распределения навигационных погрешностей без RAIM в комбинацию, состоящую из двух гауссовых

распределений. На следующем этапе была добавлена погрешность техники пилотирования, в результате чего получена еще одна комбинация из двух гауссовых распределений, одно из которых характеризовало навигационную погрешность GNSS с RAIM и погрешность техники пилотирования, а другое – навигационную погрешность без RAIM и погрешность техники пилотирования. Наконец, последняя комбинация гауссовых распределений была использована для вычисления заданной вероятности бокового перекрытия $P_y(S_y)$ (Ref. 3).

3.6.19 Затем для оценки риска столкновения находящихся на одном эшелоне полета соседних воздушных судов, обусловленного типичными навигационными погрешностями, были использованы уравнения (3.6.1) – (3.6.3) модели Райха применительно к параллельным линиям пути, разнесенным на 27,8 км (15 м. миль) и следовавшим в одном и противоположном направлениях. При этом была использована определенная в соответствии с предыдущим пунктом вероятность бокового перекрытия. Принятая плотность воздушного движения определялась как пролет типичным воздушным судном/типичного воздушного судна одного/одним воздушным судном, следовавшим в одном направлении, и тремя воздушными судами, следовавшими в противоположном направлении по соседнему параллельному маршруту на том же эшелоне полета в течение каждого часа полета, т. е. в этом случае было принято допущение о том, что $N_x(same) = 1$, а $N_x(opp) = 3$ пролета в течение часа полета. Консервативные с точки зрения риска размеры воздушных судов были приняты равными параметрам самолета "Эрбас" A-380.

3.6.20 Согласно оценке в результате подстановки в модель всех значений параметров, предусмотренных моделью риска столкновения, риск столкновения, обусловленный нарушением планового бокового эшелонирования и типичной боковой навигационной погрешностью, составил $N_{ac} = 7{,}68 \times 10^{-10}$ катастроф на час полета. Целевой уровень безопасности полетов (TLS), составляющий 5×10^{-9} катастроф на час полета, намного превышает этот оценочный показатель, что предоставляет определенную возможность для учета риска столкновения, обусловленного нарушением бокового эшелонирования и нетипичной навигационной ошибкой.

Нетипичная навигационная ошибка

3.6.21 К числу нетипичных навигационных ошибок относятся грубые эксплуатационные ошибки и значительные нескорректированные отклонения. Их моделирование проводилось посредством вычислений с использованием функции двойного экспоненциального распределения. Согласно одному приведенному примеру, в котором параметр масштаба двойного экспоненциального распределения был консервативно принят равным $\lambda_E = 15$ м. миль, а коэффициент взвешивания нетипичной ошибки $\beta = 2{,}76 \times 10^{-7}$, вычисленный показатель риска N_{ac} оказался несколько меньше TLS, составляющего 5×10^{-9} катастроф на час полета. Соответствующая максимально допустимая частота ошибок примерно составляла $\eta = 5 \times 10^{-7}$, а $\zeta = 2{,}7 \times 10^{-8}$. Поэтому при боковом эшелонировании воздушных судов с возможностями RNP 2, находящихся на параллельных маршрутах, разнесенных на 27,8 км (15 м. миль), в условиях, когда в бюджете риска эксплуатационная ошибка занимает доминирующее положение, имеется возможность выдержать риск столкновения на уровне меньшем, чем TLS.

Оценка факторов опасности

3.6.22 Описание оценки факторов опасности, выполненной SASP, приводится в разделе 3.9 и дополнении A.

Справочный материал

1. *Руководство по планированию обслуживания воздушного движения*, издание первое (предварительное) , 1984, Doc 9426-AN/924.
2. *Руководство по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования*, издание первое, 1998, Doc 9689-AN/953.
3. Lateral Separation of GNSS Aircraft based on a 13 km (7 NM) Navigational Tolerance, SASP-WG-WHL/13-WP/49, Montreal, Canada, 12 – 23 May 2008.
4. *Minimum Operational Performance Standards for Global positioning system/Wide Area Augmentation System Airborne Equipment*, RTCA/DO-229C, 2001.

3.7 ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ВОЗДУШНОГО СУДНА, РАСПОЛАГАЮЩЕГО ВОЗМОЖНОСТЯМИ RNP 2 ИЛИ GNSS, ПРИ НАБОРЕ ВЫСОТЫ ИЛИ СНИЖЕНИИ С ПЕРЕСЕЧЕНИЕМ ЭШЕЛОНА ПОЛЕТА ДРУГОГО ТАКОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

При внедрении минимумов эшелонирования, указанных в настоящем разделе, необходимо учитывать допущения, инструменты реализации и требования к характеристикам системы, и проводить сравнение с характеристиками воздушного пространства, в котором эти интервалы эшелонирования внедряются. Описание этих допущений и соображения, касающиеся внедрения, приводятся в таблице ниже.

Допущения	Соображения, касающиеся внедрения
Для применения бокового эшелонирования в 13 км (7 м. миль) используется прямая ОВЧ-речевая связь "диспетчер – пилот", а для применения бокового эшелонирования в 37 км (20 м. миль) используется связь, предоставляемая третьей стороной	
Предполагается, что выполняющие эту процедуру оба самолета, один из которых набирает высоту или снижается, а второй – выдерживает свой эшелон полета, для навигации используют глобальную навигационную спутниковую систему (GNSS)	Проанализировать состав парка воздушных судов, выполняющих полеты в заданном воздушном пространстве, и в соответствующей документации, такой как AIP и/или AIC, опубликовать необходимые директивы и информацию, касающиеся навигационного оборудования. Наличие оборудования GNSS указывается буквой "G" в п. 10a FPL ИКАО. Наличие утверждения RNP 2 также обеспечивает возможность применения такого интервала эшелонирования

Оценка безопасности полетов для навигационных характеристик

3.7.1 При моделировании набора высоты или снижения самолета, располагающего возможностями RNP 2 или GNSS, с пересечением эшелона полета другого такого самолета, когда они следуют в одном направлении по параллельным траекториям, SASP ставила своей целью определить такой минимум бокового эшелонирования между траекториями полета этих самолетов, при котором бы обеспечивалось безопасное выполнение этой процедуры. Под безопасным выполнением процедуры понимается процесс, в рамках которого риск столкновения не превышает установленного критерия, т. е. целевого уровня безопасности полетов (TLS). Поэтому Группа экспертов приступила к решению этой проблемы с проведения оценки риска столкновения при выполнении этой процедуры в качестве функции предписанного интервала бокового эшелонирования между этими самолетами. Затем в качестве стандарта эшелонирования Группа смогла выбрать минимальное расстояние, при котором риск был приемлемо малым.

3.7.2 При проведении оценки риска столкновения, связанного с выполнением упомянутой процедуры, использовались некоторые принципы модели Райха, однако результатом оценки стало определение не частоты авиационных происшествий, а вероятности столкновения при типичном выполнении этой процедуры:

$$\text{Prob}\{collision\} = p_S\left(1+\frac{k_S h}{cw}\right)\left(\frac{l}{m}+\frac{2\sigma h}{cm\sqrt{2\pi}}\right) \qquad (3.7.1)$$

Примечание. Информация о модели риска столкновения, описываемой уравнением (3.7.1), представлялась на 1-м совещании Рабочей группы полного состава Группы экспертов SASP (Ref. 1)[4].

3.7.3 Символ p_S в правой части уравнения (3.7.1) обозначает вероятность, с которой в произвольно выбранный момент времени траектории полета самолетов, следующих с предписанным интервалом бокового эшелонирования в S м. миль, в боковом измерении фактически перекроются. Другие символы обозначают типовые размеры воздушных судов, их относительные скорости полета и разделительные расстояния между воздушными судами в продольном и вертикальном измерениях. Они определяются в пп. 3.7.11 и 3.7.12.

3.7.4 В большинстве случаев при рассмотрении вопроса о минимумах эшелонирования SASP использовала TLS в качестве максимально допустимой частоты катастроф, обусловленных нарушением плановых интервалов эшелонирования (в одном или другом из трех измерений), для выражения которого используется такая единица, как количество катастроф на час полета. Поскольку TLS, как правило, применяется ко *всем* видам полетов в любом заданном воздушном пространстве риск, связанный с выполнением процедуры набора высоты или снижения, будет учитываться наряду с результатами всех других выполненных для этого воздушного пространства оценок частоты катастроф, обусловленных нарушением плановых интервалов бокового эшелонирования. Обычно в различных районах воздушного пространства результаты таких других оценок будут отличаться, поэтому располагаемый неиспользованный бюджет риска, связанного с выполнением процедуры набора высоты или снижения, в различных районах воздушного пространства будет также отличаться.

3.7.5 Для того чтобы исключить возможность введения различными полномочными органами по организации воздушного пространства различных минимумов эшелонирования для этой процедуры SASP решила выразить TLS в других единицах. В рамках своей деятельности по определению интервалов эшелонирования в районах аэродромов Группа экспертов использовала TLS, выраженный в виде максимально допустимой вероятности столкновения типичной пары самолетов, один из которых прибывает в аэропорт, а другой – вылетает из него. (См. п. 3.5.2 циркуляра 324 (Ref. 2).) Аналогичный TLS SASP использовала при рассмотрении процедуры набора или снижения, т. е. максимально допустимую вероятность столкновения при выполнении типичной процедуры. Числовое значение TLS было принято равным 5×10^{-10}, т. е. аналогичным значению, которое SASP использовала при рассмотрении маршрутов в районе аэродрома.

3.7.6 Модель риска столкновения, в рамках которой используется уравнение (3.7.1), применялась к производству полетов в условиях применения двух различных видов связи, а именно: прямой речевой ОВЧ-связи "диспетчер – пилот" и связи через третью сторону. В п. 3.7.25

[4] Справочные материалы, список которых приводится в конце каждого раздела, обозначены цифрами 1, 2, 3, ...

приводится пояснение того, каким образом эти два варианта оказали влияние на выбор SASP одного из критичных параметров базовой модели риска столкновения.

3.7.7 Предполагается, что участвующие в выполнении процедуры самолеты совершают полет по параллельным траекториям. SASP также приняла допущение о том, что интервал их продольного эшелонирования должен быть меньше минимального интервала эшелонирования, основанного на расстоянии, который должен выдерживаться самолетами, получившими указание следовать по одному и тому же маршруту на одном эшелоне полета. Поскольку один самолет пересекает эшелон полета другого самолета, эта пара однозначно не может иметь какого-либо планового вертикального эшелонирования. Таким образом, единственным предписанным для такой процедуры видом эшелонирования является боковое эшелонирование.

3.7.8 Аналогично предусмотренному моделью Райха подходу к оценке частоты столкновений в рамках модели риска столкновения, описываемой уравнением (3.7.1), самолеты консервативно рассматривались в качестве прямоугольного параллелепипеда, а столкновение между ними происходило точно по одному из трех возможных сценариев, а именно: фронтальное столкновение (носовой частью в хвостовую), вертикальное столкновение (верхней частью в нижнюю) и боковое столкновение (боковой частью в боковую). Фронтальным столкновением является момент вхождения в продольное перекрытие в условиях одновременного бокового и вертикального перекрытия, вертикальным столкновением является момент вхождения в вертикальное перекрытие в условиях одновременного продольного и бокового перекрытия, а боковым столкновением является момент вхождения в боковое перекрытие в условиях одновременного продольного и вертикального перекрытия.

3.7.9 Поскольку самолетам предписаны параллельные траектории полета, они не имеют какого-либо планового продольного эшелонирования, и поэтому их знаковое продольное эшелонирование в начале набора высоты или снижения рассматривается в качестве случайной переменной с соответствующим равномерным распределением. Предполагается, что их знаковая разница скорости имеет нормальное распределение с нулевым средним отклонением.

3.7.10 Вероятность одновременного продольного и вертикального перекрытия между самолетами является функцией первоначального продольного эшелонирования, разницы скорости и нескольких параметров, моделируемых в качестве "постоянных" (несмотря на то, что в теоретических разработках они рассматриваются в качестве постоянных, при применении уравнений риска их значения, при необходимости, могут изменяться). При дифференцировании уравнений риска наиболее важными постоянными являются: первоначальное вертикальное эшелонирование между самолетами, высота прямоугольного параллелепипеда, используемого для моделирования самолета, и скорость набора высоты или снижения. Эти три значения определяют временной интервал, в течение которого происходит вертикальное перекрытие. Значение произвольного вектора (*знаковое первоначальное эшелонирование, знаковая разница скорости в продольном направлении*) определяет, имеет ли место продольное перекрытие и, если это так, то происходит ли оно в течение периода вертикального перекрытия, а если это тоже имеет место, то продолжительность периода одновременного перекрытия.

3.7.11 В рамках теоретической разработки символом m (м. мили) обозначается минимально допустимое продольное эшелонирование для самолетов, которым предписаны один и тот же маршрут и эшелон полета. Параметры l, w и h, соответственно, обозначают длину, ширину и высоту прямоугольного параллелепипеда, используемого в модели типичного самолета. σ обозначает стандартное отклонение знаковой разницы между скоростями самолетов в продольном направлении, a – их начальную разницу высоты, а c – вертикальную скорость

набора высоты или снижения самолета. t_b и t_e, соответственно, обозначают моменты начала и окончания вертикального перекрытия. Они являются функциями a, h и c. В случае возникновения продольного перекрытия T_b и T_e, соответственно, обозначают моменты времени, в которые оно начинается и заканчивается. Они являются функциями начального продольного эшелонирования и знаковой разницы скорости (в продольном направлении), а поскольку эти два параметра являются случайными переменными, то это также относится к T_b и T_e.

3.7.12 Символ p_S обозначает вероятность того, что в произвольно выбранный момент времени самолеты, предписанный интервал бокового эшелонирования которых составляет S морских миль, фактически находятся в боковом перекрытии; для этих самолетов n_S дает среднюю частоту входа в боковое перекрытие, измеряемую количеством событий в час (предполагается, что до тех пор, пока S не является значением, близким к 0, p_S и n_S будут очень небольшими величинами). Параметр k_S (уз) является средней скоростью пролета в боковом направлении самолетов, нарушивших предписанное им плановое боковое эшелонирование в S м. миль.

3.7.13 Фронтальное столкновение происходит тогда, когда у двух самолетов, выполняющих процедуру, наступает продольное перекрытие в момент, когда уже имеют место вертикальное и боковое перекрытие. Для того чтобы такое столкновение произошло, произвольное время T_b (т. е. момент, в который начинается продольное перекрытие) должно находиться в диапазоне между t_b и t_e. Модель оценивает вероятность такого столкновения как $p_S\sigma(t_e - t_b)/\left(m\sqrt{2\pi}\right)$.

3.7.14 Вертикальное столкновение происходит тогда, когда у двух самолетов, выполняющих процедуру, наступает вертикальное перекрытие в момент, когда уже имеют место продольное и боковое перекрытие. Поэтому вертикальное перекрытие при таком столкновении должно начинаться в момент времени t_b, который наступает в период между произвольными моментами времени T_b и T_e. Модель оценивает вероятность такого столкновения как lp_S/m.

3.7.15 Боковое столкновение происходит тогда, когда у двух самолетов, выполняющих процедуру, наступает боковое перекрытие в момент, когда уже имеют место продольное и вертикальное перекрытие. Используя консервативную оценку средней продолжительности одновременного продольного и вертикального перекрытия, модель оценивает вероятность столкновения бокового столкновения как $\left(2n_S h/c\right)\left(l/m + \sigma(t_e - t_b)/\left(m\sqrt{2\pi}\right)\right)$. (Сводная информация в некоторых дополнительных работах, связанных с определением средней продолжительности одновременного продольного и вертикального перекрытия, приводится в справочном материале 3.)

3.7.16 Выполнив суммирование вероятностей трех конкретных типов столкновений и упростив эту сумму, модель позволила определить вероятность столкновения $\text{Prob}\{collision\}$, как соответствующую правой части уравнения (3.7.1).

3.7.17 Полномочный орган по организации воздушного пространства, который определяет риск в таких традиционных единицах, как количество катастроф на час полета, может использовать значение вероятности столкновения для выражения обусловленного процедурой риска в боковом измерении в тех же единицах. Если в воздушном пространстве среднее одномоментное количество находящихся в воздухе самолетов составляет f, а часовая частота

выполнения процедуры набора высоты или снижения равна R (количество выполняемых процедур в час), то риск столкновения, обусловленный этой процедурой, составляет $2 \times R \times \text{Prob}\{collision\} / f$ катастроф на час полета. Такая частота авиационных происшествий будет суммирована с расчетной частотой авиационных происшествий (обусловленных нарушением планового бокового эшелонирования) для всех других операций в воздушном пространстве; затем полученную сумму можно сравнить с традиционным TLS для риска, обусловленного нарушением планового бокового эшелонирования.

3.7.18 Предполагается, что оба самолета, выполняющие процедуру (один набирает высоту или снижается, а второй – продолжает выполнять горизонтальный полет), используют GNSS. Для учета типичного и нетипичного поведения SASP выполнила моделирование боковых отклонений самолетов от их заданных траекторий полета, используя для этого функцию плотности вероятности нормального двойного экспоненциального распределения (NDE). Обычно эта функция плотности описывается уравнением:

$$f(y;\alpha,\sigma_L,\lambda) = \frac{1-\alpha}{\sigma_L\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_L}\right)^2} + \frac{\alpha}{2\lambda} e^{-\frac{|y|}{\lambda}} \qquad (3.7.2)$$

3.7.19 Эта функция является взвешенной суммой двух функций плотности вероятности: функции типичных погрешностей, характеризуемой нормальной плотностью с нулевым средним отклонением и стандартным отклонением σ_L, и функции нетипичных ошибок, характеризуемой плотностью двойного экспоненциального распределения с нулевым средним отклонением и стандартным отклонением $\lambda\sqrt{2}$. Параметр α ($0 < \alpha < 1$) является долей полетного времени, в течение которого самолет совершает нетипичные ошибки.

3.7.20 SASP вывела формулу $p_S = p_S(\alpha,\sigma_L,\lambda)$ для вероятности, с которой у двух таких самолетов, следующих по предписанным параллельным траекториям, разнесенным на S м. миль, в произвольно выбранный момент наступит боковое перекрытие (Ref. 4). Используя w для обозначения ширины или размаха крыла самолетов (как отмечалось выше) и Φ для обозначения функции стандартного нормального распределения, эта формула показывает, что:

$$\begin{aligned}
p_S(\alpha,\sigma_L,\lambda) &= (1-\alpha)^2\left[\Phi\left(\frac{w-S}{\sigma_L\sqrt{2}}\right) - \Phi\left(\frac{-w-S}{\sigma_L\sqrt{2}}\right)\right] \\
&+ \alpha(1-\alpha)\left\{e^{\frac{\sigma_L^2}{2\lambda^2}}\left[e^{\frac{w-S}{\lambda}}\Phi\left(-\frac{w-S}{\sigma_L}-\frac{\sigma_L}{\lambda}\right) - e^{-\frac{w+S}{\lambda}}\Phi\left(\frac{w+S}{\sigma_L}-\frac{\sigma_L}{\lambda}\right)\right] + \Phi\left(\frac{w-S}{\sigma_L}\right) - \Phi\left(-\frac{w+S}{\sigma_L}\right)\right\} \\
&+ \alpha(1-\alpha)\left\{e^{\frac{\sigma_L^2}{2\lambda^2}}\left[e^{\frac{S+w}{\lambda}}\Phi\left(-\frac{S+w}{\sigma_L}-\frac{\sigma_L}{\lambda}\right) - e^{\frac{S-w}{\lambda}}\Phi\left(-\frac{S-w}{\sigma_L}-\frac{\sigma_L}{\lambda}\right)\right] + \Phi\left(\frac{S+w}{\sigma_L}\right) - \Phi\left(\frac{S-w}{\sigma_L}\right)\right\} \\
&+ \begin{cases}
\alpha^2 + \dfrac{\alpha^2 e^{-\frac{w}{\lambda}}}{2\lambda}\left[S\sinh\left(\dfrac{S}{\lambda}\right) - (w+2\lambda)\cosh\left(\dfrac{S}{\lambda}\right)\right] & \text{if } S \le w \\
\dfrac{\alpha^2 e^{-\frac{S}{\lambda}}}{2\lambda}\left[(S+2\lambda)\sinh\left(\dfrac{w}{\lambda}\right) - w\cosh\left(\dfrac{w}{\lambda}\right)\right] & \text{if } w \le S
\end{cases}
\end{aligned} \qquad (3.7.3)$$

3.7.21 На основе этой формулы SASP составила таблицы вероятностей бокового перекрытия $p_S(\alpha,\sigma_L,\lambda)$ для двух значений σ_L, для диапазонов значений S, α и λ и для единой эмпирической оценки размаха крыла w. Были выполнены три серии вычислений, во второй и третьей из которых использовался более широкий, чем в предыдущих сериях (Ref. 5–7) диапазон значений S. При вычислении $p_S(\alpha,\sigma_L,\lambda)$ использовавшиеся для определения минимумов, применимых к этой процедуре, значения S (в м. милях) принимались равными целым числам в диапазоне от 1 до 30.

3.7.22 Два значения σ_L базировались на двух уровнях навигации, основанной на характеристиках (PBN). При одном уровне PBN стандартное отклонение типичных погрешностей не должно превышать 0,5/3 м. мили = 1/6 м. мили; при другом – стандартное отклонение типичных погрешностей не должно превышать 2,5/3 м. мили = 5/6 м. мили. В отсутствие эмпирических данных, которые могли бы предложить соответствующее значение λ, при каждом расчете значение λ принималось равным S, что соответствует консервативному подходу в том смысле, что он (приблизительно) максимально увеличивает вычисленную вероятность бокового перекрытия. В результате выполненных расчетов были составлены две таблицы значений для $p_S = p_S(\alpha,\sigma_L,\lambda)$: по одной таблице для каждого принятого значения σ_L, в которых каждый ряд соответствует гипотетическому значению S, а каждая колонка – гипотетическому значению α.

3.7.23 Для составления таблиц вероятностей столкновения на основе таблиц вероятностей бокового перекрытия SASP использовала уравнение (3.7.1). Группа, приняв минимум продольного эшелонирования m равным 30 м. миль, и использовав эмпирически оцененные значения l, w и h, а также консервативные значения k_S, c и σ, провела оценку произведения второго и третьего членов правой части уравнения $\left(1+\frac{k_S h}{cw}\right)\left(\frac{l}{m}+\frac{2\sigma h}{cm\sqrt{2\pi}}\right)$, согласно которой это значение составило 0,0020838. Умножение каждой вероятности бокового перекрытия на 0,0020838 дало соответствующее значение вероятности столкновения. Таким образом, SASP составила две таблицы вероятностей столкновения, в которых каждый ряд соответствует гипотетическому значению S, а каждая колонка – гипотетическому значению α.

3.7.24 Установлено, что при самых малых значениях S, таких как 1, 2, 3 или 4 (м. миль), значения вероятности столкновения в таблице, для которой $\sigma_L = 5/6$ м. миль, на несколько порядков выше соответствующих значений вероятности (для аналогичных значений S и α), указанных в таблице, для которой $\sigma_L = 1/6$ м. миль. Это обусловлено тем, что в предыдущем случае на вероятности бокового перекрытия значительное влияние оказывают относительно большие вероятности типичных ("основных") отклонений. После того, как предписанный интервал эшелонирования S достигнет 13 км (7 м. миль), различия между соответствующими вычисленными значениями становятся крайне незначительными. Принимая более консервативный (очень незначительно) подход, SASP использовала минимальные значения интервалов эшелонирования из таблицы (Ref. 7, таблица 4), для которых $\sigma_L = 5/6$ м. миль.

3.7.25 Заключительный этап выбора минимума эшелонирования заключался в определении приемлемых значений α и выборе из таблицы наибольшего значения S, при котором вероятность столкновения меньше или равна значению TLS, составляющему 5×10^{-10}. Рассмотрев сводную информацию за последние годы о характеристиках в регионе Северной Атлантики и признав тот факт, что принятие в этом регионе согласованных мер по улучшению навигации привело к существенному уменьшению эмпирически полученных значений α, SASP выбрала вполне

консервативные значения: $\alpha = 6\times10^{-5}$ при наличии прямой связи "диспетчер – пилот" (DCPC) и $\alpha = 2\times10^{-4}$ для случая, когда связь между диспетчерами и пилотами осуществляется через третью сторону (см. п. 3.7.8).

3.7.26 Используя значения в таблице, для которой $\sigma_L = 5/6$ м. миль, SASP установила, что пара ($S = 7$ м. миль, $\alpha = 6\times10^{-5}$) дает $\text{Prob}\{collision\} = 4{,}24\times10^{-10}$, а пара ($S = 20$ м. миль, $\alpha = 2\times10^{-4}$) дает $\text{Prob}\{collision\} = 4{,}91\times10^{-10}$. Это самые небольшие целые значения S, при которых вероятности столкновения (при выбранных значениях α) были меньше TLS, составляющего 5×10^{-10}. Поэтому для выполнения процедуры набора высоты или снижения SASP рекомендовала использовать минимум бокового эшелонирования 13 км (7 м. миль) при наличии DCPC и минимум бокового эшелонирования 37 км (20 м. миль) в том случае, когда ведение связи "диспетчер – пилот" осуществляется с привлечением поставщика обслуживания средствами связи, являющегося третьей стороной.

3.7.27 Для интервала эшелонирования 13 км (7 м. миль) величина ошибки η превышает 3,5 м. мили, а величина ошибки ζ находится в диапазоне 6,67 м. миль и 7,33 м. мили. Максимально допустимая частота грубых ошибок для интервала эшелонирования 13 км (7 м. миль) составляет $\eta = 3{,}6\times10^{-5}$, а $\zeta = 2{,}1\times10^{-6}$. Для интервала эшелонирования 37 км (20 м. миль) величина ошибки η превышает 10 м. миль, а величина ошибки ζ находится в диапазоне от 18,37 м. миль до 21,63 м. мили. Максимально допустимая частота грубых ошибок для интервала эшелонирования 37 км (20 м. миль) составляет $\eta = 1{,}2\times10^{-4}$, а $\zeta = 1{,}2\times10^{-5}$.

Оценка факторов опасности

3.7.28 Описание оценки факторов опасности, выполненной SASP, приводится в разделе 3.9 и дополнении A.

Справочный материал

1. *A Model for Determining the Lateral Separation Needed for One Aeroplane to Pass through Another's Flight Level*, SASP-WG/WHL/13-WP/5, Montreal, Canada, 12 – 23 May 2008.
2. *Основные принципы бокового эшелонирования воздушных судов при вылете и прибытии по опубликованным смежным схемам полетов по приборам*, издание первое, 2010, Cir 324 AN/186, ИКАО, Монреаль, Канада.
3. *Refinement of the Collision Risk Model for SASP Operational Requirement 20(a)*, SASP-WG/WHL/14-WP/12, Paris, France, 13 – 24 October 2008.
4. *The Lateral Overlap Probability Experienced by Aeroplanes Whose Lateral Deviations Follow the Same Normal-double-Exponential Density*, SASP/WG/WHL/11-WP/5, Montreal, Canada, 21 May – 1 June 2007.
5. *Risk Computations for SASP Operational Requirement 20(a)*, SASP-WG/WHL/14-WP/13, Paris, France, 13 – 24 October 2008.
6. *Risk Computations for SASP Operational Requirement 20(a)*, SASP-WG/WHL/15-WP/3, Montreal, Canada, 25 May – 5 June 2009.
7. *Risk Computations for SASP Operational Requirement 20(a)*, SASP-WG/WHL/18-WP/5, Brussels, Belgium, 8 – 19 November 2010.
8. Appendix I to *Summary of Discussions, Separation and Airspace Safety Panel (SASP), 18th Meeting of the Working Group of the Whole*, SASP-WG/WHL/18-SD, Brussels, Belgium, 8 – 19 November 2010.

3.8 ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ДЛЯ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ЛИНИЙ ПУТИ, РАЗНЕСЕННЫХ НА 27,8 КМ (15 М. МИЛЬ) – RNP 2/GNSS, 42,6 КМ (23 М. МИЛЬ) – RNP 4 И 93 КМ (50 М. МИЛЬ) – RNAV 10 (RNP 10)

При внедрении минимумов эшелонирования, указанных в настоящем разделе, необходимо учитывать допущения, инструменты реализации и требования к характеристикам системы, и проводить сравнение с характеристиками воздушного пространства, в котором эти интервалы эшелонирования внедряются. Описание этих допущений и соображения, касающиеся внедрения, приводятся в таблице ниже.

Допущения	**Соображения, касающиеся внедрения**
Интервал эшелонирования 27,8 км (15 м. миль): a) наличие на борту воздушных судов соответствующего исправного оборудования GNSS (отвечающего требованиям Приложения 10); b) оборудование и возможности соответствуют квалификации летного экипажа; c) в соответствующих случаях имеется разрешение компетентного полномочного органа	Проанализировать состав парка воздушных судов, выполняющих полеты в заданном воздушном пространстве, и в соответствующей документации, такой как AIP и/или AIC, опубликовать необходимые директивы и информацию, касающиеся навигационного оборудования. Наличие оборудования GNSS указывается буквой "G" в п. 10a FPL ИКАО. Наличие утверждения RNP 2 также обеспечивает возможность применения такого интервала эшелонирования
Интервал эшелонирования 27,8 км (15 м. миль): Воздушные суда выполняют полеты между установленными точками пути по определенному маршруту и заданной линии пути	Воздушным судам может быть выдано диспетчерское разрешение на использование прямых линий пути между опубликованными точками пути или на выполнение полета по опубликованным маршрутам. Использование специальных точек пути, обозначаемых широтой/долготой, может быть разрешено при условии получения положительных результатов оценки безопасности полетов
Предполагается, что связь между пилотом и диспетчером будет обеспечивать соблюдение воздушным судном любых диспетчерских разрешений на набор высоты/снижение до/после конкретно указанного местоположения. Также принимается допущение о том, что полномочный орган, осуществляющий внедрение, будет проводить оценку требований к возможностям средств связи (возможность вмешательства диспетчера) для заданного вида применения эшелонирования. См. также пример в п. 3.8.2.6	

Интервал эшелонирования 27,8 км (15 м. миль): Наблюдение обеспечивать не требуется. Результаты предполагается применять к условиям процедурного эшелонирования, однако наличие средств наблюдения уменьшит риск столкновения в воздухе, вычисленный путем моделирования	Как минимум, наблюдение должно осуществляться посредством передачи пилотом донесений о местоположении с использованием средств ОВЧ-речевой связи DCPC
Интервал эшелонирования 27,8 км (15 м. миль): Предполагается, что отказ RAIM будет фиксироваться пилотом, информация об этом передаваться органу УВД в пределах двух минут, а альтернативные навигационные средства задействоваться в течение пяти минут с момента начала отказа	Требование, касающееся передачи донесения органу УВД относительно отказа RAIM, должно быть четко оговорено в соответствующих документах, таких как AIP или AIC
Интервал эшелонирования 27,8 км (15 м. миль): Расчеты выполнялись для пяти пар оснащенных оборудованием GNSS воздушных судов в час, линии пути которых пересекались под углами от 5 до 175°	Проанализировать плотность воздушного движения в воздушном пространстве и сравнить результаты с принятым допущением
Интервал эшелонирования 30 м. миль: Расчеты выполнялись для пяти пар воздушных судов в час с RNP 4, линии пути которых пересекались под углами от 5 до 175°	Проанализировать плотность воздушного движения в воздушном пространстве и сравнить результаты с принятым допущением
Интервал эшелонирования 93 км (50 м. миль): Расчеты выполнялись для пяти пар воздушных судов в час с RNAV 10 (RNP 10), линии пути которых пересекались под углами от 5 до 175°	Проанализировать плотность воздушного движения в воздушном пространстве и сравнить результаты с принятым допущением

3.8.1 Общие положения

3.8.1.1 Согласно п. 5.4.1.2.1.2 PANS-ATM традиционно минимумы бокового эшелонирования для воздушных судов, находящихся на пересекающихся линиях пути, обеспечиваются в тех случаях, когда используются следующие средства или методы навигации: VOR, NDB, навигация методом счисления и полеты с использованием RNAV. Кроме того, в PANS-ATM предусматривается метод применения бокового эшелонирования для "полетов с использованием RNAV (если указан тип RNP) на пересекающихся линиях пути или маршрутах ОВД", основанный на концепции установленной зоны конфликта в районе пересечения. Зона конфликта имеет прямоугольную форму, углы которой называются точками бокового эшелонирования, которые определяются как точки на линии пути, в которых расстояние, измеряемое перпендикулярно до другой линии пути, равно минимуму бокового эшелонирования. Боковое эшелонирование

обеспечивается диспетчером, который гарантирует, что два воздушных судна не будут одновременно находиться в зоне конфликта на одном и том же эшелоне (Ref. 1)[5]. Информация об этом методе применения бокового эшелонирования на пересекающихся линиях пути включена в PANS-ATM и *Руководство по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования* (Doc 9689).

3.8.1.2 Информация об альтернативном методе применения бокового эшелонирования на пересекающихся линиях пути, основанного на "защитном" районе воздушного пространства с каждой стороны линии пути контрольного воздушного судна (воздушное судно 1) была представлена на 13-м совещании Рабочей группы полного состава Группы экспертов по эшелонированию и безопасности воздушного пространства (SASP) (Ref. 2). Второе воздушное судно, выполняющее полет по пересекающей линии пути и которое не имеет продольного или вертикального эшелонирования относительно контрольного воздушного судна, должно будет перед входом в защитную зону изменить эшелон полета и не возвращаться на первоначальный эшелон до тех пор, пока оно не покинет эту защитную зону. См. рис. 3-8-1.

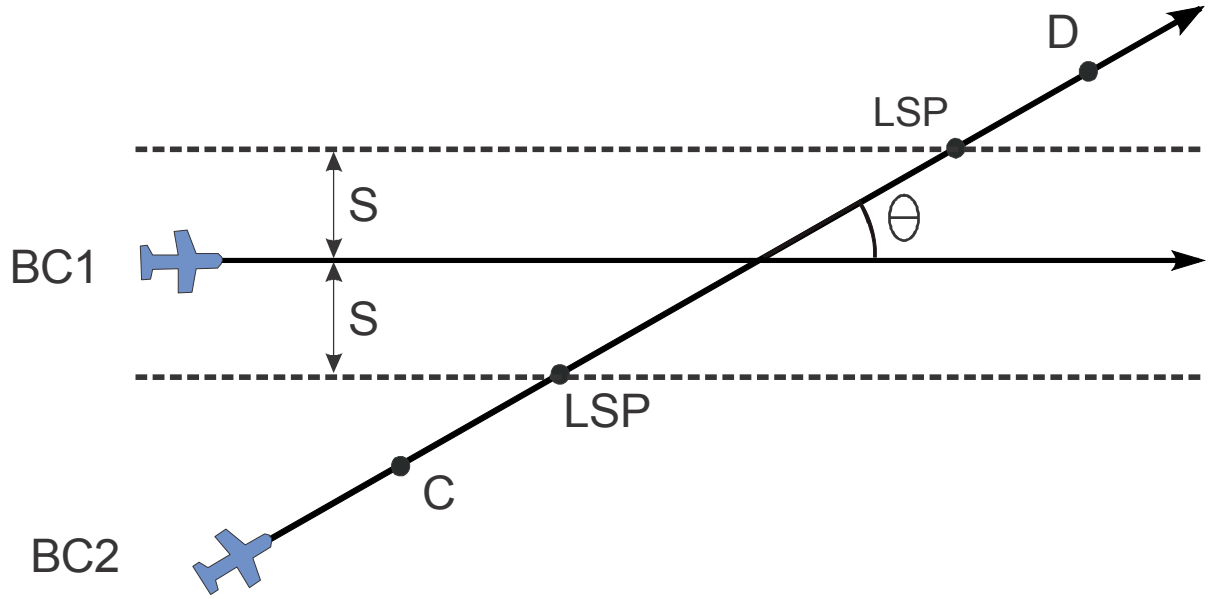

Рис. 3-8-1. Два воздушных судна находятся на одном эшелоне полета на пересекающихся линиях пути. Для обеспечения эшелонирования воздушное судно 2 должно набрать высоту/выполнить снижение в точке C и занять другой эшелон до прибытия в первую точку бокового эшелонирования (LSP). Аналогичным образом, пройдя линию пути воздушного судна 1, воздушное судно 2 может выполнить снижение/набор высоты только после пролета своей второй LSP. Точкой D обозначено место, в котором воздушное судно 2 займет свой первоначальный эшелон полета.

3.8.1.3 SASP признала ряд эксплуатационных преимуществ альтернативного метода по сравнению с методом зоны конфликта и на 19-м совещании Рабочей группы полного состава (Ref. 3) согласилась внести изменения в PANS-ATM и *Руководство по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования* (Doc 9689), заменив метод зоны конфликта альтернативным методом защитной зоны.

[5] Справочные материалы, список которых приводится в конце каждого раздела, обозначены цифрами 1, 2, 3, ...

3.8.1.4 Расчеты риска столкновения для различных навигационных спецификаций PBN выполнялись на основе методики, изложенной в справочном материале 1, применительно к сценарию защитной зоны, показанному на рис. 3-8-1. Риск столкновения для воздушного судна, выполняющего пересечение в конкретной точке, оценивался на основе следующей формулы:

$$CR(t_0,t_1) = 2.NP.\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{t_0}^{t_1} HOP(t \mid V_1,V_2)\, P_z\big(h(t)\big)\left(\frac{2V_{rel}}{\pi\lambda_{xy}} + \frac{|\overline{\dot{z}}|}{2\lambda_z}\right) g_1(V_1)g_2(V_2)dt.dV_1dV_2 \qquad (3.8.1)$$

Эта модель позволяет вычислить риск столкновения $CR(t_0,t_1)$, выраженный в виде количества катастроф на час полета в течение интервала времени $[t_0,t_1]$, в момент времени t_0, когда воздушное судно 2 находится в некоторой точке на расстоянии от точки C, соответствующем 10 минутам полета. Аналогичным образом в момент t_1 воздушное судно 2 находится за точкой D на расстоянии, соответствующем 10 минутам полета.

3.8.1.5 Большинство параметров в уравнении (3.8.1) имеют обычное значение, например, скорости воздушных судов и размеры ($V_1, V_2, V_{rel}, |\overline{\dot{z}}|, \lambda_{xy}, \lambda_z$), плотности вероятности скоростных погрешностей воздушных судов ($g_1(V_1), g_2(V_2)$), вероятность вертикального перекрытия ($P_z\big(h(t)\big)$) и количество пар воздушных судов, проходящих через точку пересечения на час полета (*NP*). (Ref. 1 и 2).

3.8.1.6 Основным параметром модели риска столкновения в уравнении (3.8.1) является условная вероятность $HOP(t \mid V_1,V_2)$ горизонтального перекрытия в момент времени t, когда заданные скорости воздушных судов составляют V_1 и V_2. Помимо зависимости от времени t и скоростей V_1 и V_2 воздушных судов вероятность горизонтального перекрытия $HOP(t \mid V_1,V_2)$ также критически зависит от распределения навигационных погрешностей вдоль линии пути и поперек линии пути и от расстояния контрольного воздушного судна (воздушное судно 1) до точки пересечения в момент времени t_0.

3.8.1.7 Расчет риска столкновения, выполненный по методу защитной зоны для бокового эшелонирования на пересекающихся линиях пути (Ref. 2), отличается от расчета по методу зоны конфликта (Ref. 1) в том плане, что риск определяется применительно к различным исходным точкам местоположения контрольного воздушного судна в момент времени t_0, включая обе стороны пересечения. Для каждого угла пересечения был определен **максимальный** риск столкновения для всех исходных точек местоположения контрольного воздушного судна и для всех сочетаний путевых скоростей воздушных судов 300, 480 и 600 уз.

3.8.1.8 Риск столкновения вычислялся для минимумов бокового эшелонирования при полете по двум пересекающимся линиям пути и трех навигационных спецификаций, а именно:

a) 27,8 км (15 м. миль) и RNP 2;

b) 27,8 км (15 м. миль) и RNP 4;

c) 93 км (50 м. миль) и RNAV 10 (RNP 10).

Подробная информация относительно этих трех вариантов приводится ниже. Эти варианты (в основном) отличаются моделированием распределения навигационных погрешностей. Поскольку не каждому читателю могут быть интересны отдельные или все варианты, описание каждого из них приводится в отдельном подразделе, с которым можно ознакомиться независимо от других вариантов.

3.8.2 27,8 км (15 м. миль) и RNP 2 и GNSS

3.8.2.1 Информация об оценке безопасности полетов для бокового эшелонирования 27,8 км (15 м. миль) на пересекающихся линиях пути приводилась на 13-м совещании Рабочей группы полного состава SASP (Ref. 2).

3.8.2.2 Минимум бокового эшелонирования 27,8 км (15 м. миль) на пересекающихся линиях пути разрабатывался с целью реализации воздушными судами, оснащенными оборудованием GNSS, усовершенствованных навигационных возможностей при полетах по маршруту, однако при этом требование об обеспечении наблюдения органом ОВД не выдвигалось. Такая конкретная оговорка относительно "сенсорных устройств" не означает, что она ставит своей целью исключить будущие навигационные средства. Напротив, ограничение, касающееся использования только GNSS, позволило более четко оценить источники навигационных погрешностей. Эти выводы можно применять к любым другим навигационным средствам, характеристики которых, по крайней мере, не уступают характеристикам GNSS; позднее было признано, что навигационные характеристики должны быть аналогичными возможным характеристикам воздушных судов, утвержденных для выполнения полетов на основе RNP 2. В этой связи SASP решила опубликовать минимумы эшелонирования в качестве применимых как к воздушным судам, оснащенным оборудованием GNSS, так и к воздушным судам, утвержденным по RNP 2.

3.8.2.3 В ходе проведения оценки SASP сделала ряд допущений в отношении эксплуатационных сценариев и моделей риска столкновения.

3.8.2.4 Воздушные суда либо оснащены оборудованием GNSS и приемник GNSS работает в комплекте с системой управления полетом (FMS) и кабинным индикатором отклонения от курса, либо у них имеется утвержденное и сертифицированное для использования GNSS оборудование. Моделирование не распространяется на воздушные суда, имеющие на борту лишь несертифицированный переносной приемник GNSS.

3.8.2.5 Воздушные суда выполняют полеты между установленными точками пути по определенному маршруту с заданной линией пути. Кабинный индикатор отклонения от курса (CDI) будет показывать отклонение от заданной линии пути.

3.8.2.6 Предполагается, что связь между пилотом и диспетчером будет обеспечивать соблюдение воздушным судном любых диспетчерских разрешений на набор высоты/снижение до/после конкретно указанного местоположения. Также принимается допущение о том, что полномочный орган, осуществляющий внедрение, будет проводить оценку требований к возможностям средств связи (возможность вмешательства диспетчера) для заданного вида применения эшелонирования.

Пример: (см. рис. 3-8-1)

Сценарий 1:

воздушное судно 1 (ВС1) находится на ЭП230, а воздушное судно 2 (ВС2) – на ЭП250. ВС2 получило диспетчерское разрешение на снижение до ЭП210 после прохождения второй точки бокового эшелонирования (LSP), указанной на рисунке.

Сценарий 2:

оба воздушных судна находятся на ЭП230. ВС2 получило диспетчерское разрешение на набор высоты до ЭП250 до прохождения первой LSP, указанной на рисунке.

С точки зрения характеристик связи эти два воздушных судна находятся в очень разных условиях в том плане, что к ним применяются различные процедуры УВД. В сценарии 2 диспетчеру не следует разрешать ВС2 приближаться к LSP до выдачи разрешения на набор высоты, если при этом не установлена надежная связь, а в рамках сценария 1 с точки зрения возможностей вмешательства диспетчера наличие надежной связи не является важным, поскольку в вертикальной плоскости эшелонирование воздушных судов обеспечивается.

3.8.2.7 Наблюдение обеспечивать не требуется. Результаты предполагается применять к условиям процедурного эшелонирования, однако наличие средств наблюдения уменьшит риск столкновения в воздухе, вычисленный путем моделирования.

3.8.2.8 Основным навигационным средством для воздушных судов является GNSS. Плотность размещения наземных навигационных средств может быть низкой.

3.8.2.9 Предполагается, что отказ RAIM будет фиксироваться пилотом, информация об этом передаваться органу УВД в пределах двух минут, а альтернативные навигационные средства задействоваться в течение пяти минут после начала отказа.

3.8.2.10 При моделировании учитываются как типичные навигационные погрешности, так и нетипичные навигационные ошибки. Типичные погрешности могут иметь место при выполнении штатного полета. Имеются три источника типичных боковых навигационных погрешностей, а именно: навигационная погрешность GNSS, навигационная погрешность, обусловленная отказом RAIM, и погрешность техники пилотирования. Для каждого источника навигационных погрешностей выбраны соответствующие типы распределений вероятности и проведена оценка их стандартных отклонений, о чем говорится в последующих пяти пунктах. Для полноты анализа включено описание процесса моделирования навигационной погрешности в случае отказа RAIM, однако при выполнении расчетов вероятность отказа RAIM не учитывалась, что обусловлено незначительной продолжительностью процедуры пересечения.

Типичная навигационная погрешность

3.8.2.11 Первым источником типичной навигационной погрешности является навигационная погрешность GNSS, т. е. погрешность, обусловленная неточностями оценки GPS истинного местоположения при наличии RAIM. Эта погрешность является осесимметричной. В данном случае аналогом гауссового распределения является рэлеевское распределение с кумулятивной функцией распределения $F(r) = 1 - e^{-r^2/2\sigma^2}$, где r является радиусом, а σ – стандартным отклонением боковой и продольной навигационной погрешности.

3.8.2.12 Согласно консервативной оценке, выполненной на основе рекомендаций RTCA, изложенных в документе 229C (Ref. 4), вероятность того, что при полете по маршруту с задействованной функцией RAIM навигационная погрешность GNSS превысит 2 м. мили составляет 10^{-3} . Это значение использовалось для определения стандартного отклонения σ . Стандартное отклонение σ , которое дает вероятность 10^{-3} в хвосте распределения при $r > 2$ м. мили, составляет $\sigma = \sqrt{2/(3\ln 10)} = 0{,}5381$ м. мили. Таким образом, распределение боковых и продольных погрешностей является гауссовым с аналогичным стандартным отклонением.

3.8.2.13 Вторым источником типичной навигационной погрешности является отказ RAIM. Потеря RAIM не обязательно связана с ухудшением точности определения местоположения. При консервативном моделировании навигационной погрешности при отказе RAIM было принято допущение о том, что период отказа RAIM включает в себя первоначальный двухминутный период, в течение которого точность определения местоположения не ухудшается, за которым следует трехминутный период, в течение которого точность определения местоположения ухудшается и при полете методом счисления пути (DR) отклонение воздушного судна может находиться в пределах 9°. После этого 95-процентная зона в боковом измерении ограничивается расстоянием в ± 5,77 м. миль, если при этом скорость воздушного судна составляет 600 уз. Для такой боковой погрешности с нулевым средним отклонением и стандартным отклонением, составляющим 5,77/1,96 = 2,94 м. мили, принимается гауссово распределение.

3.8.2.14 Учет навигационной погрешности при отказе RAIM также обусловливает необходимость проведения оценки вероятности отказа RAIM. Отказы RAIM при уровне защиты в горизонтальной плоскости (HPL) в 2 м. мили при полете по маршруту происходят очень редко. Вероятность полета воздушного судна в условиях отказа RAIM в любой момент времени (основано на показателе, равном 10 минут в год) составляет $10/(60 \times 24 \times 365{,}25) = 1{,}9 \times 10^{-5}$.

3.8.2.15 Третьим источником типовой навигационной погрешности является погрешность техники пилотирования. При полете по маршруту предполагается, что кабинный индикатор отклонения от курса (CDI) индицирует отклонение на ± 5 м. миль в любую сторону от заданной линии пути. Пилот (или автопилот) с полным основанием может рассчитывать на то, что полет будет проходить в пределах половины полномасштабного отклонения. Для такой боковой погрешности с нулевым средним отклонением и стандартным отклонением, составляющим 2,5/1,96 = 1,28 м. мили, было принято гауссово распределение, при котором вероятность нахождения в пределах $\pm 2{,}5$ м. мили от заданной линии пути будет составлять 0,95. Аналогичное распределение использовалось в отношении продольной погрешности.

3.8.2.16 В рамках модели риска столкновения, описываемой уравнением (3.7.1), распределение вероятности для первого и третьего источников погрешностей, информация о которых приведена выше, использовалась для расчета вероятности горизонтального перекрытия $HOP(t \mid V_1, V_2)$, обусловленного нарушением планового горизонтального эшелонирования и **типичной** боковой навигационной погрешностью. (Ref. 2).

3.8.2.17 Затем в справочном материале 2 была использована модель риска столкновения, описываемая уравнением (3.7.1), с защитной зоной шириной 27,8 км (15 м. миль) с каждой стороны от заданной линии пути контрольного воздушного судна (воздушное судно 1), причем первоначально оба воздушных судна находились на одном эшелоне полета. Требованиями к маневрирующему воздушному судну (воздушное судно 2) предусматривалось включение дополнительного буфера. Согласно требованию набор высоты или снижение на 2000 фут должны

быть завершены на допустимом расстоянии 13 км (7 м. миль) от точки, в которой заданная линия пути воздушного судна 2 пересечет защитную зону воздушного судна 1. Для воздушного судна 2, до того, как оно сможет снова занять эшелон полета, на котором находится воздушное судно 1, с противоположной стороны защитной зоны устанавливается аналогичное допустимое расстояние. Применительно к каждому воздушному судну учитывались распределенные по двойному экспоненциальному закону скоростные погрешности с очень большим значением масштабного параметра 80 уз.

3.8.2.18 Расчеты выполнялись для пяти пар в час оснащенных оборудованием GNSS воздушных судов, следовавших по линиям пути, пересекавшимся под углами от 5° до 175°. Для каждого угла пересечения вычислялся **максимальный** риск столкновения с учетом всех исходных местоположений воздушного судна 1 и всех сочетаний скоростей полета воздушных судов, составлявших 300, 480 и 600 уз. Для углов 5° и 175° были установлены значения наибольшего (максимального) риска столкновения. Они составляли порядка 10^{-19} катастроф на час полета без учета скоростных погрешностей, и порядка 5×10^{-19} катастроф на час полета с учетом скоростных погрешностей, что отражает более высокую степень неопределенности относительно местоположения воздушного судна и увеличение вероятности перекрытия в случае скоростных погрешностей. Совершенно очевидно, что эти значения намного меньше целевого уровня безопасности полетов (TLS), составляющего 5×10^{-9} катастроф на час полета.

3.8.2.19 Информация о дополнительных расчетах для воздушных судов, оснащенных оборудованием GNSS, без учета дополнительного буфера в 13 км (7 м. миль) для маневрирующего воздушного судна (воздушное судно 2) приводится в разделе 4 справочного материала 5. В этом случае расчеты также выполнялись для пяти пар в час оснащенных оборудованием GNSS воздушных судов, следовавших по линиям пути, пересекавшимся под углами от 5° до 175°. Как и в предыдущем случае для каждого угла пересечения вычислялся **максимальный** риск столкновения. Самый большой (максимальный) риск столкновения составлял порядка 10^{-18} без скоростных погрешностей, и 10^{-17} в случае, когда учитывались скоростные погрешности и масштабный параметр 20 уз. Эти значения намного меньше целевого уровня безопасности полетов (TLS), составляющего 5×10^{-9} катастроф на час полета. И в этом случае самые большие (максимальные) значения были получены для предельных углов в 5° и 175°.

3.8.2.20 Согласно справочному материалу 5 модель риска столкновения, описываемая уравнением (3.7.1), также применялась к минимуму бокового эшелонирования 27,8 км (15 м. миль) и семейству воздушных судов, располагавших возможностями RNAV 2. Основное различие при выполнении расчетов, описание которых приведено в предыдущих двух пунктах, касается распределений навигационных погрешностей. В отношении RNAV 2 было принято допущение о том, что распределение навигационных погрешностей вдоль и поперек линий пути описывается двойным экспоненциальным законом с масштабным параметром, основанным на условии 95-процентного навигационного удерживания при значении RNAV, составляющем 2 м. мили. Таким образом, $\lambda_A = \lambda_C = -2/\log(0{,}05) = 0{,}6676$ м. мили. Расчеты выполнялись без учета и с учетом скоростных погрешностей, причем в последнем случае использовавшееся значение масштабного параметра составляло 5,82 уз. (Основано на уравнении 3.7.1).

3.8.2.21 Для каждого угла пересечения вычислялся **максимальный** риск столкновения с учетом всех исходных местоположений воздушного судна 1 и всех комбинаций скоростей полета двух воздушных судов, составлявших 300, 480 и 600 уз для углов пересечения в диапазоне между 5° и 175°. И в этом случае самый большой (максимальный) риск был зафиксирован на предельных углах 5° и 175° и, соответственно, составил $1{,}56 \times 10^{-10}$ и $1{,}81 \times 10^{-10}$ катастроф на час

полета. Значения риска столкновения для всех других углов были по крайней мере на два порядка ниже TLS, составляющего 5×10^{-9} катастроф на час полета.

3.8.2.22 На основании того, что семейство воздушных судов с возможностями RNAV 2 позволяет выдерживать целевой уровень безопасности полетов и использовать минимум бокового эшелонирования 27,8 км (15 м. миль), был сделан вывод о том, что такой минимум эшелонирования будет также безопасен для семейства воздушных судов с возможностями RNP 2. Фактически результаты расчетов, представленные на 17-м совещании Рабочей группы полного состава SASP, свидетельствуют о том, что риск столкновения для семейства воздушных судов с возможностями RNP 2 при использовании минимумов бокового эшелонирования в 6 м. миль будет намного меньше TLS (Ref. 6).

Нетипичная навигационная ошибка

3.8.2.23 Установлено, что эксплуатационную ошибку с наиболее вероятными серьезными последствиями совершило воздушное судно 2, когда оно не смогло занять разделенный по вертикали эшелон при подходе к границе защитной зоны и продолжало полет с пересечением линии пути воздушного судна 1 на том же эшелоне полета. Для одной пары воздушных судов, оснащенных оборудованием GNSS, и защитной зоны шириной, составляющей половину от 27,8 км (15 м. миль), а также для ряда углов максимальный риск столкновения примерно составил 0,02 (неопубликованные данные). Для того, чтобы в рамках этой процедуры выдерживался TLS, равный 5×10^{-9} катастроф на час полета, условный риск должен соответствовать максимально допустимой частоте, составляющей одну эксплуатационную ошибку на 4 млн выполненных процедур.

3.8.2.24 Для сценария с защитной зоной эксплуатационные ошибки в основном аналогичны сценарию, предусмотренному п. 5.4.1.2.1.2 PANS-ATM. Для углов иных, чем 90°, метод защитной зоны при боковом эшелонировании обеспечивает бóльшую степень защиты от эксплуатационных ошибок, чем метод, предусмотренный п. 5.4.1.2.12 PANS-ATM, поскольку расстояние от точки пересечения, в которой воздушное судно 2 выполняет набор высоты или снижение, является бóльшим (см. п. 3.7.7). Кроме того, имеется возможность запросить буфер до (и после) защитной зоны в целях дополнительного уменьшения риска столкновения.

3.8.3 27,8 км (15 м. миль) и RNP 4

3.8.3.1 Информация об оценке безопасности полетов применительно к боковому эшелонированию 27,8 км (15 м. миль) при выполнении полетов по пересекающимся линиям пути воздушных судов, располагающих возможностями RNP 4, представлялась на 14-м совещании Рабочей группы полного состава SASP (Ref. 5). Процесс моделирования охватывал как типичные навигационные погрешности, так и нетипичные навигационные ошибки.

Типичная навигационная погрешность

3.8.3.2 Типичные погрешности могут иметь место при выполнении штатного полета и моделироваться на основе навигационной спецификации. В отношении навигационных погрешностей вдоль линии пути и поперек линии пути было выбрано гауссово распределение со стандартным отклонением, основанным на использовании более жестких требований к навигации, в два раза превышающих значение RNP (8 м. миль). Таким образом,

$\sigma_A = \sigma_C = 8/4{,}46 = 1{,}7937$ м. мили. Распределение вероятности для навигационных погрешностей использовалось при расчете вероятности горизонтального перекрытия $HOP(t \mid V_1, V_2)$, обусловленного нарушением планового горизонтального эшелонирования и типичной боковой навигационной погрешностью, предусмотренной моделью риска столкновения, описываемой уравнением (3.7.1). (Ref. 5).

3.8.3.3 Затем в справочном материале 5 модель риска столкновения, описываемая уравнением (3.7.1), была использована при рассмотрении варианта, предусматривающего наличие защитной зоны шириной 27,8 км (15 м. миль) с каждой стороны заданной линии пути контрольного воздушного судна (воздушное судно 1) и выполнение полета каждым воздушным судном на начальном этапе на одном эшелоне. Выполнение набора высоты или снижения на 2000 фут должно быть закончено до того, как заданная линия пути воздушного судна 2 пересечет защитную зону воздушного судна 1. Аналогичным образом, выполнение снижения или набора высоты не должно начинаться до тех пор, пока заданная линия пути воздушного судна 2 не пересечет дальнюю границу защитной зоны воздушного судна 1. В отношении каждого воздушного судна применялось двойное экспоненциальное распределение скоростных погрешностей. Были также использованы значения масштабных параметров, а именно 5,82 и 20 уз.

3.8.3.4 Расчеты выполнялись для пяти пар воздушных судов в час, располагавших возможностями RNP 4 и следовавших по линиям пути, пересекавшимся под углами в диапазоне от 5° до 175°. Для каждого угла пересечения рассчитывался **максимальный** риск столкновения с учетом всех исходных местоположений воздушного судна 1 и всех сочетаний скоростей воздушных судов, составлявших 300, 480 и 600 уз. Было установлено, что значение риска столкновения намного ниже целевого уровня безопасности полетов (TLS), составляющего 5×10^{-9} катастроф на час полета. Влияние распределения скоростей было незначительным. Установлено, что самый большой (максимальный) риск столкновения имеет место при углах пересечения 5° и 175°. Эти показатели составили порядка 2×10^{-10} катастроф на час полета.

Нетипичная навигационная ошибка

3.8.3.5 Установлено, что эксплуатационную ошибку с наиболее вероятными серьезными последствиями совершило воздушное судно 2, когда оно не смогло занять разделенный по вертикали эшелон при подходе к границе защитной зоны и продолжало полет с пересечением линии пути воздушного судна 1 на том же эшелоне. Для одной пары воздушных судов, располагавших возможностями RNP 4, защитной зоны шириной, составлявшей половину от 27,8 км. (15 м. миль), а также для ряда углов максимальный риск столкновения примерно составил 0,01 (Ref. 7). Для того чтобы в рамках этой процедуры выдерживался TLS, равный 5×10^{-9} катастроф на час полета, условный риск должен соответствовать максимально допустимой частоте, составляющей одну эксплуатационную ошибку на 2 млн выполненных процедур.

3.8.3.6 Для сценария с защитной зоной эксплуатационные ошибки в основном аналогичны сценарию, предусмотренному п. 5.4.1.2.1.2 PANS-ATM. Для углов иных, чем 90°, метод защитной зоны при боковом эшелонировании обеспечивает бóльшую степень защиты от эксплуатационных ошибок, чем метод, предусмотренный п. 5.4.1.2.12 PANS-ATM, поскольку расстояние от точки пересечения, в которой воздушное судно 2 выполняет набор высоты или снижение, является бóльшим. (Ref. 7). Кроме того, имеется возможность запросить буфер до (и после) защитной зоны в целях дополнительного уменьшения риска столкновения.

3.8.4 93 км (50 м. миль) и RNAV 10 (RNP 10)

3.8.4.1 Информация об оценке безопасности полетов применительно к боковому эшелонированию при выполнении полетов по пересекающимся линиям пути воздушными судами, располагающими возможностями RNAV 10 (RNP 10), представлялась на 14-м совещании Рабочей группы полного состава SASP (Ref. 5).

3.8.4.2 Вначале была изучена возможность применения минимума бокового эшелонирования **27,8 км (15 м. миль)** для воздушных судов, располагающих возможностями RNAV 10 (RNP 10). Расчеты проводились с использованием модели, описываемой уравнением (3.7.1), для гауссова и двойного экспоненциального распределения навигационных погрешностей; эти распределения использовались для расчета параметра вероятности горизонтального перекрытия $HOP(t \mid V_1, V_2)$ модели риска столкновения. Расчеты производились для пяти пар воздушных судов в час, располагавших возможностями RNAV 10 (RNP 10), следовавших по линиям пути, пересекавшимися под углами от 5° до 175°. Для каждого угла пересечения рассчитывался **максимальный** риск столкновения с учетом всех исходных местоположений воздушных судов и всех сочетаний скоростей воздушных судов 300, 480 и 600 уз.

3.8.4.3 Для более оптимистичного случая гауссова распределения было установлено, что при включении дополнительного буфера в 13 км (7 м. миль) с каждой стороны защитной зоны воздушного судна 1 (максимальный) риск столкновения для каждого угла пересечения в диапазоне от 5° до 175° превышает значение 10^{-7}, причем наибольшие значения соответствовали 10^{-3}.

3.8.4.4 Затем расчеты для случая гауссова распределения были распространены на минимумы эшелонирования 25, 30 и 40 м. миль с учетом буфера в 13 км (7 м. миль). Полученные в результате этих расчетов (максимальные) значения риска столкновения оказались (значительно) ниже целевого уровня безопасности полетов (TLS), составляющего 5×10^{-9} катастроф на час полета только при минимуме эшелонирования 40 м. миль (плюс буфер в 13 км (7 м. миль)).

3.8.4.5 На основе вышеуказанных результатов были выполнены расчеты для двойного экспоненциального распределения навигационных погрешностей при использовании минимумов бокового эшелонирования 30 и 40 м. миль с дополнительным буфером в 13 км (7 м. миль). Результаты показали, что все значения риска столкновения (значительно) превышают TLS, составляющий 5×10^{-9} катастроф на час полета.

3.8.4.6 Таким образом, используя двойное экспоненциальное распределение погрешностей, был вычислен риск бокового столкновения для минимума бокового эшелонирования 93 км (50 м. миль) без буфера. Оценки (максимального) риска столкновения для углов пересечения в диапазоне от 40° до 135° включительно показали значения, меньшие, чем TLS, составляющий 5×10^{-9} катастроф на час полета.

3.8.4.7 В этой связи было признано, что максимизация по всем исходным местоположениям воздушного судна 1 была излишне консервативной и что во многих ранее проведенных анализах выполнялось усреднение по возможным исходным местоположениям воздушного судна 1.

3.8.4.8 На 15-м совещании SASP представлялись результаты в отношении бокового эшелонирования 93 км (50 м. миль) при выполнении полетов по пересекающимся линиям пути воздушными судами, располагавшими возможностями RNAV 10 (RNP 10), которые основывались на модели риска столкновения, описываемой уравнением (3.7.1), с учетом **усреднения** по исходным точкам местоположения воздушного судна 1, а не максимизации по этому

местоположению (Ref. 7). В рамках моделирования учитывались как типичные навигационные погрешности, так и нетипичные навигационные ошибки.

Типичная навигационная погрешность

3.8.4.9 Типичные погрешности могут иметь место при выполнении штатного полета и моделироваться на основе навигационной характеристики. В отношении навигационных погрешностей вдоль линии пути и поперек линии пути было выбрано двойное экспоненциальное распределение с масштабным параметром, основанным на условии 95-процентного навигационного удерживания при значении RNAV 10 м. миль. Таким образом, $\lambda_A = \lambda_C = -10/\ln(0{,}05) = 3{,}338$ м. миль. Распределение вероятности для навигационных погрешностей использовалось при расчете вероятности горизонтального перекрытия $HOP(t \mid V_1, V_2)$, обусловленного нарушением планового горизонтального эшелонирования и **типичной** боковой навигационной погрешностью, предусмотренной моделью риска столкновения, описываемой уравнением (3.7.1). (Ref. 7).

3.8.4.10 Расчет риска столкновения для воздушных судов с RNAV 10 (RNP 10), которые на начальном этапе находились на одном эшелоне полета, проводился с учетом защитной зоны шириной 93 км (50 м. миль) с каждой стороны заданной линии пути контрольного воздушного судна (воздушное судно 1). Согласно поставленному условию выполнение набора высоты или снижения на 2000 фут должно было завершиться до пересечения заданной линией пути воздушного судна 2 защитной зоны воздушного судна 1. Аналогичным образом, выполнение снижения или набора высоты на 2000 фут не должно было начинаться до пересечения заданной линией пути воздушного судна 2 дальней границы защитной зоны воздушного судна 1. В расчетах не учитывались скоростные погрешности, поскольку в случае двойного экспоненциального распределения навигационных погрешностей их определение связано с очень большой вычислительной нагрузкой.

3.8.4.11 Расчеты выполнялись для пяти пар воздушных судов RNP 10 в час, линии пути которых пересекались под углами от 15° до 165°. Углы пересечения ограничивались этим диапазоном по той причине, что очень небольшие и очень большие углы не вполне подходят для бокового эшелонирования методом защитной зоны. Для таких углов необходимо, чтобы воздушное судно 2 изменило эшелон полета на очень большом расстоянии от точки пересечения. Для каждого угла пересечения риск столкновения рассчитывался с учетом всех исходных местоположений воздушного судна 1 и всех сочетаний скоростей полета воздушных судов 300, 480 и 600 уз с последующим усреднением по исходному местоположению воздушного судна 1.

3.8.4.12 Анализ риска столкновения в зависимости от исходного местоположения воздушного судна 1 показал, что для всех углов усреднение по фиксированному интервалу этого местоположения неприемлемо (Ref. 7). Таким образом, в качестве диапазона исходных местоположений воздушного судна 1, использовавшегося для усреднения риска столкновения, был выбран диапазон, в котором риск столкновения более чем на 1 % превышал максимальное значение. Второй и более простой метод усреднения применялся к самым небольшим и самым большим углам, т. е. усреднение производилось в пределах 100 м. миль с каждой стороны от исходного местоположения воздушного судна 1, что обеспечило возможность определения максимального риска.

3.8.4.13 Сочетание методов усреднения, описание которых приведено в предыдущем пункте, позволило установить, что для углов пересечения в диапазоне между 25° и 150° включительно усредненное значение риска столкновения является меньшим, чем TLS, составляющий 5×10^{-9} катастроф на час полета.

3.8.4.14 В результате был сделан вывод о том, что моделирование навигационных характеристик воздушных судов с RNAV 10 (RNP 10), по всей очевидности, было очень консервативным, поскольку обычно эти воздушные суда расходятся (под углами 0° и 180°) с выдерживанием стандарта бокового эшелонирования 93 км (50 м. миль) (здесь используется половина ширины защитной зоны). Следует также отметить, что согласно п. 5.4.1.2.1.2 PANS-ATM двум воздушным судам RNAV 10, выполняющим полет по пересекающимся линиям пути, разрешается находиться на одном эшелоне полета при условии, что по крайней мере одно воздушное судно находится на расстоянии 27,8 км (15 м. миль) или более от точки пересечения.

Нетипичная навигационная ошибка

3.8.4.15 Установлено, что эксплуатационную ошибку с наиболее вероятными серьезными последствиями совершило воздушное судно 2, которое не смогло занять разделенный по вертикали эшелон при подходе к границе защитной зоны и продолжало полет с пересечением линии пути воздушного судна 1 на том же эшелоне полета. Для одной пары воздушных судов RNAV 10 (RNP 10) и защитной зоны, ширина которой составляет половину от 93 км (50 м. миль), и ряда углов максимальный риск столкновения примерно составил 0,007 (неопубликованные данные). Для того чтобы в рамках этой процедуры выдерживался TLS, равный 5×10^{-9} катастроф на час полета, условный риск должен соответствовать максимально допустимой частоте, составляющей одну эксплуатационную ошибку на 1,4 млн выполненных процедур.

3.8.4.16 Для сценария с защитной зоной эксплуатационные ошибки в основном аналогичны сценарию, предусмотренному п. 5.4.1.2.1.2 PANS-ATM. Для углов иных, чем 90°, метод защитной зоны при боковом эшелонировании обеспечивает бóльшую степень защиты от эксплуатационных ошибок, чем метод, предусмотренный п. 5.4.1.2.12 PANS-ATM, поскольку расстояние от точки пересечения, в которой воздушное судно 2 выполняет набор высоты или снижение, является намного бóльшим (Ref. 7).

Оценка факторов опасности

3.8.5.1 Описание оценки факторов опасности, выполненной SASP, приводится в разделе 3.9 и дополнении A.

Справочный материал

1. *A Collision Risk Model Based On Reliability Theory That Allows For Unequal Navigation Accuracy*, SASP-WG/WHL/7-WP/20 REVISED, Montreal, Canada, 9 – 20 May 2005.
2. *Lateral Separation of GNSS Aircraft based on a 7 NM Navigational Tolerance*, SASP-WG-WHL/13-WP/49, Montreal, Canada,12 – 23 May 2008.
3. *Summary of Discussions Separation and Airspace Safety Panel (SASP) 19th Meeting of the Working Group of the Whole,* SASP-WG/WHL/19-SD, Montreal, Canada, 23 May – 2 June 2011.
4. *Minimum Operational Performance Standards for Global positioning system/Wide Area Augmentation System Airborne Equipment*, RTCA/DO-229C, 2001.
5. *Application of SASP-WG/WHL/13-WP/49 Methodology to RNP 4, RNAV 2 and RNAV 10 (RNP 10) Intersecting Tracks*, SASP-WG/WHL/14-WP/44, Paris, France, 13 – 24 October 2008.
6. *RNP 2 lateral Separation on Intersecting Tracks in a Protected Airspace Context,* SASP/WG/WHL/17- Flimsy/07, Montreal, Canada, 10 – 21 May 2010.
7. *Lateral separation on Intersecting Tracks in a Protected Airspace Context*, SASP/WH/WHL/15-WP/28, Montreal, Canada, 25 May – 5 June 2009.

3.9 ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ОПАСНОСТИ

3.9.1 Как указано в п. 3.3.2, оценка безопасности полетов, проведенная SASP, включала в себя две части, а именно: оценку риска, обусловленного навигационными характеристиками, и оценку риска, обусловленного другими факторами опасности. С учетом оценки безопасности полетов с точки зрения навигационных характеристик, о которой говорилось в предыдущих пунктах, в нижеследующих пунктах кратко излагается оценка безопасности полетов с точки зрения других факторов опасности.

3.9.2 SASP, пытаясь установить факторы опасности, которые могут повлиять на внедрение и использование опубликованных минимумов эшелонирования, и разработать эффективные механизмы управления этими факторами опасности, выполнила их идентификацию. Цель этой деятельности заключалась в обобщении эксплуатационного опыта и проведении анализа проблем в целях разработки минимумов эшелонирования. Выявленные факторы опасности изложены в дополнении А к настоящему циркуляру "Журнал учета факторов опасности на этапе внедрения".

Примечание. Проведенная SASP идентификация факторов опасности носит ограниченный характер и имеет целью выявить основные самые распространенные виды опасности и разработать конкретные механизмы управления риском, которые будут учитываться при разработке минимумов эшелонирования. Эту деятельность ***не*** *следует рассматривать в качестве формального процесса выявления факторов опасности, который, как правило, будет предусматривать определение степени их серьезности, оценку вероятности и обуславливать необходимость проведения дополнительной оценки безопасности полетов на региональном, государственном и местом уровнях.*

3.10 ВЫВОДЫ

3.10.1 Применение методики SASP продемонстрировало, что разработанные и представленные в настоящем документе минимумы эшелонирования являются безопасными. SASP также определила ряд факторов опасности и соответствующие механизмы управления риском и снижения его степени.

3.10.2 Несмотря на вышеизложенное, региону или государству необходимо провести свою оценку безопасности полетов. В принципе, эта оценка состоит из двух частей, а именно: оценка безопасности полетов с точки зрения навигационных характеристик и оценка факторов опасности. На практике для любого внедрения на местном уровне необходимо выполнить лишь оценку факторов опасности, поскольку оценка безопасности полетов с точки зрения навигационных характеристик, предусмотренных различными навигационными спецификациями, является достоверной для любого внедрения. Цель анализа факторов опасности заключается в их выявлении и определении соответствующих мер по смягчению последствий, учитывающих местные условия.

3.10.3 Для оказания содействия регионам и государствам в проведении ими оценки безопасности полетов в следующей главе представлен план внедрения на уровне государства. Этот план основывается на различных результатах применения разработанной SASP методики оценки безопасности полетов.

Глава 4

СООБРАЖЕНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ВНЕДРЕНИЯ

4.1 ВВЕДЕНИЕ

4.1.1 Для успешного внедрения предлагаемых минимумов эшелонирования необходимо провести оценку безопасности полетов при внедрении на региональном, государственном или местном уровне (см. главу 3). Приступая к этой деятельности, следует руководствоваться требованиями, подробно изложенными в *Приложении 11 "Обслуживание воздушного движения"* (раздел 2.26 главы 2), PANS-ATM (раздел 2.6 главы 2) и инструктивном материале, содержащемся в *Руководстве по управлению безопасностью полетов (РУБП)* (Doc 9859), включая разработку процедурных таблиц для определения факторов опасности, управления риском и снижения его степени.

4.1.2 В настоящей главе представлен перечень минимальных мер, которые, по мнению SASP, необходимо принять региональным или государственным органом или ПАНО для проведения оценки безопасности полетов.

4.2 СООБРАЖЕНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ВНЕДРЕНИЯ

Приступая к оценке безопасности полетов на региональном, государственном или местном уровне, следует руководствоваться следующим поэтапным подходом:

Этап 1. Провести широкомасштабные региональные консультации со всеми возможными участниками и другими заинтересованными сторонами.

Этап 2. Разработать концепцию структуры воздушного пространства или обеспечить, чтобы предлагаемые для внедрения минимумы эшелонирования соответствовали действующей системе воздушного пространства, а также региональной или государственной стратегии планирования воздушного пространства.

Этап 3. Ознакомиться с настоящим циркуляром, учитывая при этом конкретные допущения, ограничения, инструменты реализации и требования к характеристикам систем.

Этап 4. Сравнить допущения, инструменты реализации и требования к характеристикам системы, рассмотренные в настоящем циркуляре, с условиями эксплуатации, инфраструктурой и возможностями в регионе или государстве.

Этап 5. В том случае, если регион, государство или ПАНО устанавливают, что предлагаемое изменение для этого региона или государства соответствует изложенным в настоящем циркуляре рекомендациям, требованиям и характеристикам системы или превосходит их, то регион или государство должны провести работы по управлению безопасностью полетов, включающие:

a) официальную идентификацию видов опасности и последствий, а также анализ факторов риска для безопасности полетов, включая определение возможностей для осуществления контроля и снижения степени риска;

b) план внедрения;

c) методику идентификации факторов опасности/оценки риска безопасности полетов, которая может включать:

1) использование данных или опыта, касающихся внедрения аналогичных видов обслуживания/изменений;

2) количественное моделирование, основанное на достаточных данных, апробированную модель изменений и проанализированные допущения;

3) применение и документальное оформление экспертных знаний, опыта и объективных оценок специалистов;

4) формальный анализ, проведенный по соответствующей методике управления риском для безопасности полетов, изложенной в документе ИКАО *"Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП)"* (Doc 9859);

d) определение и анализ аспектов человеческого фактора, выявленных в связи с внедрением, в том числе тех, которые касаются вопросов интерфейса "человек – машина";

e) моделирование, если в этом есть необходимость;

f) эксплуатационную подготовку;

g) нормативные утверждения.

Этап 6. В том случае, если регион или государство установят, что предлагаемое изменение для этого региона или государства не соответствует требованиям к характеристикам системы, изложенным в настоящем циркуляре, то региону или государству необходимо:

a) рассмотреть альтернативные меры управления факторами риска для безопасности полетов с целью получения технических характеристик и характеристик безопасности полетов, которые соответствуют рекомендациям настоящего циркуляра; или

b) провести соответствующий количественный анализ риска с целью разработки местного стандарта в соответствии с *Руководством по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования* (Doc 9689).

Этап 7. Разработать соответствующую документацию по оценке безопасности полетов, включая план обеспечения безопасности полетов и соответствующие конкретные варианты оценки безопасности полетов.

Этап 8. Деятельность по внедрению должна предусматривать:

a) проведение экспериментальных оценок в соответствующих условиях;

b) привлечение групп экспертов для проведения детального анализа предложений и разработки изменений к плану внедрения с целью его совершенствования;

c) разработку соответствующего резервного плана, позволяющего, при необходимости, вернуться к прежнему состоянию;

d) постоянное представление информации и контроль результатов расследования инцидентов, событий и результатов наблюдений.

Этап 9. Разработать соответствующие процедуры контроля и анализа результатов после внедрения.

———————

ДОПОЛНЕНИЕ А

ЖУРНАЛ УЧЕТА ФАКТОРОВ ОПАСНОСТИ НА ЭТАПЕ ВНЕДРЕНИЯ

В данном разделе перечислен ряд факторов опасности, которые учитывались SASP при разработке минимумов бокового эшелонирования на основе PBN. Соответствующий полномочный орган ОВД при осуществлении оценки безопасности полетов должен проанализировать эти факторы опасности, отразить то, каким образом они могут повлиять на внедрение на местном уровне, и, кроме того, определить, имеются ли другие факторы опасности на региональном, государственном или местном уровне, которые необходимо учесть (см. разделы 3.2 и 3.9 основного текста).

Определение

Фактор опасности

Под фактором опасности понимается условие или объект, которые могут привести к телесным повреждениям персонала, нанесению ущерба оборудованию или конструкциям, потере материальных ресурсов или ограничению возможностей выполнения заданных функций.

Вопрос 1. Применение эшелонирования
Фактор опасности Нарушение эшелонирования
Событие, связанное с риском (причина) Нарушение процедуры, в соответствии с которой диспетчеры применяют боковое эшелонирование, основанное на предписанном маршруте, донесениях о местоположении, передаваемой пилотами информации о расстоянии от точек пути/контрольных точек и диспетчерских разрешениях на набор высоты/снижение с ограничениями. Эти методы призваны обеспечить, чтобы при применении бокового эшелонирования разделительный интервал между воздушными судами во всех случаях был не меньше установленного минимума
Анализ Расстояния, указанные в пп. 5.4.1.2.1.6 и 5.4.1.2.1.7 PANS-ATM представляют собой минимальные значения эшелонирования. В реальной обстановке при применении такого эшелонирования расстояние между воздушными судами зачастую (бóльшую часть времени) превышает эти значения. Геометрия линии пути зависит от структуры местного воздушного пространства. Минимумы, близкие к стандартному интервалу, применяемому при выполнении полетов по пересекающимся линиям пути, могут эффективно использоваться в сочетании с ограничениями по

абсолютной высоте, такими как "выдерживать абсолютную высоту до достижения определенного местоположения" или "занять абсолютную высоту к моменту достижения определенного местоположения".

Диспетчеры применяют боковое эшелонирование, основанное на:

a) линии пути, предписанной воздушному судну;

b) донесениях о местоположении;

c) переданных данных о расстоянии от точки пути или контрольной точки; и, при необходимости,

d) диспетчерском разрешении на набор высоты/снижение с ограничением.

Важно иметь в виду, что при применении этого типа бокового эшелонирования от диспетчеров не требуется определять фактическое горизонтальное расстояние между любыми двумя воздушными судами. В случае непересекающихся линий пути диспетчер определяет расстояние между линиями пути, соответствующее расстоянию по перпендикуляру между осевыми линиями маршрутов. В случае пересекающихся линий пути диспетчер обеспечивает, чтобы по крайней мере одно воздушное судно не приближалось к линии пути другого воздушного судна на расстояние меньшее, чем применяемый минимум бокового эшелонирования, если при этом не обеспечивается продольное или вертикальное эшелонирование.

Во многих случаях (или в большинстве случаев) при выполнении штатных полетов интервал эшелонирования воздушных судов будет превышать требуемый минимум

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

SASP провела оценку риска столкновения, которая свидетельствует о том, что расчетный риск столкновения, основанный на использовании бокового эшелонирования, рассматриваемого в настоящем документе, является значительно меньшим (описание процесса оценки риска столкновения приводится в главе 3)

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

1) Необходимо сообщать обо всех случаях нарушения эшелонирования, связанных с данным минимумов эшелонирования, и расследовать их.

2) Полномочный орган ОВД, предполагающий применить данный вид эшелонирования, должен обеспечить практичность его использования в рамках действующей структуры воздушного пространства.

3) Полномочный орган ОВД, предполагающий применять данный вид эшелонирования, должен обеспечить, чтобы объем воздушного движения не превышал тот, который можно обслужить с применением данного типа эшелонирования.

4) Полномочный орган ОВД, предполагающий внедрить данный вид эшелонирования, должен обеспечить, чтобы диспетчеры прошли соответствующую подготовку по вопросам применения эшелонирования

Вопрос 2. Связь

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Использование ненадлежащих средств связи

Анализ

Применительно к некоторым стандартам бокового эшелонирования подробная информация о средствах связи приводится в PANS-ATM, однако в отношении других стандартов определение требуемых средств связи оставлено на усмотрение соответствующего полномочного органа. Использование соответствующих средств связи является исключительно важным элементом обеспечения своевременной передачи диспетчерских разрешений воздушным судам в целях вмешательства.

Применение бокового эшелонирования требует своевременной передачи пилоту необходимых диспетчерских разрешений с целью обеспечить альтернативное эшелонирование до момента нарушения бокового эшелонирования. Средства связи и надежность этих средств также являются важными элементами обеспечения необходимых возможностей вмешательства диспетчера в тех случаях, когда устанавливается факт фактического или потенциального нарушения эшелонирования. Кроме того, объем обслуживаемого воздушного движения в конкретном воздушном пространстве не должен превышать тот, который можно безопасно обслужить с использованием имеющейся инфраструктуры связи.

Существует множество возможных комбинаций применения этого типа бокового эшелонирования, поэтому SASP не считает возможным предписывать для глобального применения какой-либо вариант связи, подлежащий использованию в каждом конкретном случае. В тех случаях, когда требования к связи конкретно не увязаны с минимумами эшелонирования, решение этой задачи остается на усмотрение соответствующего полномочного органа ОВД

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

а) В тех случаях, когда требования к средствам связи конкретно не увязываются с применением минимумов эшелонирования, ответственность за определение этих требований путем проведения соответствующей оценки безопасности полетов для каждого вида применения возлагается на соответствующий полномочный орган ОВД.

До начала и в ходе применения любого минимума эшелонирования диспетчер должен оценить адекватность имеющихся средств связи, учитывая при этом время, необходимое для получения ответов от двух от более воздушных судов, и общую рабочую нагрузку/объем воздушного движения, связанные с применением такого минимума.

b) Связь, основанная на характеристиках, должна осуществляться в соответствии с положениями *Руководства по связи и наблюдению, основанным на характеристиках (PBCS)* (Doc 9869, в стадии подготовки).

c) Процедуры, предусмотренные для линии передачи данных, должны соответствовать положениям *Руководства по глобальной эксплуатационной линии передачи данных (GOLD)* (Doc 10037).

d) Процедуры, предусмотренные для SATCOM, должны соответствовать положениям *Руководства по речевой спутниковой связи (SVOM)* (Doc 10038, в стадии подготовки)

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

1) Провести оценку безопасности полетов, связанную с внедрением.

2) Обеспечить надлежащую подготовку диспетчеров в области процедур связи и характеристик связи

Вопрос 3. Зональная навигация

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Недостаточная осведомленность о конкретных аспектах различия между навигацией типа "ТУ–ТУ" (“TO-TO”) и навигацией типа "ТУ–ФРОМ" (“TO-FROM”) может привести к неправильному применению диспетчером бокового эшелонирования на пересекающихся линиях пути

Анализ

Функции приемника GNSS отличаются от функций обычных бортовых приемников (т. е. DME).

a) Приемник GNSS предоставляет пилоту данные относительно точки пути, к которой воздушное судно приближается. Как только воздушное судно проходит эту точку пути, приемник GNSS опять задает следующую точку пути в качестве "активной", и вся информация предоставляется относительно этой новой точки пути. Такая навигация называется "ТУ–ТУ" (“TO-TO”).

b) Некоторые воздушные суда, выполняющие полет с использованием GNSS, не могут осуществлять полет по линии пути удаления от точки пути. Эти воздушные суда всегда должны следовать в направлении к той или иной точке пути.

c) В некоторых случаях эти воздушные суда после прохождения точек пути "флайовер" выходят не на линию пути удаления от точки "флайовер", а на линию пути прямо в направлении к следующей точке пути.

Несмотря на то, что концепция навигации "ТУ–ТУ" может представлять потенциальную опасность, анализ безопасности полетов свидетельствует о том, что технический риск является небольшим. Переход от навигации "ТУ–ФРОМ" к навигации "ТУ–ТУ" обусловливает изменение в восприятии пилотом средств, задач и используемых соответствующих процедур; от этого также зависит и то, как диспетчер должен применять эшелонирование. Эти вопросы необходимо рассмотреть в процессе подготовки и обучения персонала

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

В PANS-ATM внесен п. 5.4.1.1.4, согласно которому "В том случае, когда воздушное судно выполняет разворот на маршрут ОВД через точку пути "флайовер", на участке полета между точкой пути "флайовер", в которой выполняется разворот, и следующей точкой пути применяется иное, чем обычно предписываемое эшелонирование (см. рис. 5-1 и 5-2)"

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

1) Любой риск, связанный с функционированием системы зональной навигации, отличной от обычных систем VOR/NDB/DME, должен снижаться посредством проведения подготовки и обучения персонала. Это входит в обязанности соответствующего полномочного органа ОВД.

2) Орган УВД, если это практически возможно, должен запрашивать расстояние до следующей точки пути. Тем не менее, пилоты должны быть информированы с помощью AIC или государственных AIP о том, что орган УВД может потребовать передачи донесений о местоположении из других точек пути, помимо точек пути "ТУ", в целях слежения и обеспечения эшелонирования, основанного на расстоянии. В этой связи пилоты должны знать свое бортовое оборудование, с тем чтобы эта информация могла предоставляться как можно быстрее. В обязанности соответствующего органа ОВД входит выпуск надлежащего инструктивного материала для пилотов. С этой целью ниже приводится примерный текст:

Бортовое оборудование GNSS обычно предоставляет информацию о расстоянии до следующей точки пути. Для обеспечения надлежащего эшелонирования воздушных судов диспетчер может запросить расстояние от точки пути, которая в настоящее время не является активной в бортовом оборудовании; она может даже находиться позади воздушного судна. Пилоты должны иметь возможность получить эту информацию от бортового оборудования. Изготовители оборудования могут использовать разные технологии, поэтому пилоты должны хорошо знать эту функцию.

3) При установлении точек бокового эшелонирования важно обеспечить координацию между органами управления воздушным движением, планировщиками воздушного пространства и разработчиками процедур в тех случаях, когда орган УВД требует, чтобы точка бокового эшелонирования публиковалась в качестве точки пути с названием

Вопрос 4. Целостность базы данных

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Отсутствие целостности базы данных может привести к наличию в навигационной базе данных бортовой системы и системы ОрВД неправильной информации о точках пути

Анализ

Вопросы целостности базы данных являются общими для всех аспектов зональной навигации и для применения всех минимумов эшелонирования при использовании зональной навигации. Следовательно, этот вопрос не является специфическим для применения бокового эшелонирования.

С внедрением схем зональной навигации обработка навигационных данных приобретает важное значение для обеспечения безопасности выполнения операций. Ее важность повышается по мере отказа от традиционных схем и маршрутов, основанных на применении наземных средств навигации по принципу "ТУ–ФРОМ" (“to and from”). Целостность базы данных зависит от сведения к минимуму ошибок по всей цепи данных, начиная с обследования, разработки схемы, обработки и публикации данных, выборки данных, кодирования, упаковки данных и заканчивая заменой данных на борту. Последняя операция осуществляется в течение каждого 28-дневного цикла AIRAC, а в будущем сможет выполняться практически в режиме реального времени.

В современных системах ОрВД также используются навигационные базы данных. Ошибки в этих базах данных могут привести к неправильным результатам проверок на наличие конфликтной ситуации и таким образом – к нарушению эшелонирования.

В настоящее время на международном уровне предпринимаются усилия по обеспечению целостности баз данных посредством внедрения новых процедур контроля качества баз данных. См. Приложение 15 и документ RTCA DO-200A

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

Отсутствуют

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

a) Соответствующему полномочному органу ОВД необходимо обеспечить соблюдение надлежащих процедур контроля качества на всех уровнях цепи данных, с тем чтобы гарантировать целостность базы данных в бортовых системах и системах ОрВД.

b) Для мониторинга выдерживания маршрута в рамках системы обработки полетных данных следует использовать данные ADS-C, если они имеются (см. *Руководство по глобальной эксплуатационной линии передачи данных (GOLD)* (Doc 10037))

Вопрос 5. Неправильная точка пути

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Предоставление пилотом информации о расстоянии и линиях пути относительно "неправильной" точки пути

Анализ

С учетом наличия в базе данных навигационной системы большого количества точек пути существует вероятность того, что пилот будет предоставлять данные о расстоянии относительно неправильно выбранной точки пути или выполнять полет по линии пути до неправильно выбранной точки пути. В результате информация о местоположении будет ошибочной и может привести к нарушению эшелонирования.

Риск присутствует при применении любой схемы полета по принципу зональной навигации. Существует много схем, требующих от пилотов выполнять полет в направлении к точкам пути и сообщать данные о расстоянии или ходе полета относительно точек пути, включенных в их базу данных. В тех случаях, когда между воздушными судами, использующими зональную навигацию, применяется боковое эшелонирование, указанное эшелонирование может быть ошибочным, когда пилоты предоставляют информацию о расстоянии или линии пути относительно ошибочной точки пути.

Важно, чтобы диспетчеры и пилоты при получении и передаче донесений о линии пути и расстоянии использовали стандартную фразеологию. Это позволит свести к минимуму вероятность ошибок

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

Специальная фразеология для получения и передачи донесений о расстоянии от навигационных средств и точек пути опубликована в п. 12.3.1.9 PANS-ATM

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

a) Пилоты и диспетчеры должны быть информированы с помощью соответствующих директив, циркуляров, руководств и в процессе подготовки о важности включения названия точки пути в донесение о расстоянии до и/или от данной точки пути.

b) Для мониторинга выдерживания маршрута в рамках системы обработки полетных данных следует использовать данные ADS-C, если они имеются (см. *Руководство по глобальной эксплуатационной линии передачи данных (GOLD)* (Doc 10037))

Вопрос 6. Ввод неправильных точек пути

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Ошибка при ручном вводе точек пути приводит к выполнению полета к неправильной точке пути

Анализ

В режиме полета по маршруту навигационные системы позволяют пилотам создавать точки пути вручную. Здесь существует определенная вероятность того, что пилоты могут неправильно ввести координаты точки пути.

CPDLC позволяет диспетчеру УВД передавать по линии связи "вверх" информацию о маршруте в системе зональной навигации. Здесь существует определенная вероятность того, что диспетчер УВД может передать по линии связи "вверх" данные неправильной точки пути.

Иногда пилотам и диспетчерам УВД приходится создавать точки пути с выбранными специально для этого случая координатами широты/долготы в связи с отсутствием заранее установленных точек пути или маршрутов. Риск неправильного ввода таких точек пути в навигационную систему возрастает по мере увеличения количества цифр, определяющих точку пути. Риск ручного ввода очень сложных точек пути типа 6521.9N01312.6W может оказаться слишком высоким в контексте применения бокового эшелонирования. Может также иметь место значительный риск неправильного понимания при обмене информацией между диспетчером и пилотом, касающейся этих точек пути

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

Отсутствуют

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

a) Соответствующий полномочный орган ОВД должен создать такую структуру воздушного пространства и воздушных трасс, которая позволила бы избежать необходимости ручного ввода координат широты/долготы точек пути. Этого можно достичь путем создания заранее установленных точек пути и воздушных трасс/маршрутов таким образом, чтобы облегчить применение бокового эшелонирования.

b) Для мониторинга выдерживания маршрута в рамках системы обработки полетных данных следует использовать данные ADS-C, если они имеются (см. *Руководство по глобальной эксплуатационной линии передачи данных (GOLD)* (Doc 10037)).

c) Передаваемое по линии связи вверх сообщение CPDLC "UM137 ПОДТВЕРДИТЕ ЗАДАННЫЙ МАРШРУТ" и соответствующий ответ воздушного судна "DM40 ЗАДАННЫЙ МАРШРУТ ПОДТВЕРЖДАЮ" [диспетчерское разрешение на выполнение полета по маршруту] служат для органа УВД средством подтверждения предложенного маршрута воздушного судна. В рамках FDPS процесс подтверждения маршрута может быть автоматизирован

Вопрос 7. Внесение в представляемый план полета неправильной информации

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

В представленный план полета (FPL) вносится информация о навигационной спецификации, на использование которой воздушное судно или летный экипаж не имеют утверждения, и/или неправильная информация о навигационном оборудовании, оборудовании средств связи и наблюдения

Анализ

Анализ безопасности полетов, использовавшийся для определения стандартов бокового эшелонирования, основан на допущении о том, что у соответствующего воздушного судна и экипажа имеются необходимые утверждения и информация об этих утверждениях и бортовом навигационном оборудовании и оборудовании средств связи и наблюдения, там где оно имеется, правильно внесена. Если в FPL внесена неправильная информация об утверждении или навигационном оборудовании, оборудовании средств связи и наблюдения, диспетчер может применить неправильное эшелонирование.

Для выполнения полета в соответствии с указанной спецификацией PBN, спецификацией RCP и спецификацией RSP эксплуатанты воздушных судов должны получить утверждение в отношении воздушного судна и летного экипажа. После получения такого утверждения эксплуатант может указывать в FPL соответствующее условное обозначение для этой навигационной спецификации, спецификации средств связи и наблюдения.

Эксплуатанты воздушных судов должны правильно указывать состав исправного и используемого экипажем бортового навигационного оборудования, оборудования средств связи и наблюдения.

Используя указанные в FPL условные обозначения типа навигации, средств связи, наблюдения и оборудования, орган УВД применяет соответствующее эшелонирование. Обычно орган УВД не подвергает сомнению данные FPL и считает, что представленные данные являются правильными.

Важно, чтобы эксплуатанты воздушных судов и летные экипажи понимали значимость получения соответствующих утверждений и внесения в план полета правильных данных, а также были хорошо осведомлены о возможных негативных последствиях внесения неправильной информации для производства полетов в воздушном пространстве

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

ИКАО опубликовала следующие материалы:

1) *Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN)* (Doc 9613), в котором содержится инструктивный материал относительно зональной навигации, навигационных спецификаций и эксплуатационных утверждений.

2) *Руководство по связи и наблюдению, основанным на характеристиках (PBCS)* (Doc 9869), в котором содержится инструктивный материал относительно спецификаций средств связи и наблюдения и эксплуатационных утверждений.

3) PANS-ATM, в котором содержится инструктивный материал по заполнению формы FPL.

4) Настоящий циркуляр, в котором содержатся инструктивные указания относительно внедрения бокового эшелонирования

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

Соответствующий орган ОВД должен обеспечить, чтобы эксплуатационные утверждения выдавались эксплуатантам воздушных судов в соответствии с положениями руководств по PBN и PBCS

Вопрос 8. Неправильное понимание информации FPL

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Диспетчер УВД применяет несоответствующее эшелонирование в результате неправильного понимания информации FPL

Анализ

Анализ безопасности полетов, использовавшийся для определения стандартов бокового эшелонирования, основывался на допущении о том, что система ОрВД или диспетчер воздушного движения получают информацию о навигационной спецификации, спецификации средств связи, спецификации средств наблюдения и навигационном оборудовании из FPL и применяют соответствующий стандарт эшелонирования. Неправильное понимание информации FPL может привести к применению диспетчером несоответствующего эшелонирования.

Эксплуатанты воздушных судов вносят в форму FPL информацию о бортовом навигационном оборудовании, оборудовании средств связи и наблюдения и эксплуатационных утверждениях. Диспетчер воздушного движения или система ОрВД используют информацию FPL и применяют соответствующее эшелонирование.

Усложнение вносимой в FPL информации о навигационном оборудовании, оборудовании средств связи и наблюдения может привести к ошибкам при считывании и неправильному пониманию данных о навигационном оборудовании, связном оборудовании и средствах наблюдения FPL, в результате чего будут использованы несоответствующие стандарты эшелонирования с вытекающими из этого негативными последствиями для производства полетов в воздушном пространстве

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

ИКАО опубликовала следующие материалы:

1) *Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN)* (Doc 9613), в котором содержится инструктивный материал относительно зональной навигации, навигационных спецификаций и эксплуатационных утверждений.

2) *Руководство по связи и наблюдению, основанным на характеристиках (PBCS)* (Doc 9869), в котором содержится инструктивный материал относительно спецификаций средств связи и наблюдения и эксплуатационных утверждений.

3) PANS-ATM, в котором содержится инструктивный материал по заполнению формы FPL.

4) Настоящий циркуляр, в котором содержатся инструктивные указания относительно внедрения бокового эшелонирования

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

1) Системы ОрВД должны обеспечивать отображение диспетчеру четкой и однозначной информации о навигационных возможностях, возможностях средств связи и наблюдения воздушных судов.

2) При использовании систем моделирования конфликтных ситуаций должна обеспечиваться возможность автоматической интерпретации информации FPL о навигационных средствах, средствах связи и наблюдения

Вопрос 9. Отказ GNSS

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Отказ GNSS, затрагивающий множество воздушных судов, или отказ отдельных приемников GNSS

Анализ

Сбой в работе отдельного приемника GNSS или сбой, затрагивающий множество воздушных судов, будут иметь различные последствия для системы ОрВД.

Отказы GNSS фиксируются оборудованием RAIM. Если происходит сбой в работе отдельного приемника GNSS, пилот информирует орган УВД о том, приводит ли отказ к тому, что воздушное судно не может продолжать полет с использованием сигнала GNSS или выдерживать соответствующую навигационную спецификацию. Затем диспетчеры начнут применять другие виды эшелонирования, которые не зависят от GNSS. Это ничем не отличается от отказа обычного авиационного радиоэлектронного оборудования.

Возможны местные отказы GNSS, например, в периоды возникновения помех сигналу GNSS. Пилоты не могут отличить помехи от нарушения целостности GNSS, поэтому они вновь просто информируют орган УВД о получении предупреждения RAIM, и орган УВД вновь применит другой вид эшелонирования. В случае получения последующих донесений о предупреждениях RAIM от других пилотов в данном районе у диспетчеров должно возникнуть подозрение о возможном появлении помех, и в этом случае они не должны использовать GNSS для обеспечения эшелонирования

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

1) Согласно изложенным в Руководстве по PBN (Doc 9613) навигационным спецификациям пилот информирует орган УВД о том, что в дальнейшем воздушное судно не может выполнять навигационные требования, определяемые используемой в данном воздушном пространстве навигационной спецификацией.

2) Приводимый ниже пункт содержится в PANS-ATM:

"5.4.1.1.3 При получении информации, свидетельствующей об отказе навигационного оборудования или ухудшении его навигационных характеристик до уровня ниже требуемого, орган УВД применяет затем, как это необходимо, альтернативные методы или минимумы эшелонирования."

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

При подготовке своих планов на случай чрезвычайных обстоятельств соответствующий полномочный орган ОВД должен предусмотреть последствия отказов GNSS

Вопрос 10. Воздушное судно не соблюдает ограничение

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Пилот не выполняет требования диспетчерского разрешения

Анализ

В процессе применения бокового эшелонирования диспетчеры могут дать указание пилотам выполнить набор высоты/снижение после прохождения конкретной точки или могут дать указание пилотам набрать высоту/снизиться для достижения того или иного эшелона полета/абсолютной высоты, до прохождения определенной точки или определенного расстояния от контрольной точки. Ответственностью пилота является определить, может ли он выполнить требование такого диспетчерского разрешения, и информировать орган УВД в случае невозможности его осуществления.

При применении данного типа бокового эшелонирования к воздушным судам, находящимся на пересекающихся линиях пути, диспетчеры могут использовать некоторые из перечисленных ниже средств, чтобы обеспечить эшелонирование воздушных судов:

a) дать указание воздушным судам занять определенный эшелон полета до достижения точки бокового эшелонирования;

b) дать указание воздушным судам выполнить снижение/набор высоты до определенного эшелона после прохождения точки бокового эшелонирования.

Может существовать несколько причин, по которым пилот не выполняет то или иное диспетчерское указание:

a) пилот переоценивает возможности воздушного судна в отношении скорости набора высоты/ снижения;

b) воздушное судно не способно достичь определенной абсолютной высоты из-за температуры, турбулентности и т. д.;

c) пилот забывает приступить к набору высоты/снижению в надлежащий момент времени/ надлежащем местоположении;

d) пилот неправильно понимает диспетчерское разрешение/указание/ограничение.

В конечном итоге, именно пилоты отвечают за принятие решения о возможности безопасного выполнения диспетчерского разрешения/указания/ограничения.

Все эти вопросы являются общими для применения любого минимума эшелонирования. Поэтому данный вопрос не является специфическим для применения бокового эшелонирования

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

Отсутствуют

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

Соответствующему полномочному органу ОВД следует предусмотреть в программах подготовки диспетчеров рассмотрение вопроса о соответствующих методах применения бокового эшелонирования

Вопрос 11. Неправильное понимание при передаче диспетчерского разрешения воздушному судну

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Пилот неправильно понимает диспетчерское разрешение

Анализ

Существует вероятность того, что пилот мог неправильно понять диспетчерское разрешение и поэтому выполнять полет по другому профилю, отличному от того, который предполагался диспетчером для обеспечения надлежащего эшелонирования. Это может привести к нарушению эшелонирования.

Диспетчеры воздушного движения должны передавать воздушным судам диспетчерские разрешения. Одни разрешения являются простыми, а другие – сложными. Существуют различные средства связи: ОВЧ, УВЧ, ВЧ, CPDLC и SATCOM. Качество связи отличается, а между пилотами и диспетчерами существуют языковые барьеры, обусловленные различными родными языками. Все это и другие проблемы могут повлиять на вероятность неправильного понимания при передаче диспетчерского разрешения воздушному судну.

Существует много факторов, которые могут привести к неправильному пониманию и неправильному слуховому восприятию при ведении связи с органами ОВД. К таким примерам относятся:

a) плохое качество связи (статические помехи, шум и т. д.);

b) недостаточное владение английским языком;

c) неадекватные процедуры радиотелефонии;

d) нестандартная фразеология;

e) нестандартные процедуры CPDLC и неправильное понимание элементов сообщений CPDLC.

Все эти вопросы являются общими для любой системы связи УВД и применения всех минимумов эшелонирования. Как представляется, никакие вопросы, имеющие отношение к связи, не являются специфическими для применения бокового эшелонирования

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском безопасности и/или снижения степени опасности

1) Стандартная фразеология речевой связи опубликована в главе 12 PANS-ATM.

2) Стандартные процедуры CPDLC и элементы сообщений опубликованы в *Руководстве по глобальной эксплуатационной линии передачи данных (GOLD)* (Doc 10037).

3) Стандартные процедуры SATCOM опубликованы в *Руководстве по речевой спутниковой связи (SVOM)* (Doc 10038)

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

Соответствующему полномочному органу ОВД следует обеспечить использование стандартной фразеологии и стандартных процедур CPDLC и SATCOM при ведении связи "пилот – диспетчер"

Вопрос 12. Структура воздушного пространства и развороты с использованием точек "флай-бай"

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Применяемый вид эшелонирования не охватывает все ожидаемое разнообразие характеристик систем зональной навигации, применяемых для выполнения разворотов с использованием точек "флай-бай"

Анализ

Большинство точек пути в условиях зональной навигации являются точками пути "флай-бай". Такая схема предусматривает, что воздушное судно выполняет разворот до достижения точки пути и завершает его, не проходя над ней. Расстояние от точки пути "флай-бай", у которой воздушное судно начинает и/или завершает такой разворот, зависит от многих факторов, например, от масштаба разворота, скорости воздушного судна, абсолютной высоты, скорости ветра и т. д.

Поскольку интервал бокового эшелонирования воздушных судов измеряется между осевыми линиями заданных маршрутов, воздушное судно, выполняющее разворот, может не находиться на расчетной линии пути, что может привести к нарушению эшелонирования.

Документ ED-75C/ RTCA DO-236C *"MASPS Required Navigation Performance for Area Navigation" (Требуемые навигационные характеристики для зональной навигации применительно к MASPS),* изданный в декабре 2003 года, касается разворотов с использованием точек "флай-бай". Данный документ содержит требование к навигационным системам, применяемым в условиях RNAV, и инструктивный материал по разработке процедур и использованию воздушного пространства и эксплуатационных правил. В п 3.2.5.4 этого документа рассматривается вопрос о переходах (разворотах) "флай-бай" и содержатся формулы для вычисления зон переходов "флай-бай", основанных на допущениях относительно путевой скорости и угла крена. Теоретически зоны перехода (разворота) "флай-бай" могут быть рассчитаны только для разворотов до 120° при переходах на малой абсолютной высоте и разворотов до 70° при переходах на больших абсолютных высотах.

Однако следует отметить, что мониторинг за воздушными судами, выполняющими развороты с использованием точек "флай-бай", показал, что некоторые воздушные суда выполняют развороты таким образом, что воздушное судно выходит за пределы теоретической зоны перехода, упомянутой выше

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

Отсутствуют

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

1) В учебные программы диспетчеров воздушного движения необходимо включить вопросы, касающиеся поведения оснащенных системами RNAV воздушных судов при выполнении разворотов.

2) При определении структуры воздушного пространства необходимо учитывать аспекты поведения оснащенных системами RNAV воздушных судов при выполнении разворотов

Вопрос 13. Процедура оперативного бокового смещения (SLOP)

Фактор опасности

Нарушение эшелонирования

Событие, связанное с риском (причина)

Пилот выполняет смещение, превышающее критерии SLOP

Анализ

Информация о процедуре оперативного бокового смещения (SLOP) опубликована в разделе 16.5 PANS-ATM. Согласно этой процедуре соответствующий полномочный орган может выдать разрешение на выполнение SLOP до 2 м. миль в воздушном пространстве, где обеспечивается боковое эшелонирование или разделительное расстояние между маршрутами составляет 42,6 км (23 м. мили) или более, и выполнение SLOP до 0,5 м. мили, где обеспечивается боковое эшелонирование или разделительное расстояние между маршрутами находится в диапазоне от 6 м. миль до 42,6 км (23 м. мили).

Выполнение одним или обоими воздушными судами бокового смещения, превышающего указанные выше значения, в направлении другого воздушного судна, приведет к существенному нарушению фактического эшелонирования между этими воздушными судами

Предлагаемые SASP глобальные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

a) Информация о процедуре оперативного бокового смещения (SLOP) опубликована в разделе 16.5 PANS-ATM.

b) Инструктивный материал, касающийся внедрения SLOP, содержится в циркуляре 331

Требуемые региональные и местные механизмы управления риском и/или снижения степени опасности

a) Внедрение процедур оперативного бокового смещения согласовывается с соответствующими государствами.

b) Информация о маршрутах или воздушном пространстве, где разрешено применять оперативные боковые смещения, и процедурах, подлежащих выполнению пилотами, публикуется в сборниках аэронавигационной информации (AIP) и доводится до сведения диспетчеров воздушного движения

— КОНЕЦ —

ISBN 978-92-9249-858-0