



АССАМБЛЕЯ — 38-Я СЕССИЯ

ТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

Пункт 32 повестки дня. Аэронавигация. Политика

СИСТЕМА ВИХРЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (WVSS): ПРЕДЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ
В ГАНП И БЛОК 1 ASBU

(Представлено Российской Федерацией)

КРАТКАЯ СПРАВКА

В соответствии с рекомендацией 12 Аэронавигационной конференции ИКАО № 2/4 (Optimized management of wake turbulence) пункт с) представлены предложения по доработке модулей B1-WAKE, B2-WAKE, B1-ASEP и B2-ASEP и созданию нового модуля B1-WVSS, необходимого для внедрения вихревого парного эшелонирования (самозшелонирования) воздушных судов.

Действия: Ассамблее предлагается:

а) признать тот факт, что ускорение реализации измененных модулей B1-WAKE, B2-WAKE, B1-ASEP and B2-ASEP и введение нового модуля B1-WVSS "Система обеспечения вихревой безопасности полетов" позволит значительно повысить пропускную способность воздушного пространства при обеспечении целевого уровня безопасности полетов.

б) рекомендовать в ближайшее трехлетие включить в стратегию разработки SARPS, необходимых для рассмотрения модулей ASBU блока 1, SARPS для WVSS на основе технологий, разрабатываемых в модулях B1-WAKE, B2-WAKE, B1-ASEP, B2-ASEP и нового модуля B1-WVSS.

с) включить в 4-ое издание ГАНП и ASBU нового модуля блока 1 (B1-WVSS) для разработки WVSS на основе технологий, разрабатываемых в модулях B1-WAKE, B2-WAKE, B1-ASEP, B2-ASEP.

<i>Стратегические цели</i>	Данный рабочий документ связан со стратегическими целями "Безопасность полетов" и "Охрана окружающей среды и устойчивое развитие воздушного транспорта"
<i>Финансовые последствия</i>	Финансирование в рамках бюджета регулярной программы ИКАО по вопросам вихревой безопасности
<i>Справочный материал</i>	Стратегия ИКАО в области блочной модернизации авиационной системы (ASBU) Доклад 12 Аэронавигационной конференции ИКАО (Doc 10007), в части, касающейся турбулентности следа

¹ Текст на русском языке представлен Российской Федерацией.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Предложенная в области блочной модернизации авиационной системы (ASBU) стратегия ИКАО по повышению пропускной способности ВПП базируется на динамическом управлении минимумами парного вихревого эшелонирования ВС при идентификации в реальном масштабе времени опасности попадания ВС в вихревой след (модулях B1-WAKE, B2-WAKE).

1.2. Для идентификации опасности попадания ВС в вихревой след и представления этой информации пилотам ВС и диспетчерам УВД необходимо иметь соответствующие бортовые и/или наземные системы мониторинга и прогнозирования вихревых следов, объединенные с системой наблюдения, связи и передачи данных.

1.3. Совокупность бортовых и/или наземных программных и/или программно-аппаратных средств, предназначенная для решения задачи обеспечения вихревой безопасности полетов с учетом правил и процедур организации воздушного движения и рекомендуемой практики ИКАО, разрабатываемых в модулях B1-WAKE, B2-WAKE представляет собой систему обеспечения вихревой безопасности (далее – WVSS). Поэтому процессы создания и внедрения WVSS должны найти свое отражение в соответствующих блоках ASBU ИКАО и в Дорожной карте разработки технологий Global Air Navigation Capacity & Efficiency Plan (Doc. 9750).

2. РЕЛЕВАНТНЫЕ БЛОКИ И СВЯЗИ ASBU ИКАО ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ВИХРЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Современные достижения в области локации и моделирования вихревых следов, а также средства телекоммуникации позволяют разработать и внедрить WVSS в соответствии с концепцией и архитектурой, представленной в приложении А.

2.2. WVSS представляет собой распределенную (бортовой и наземные сегменты) информационно-управляющую систему, которая должна быть реализована на базовых и специализированных технических системах и средствах аэронавигационной системы, разрабатываемых в модулях B0-ASEP, B1-ASEP, B2-ASEP, B3-ASEP, B1-RSEQ, B2-RSEQ, а также на бортовом пилотажно-навигационном оборудовании ВС, разрабатываемом в модулях B2-ASEP, B3-ASEP (рис. 1).

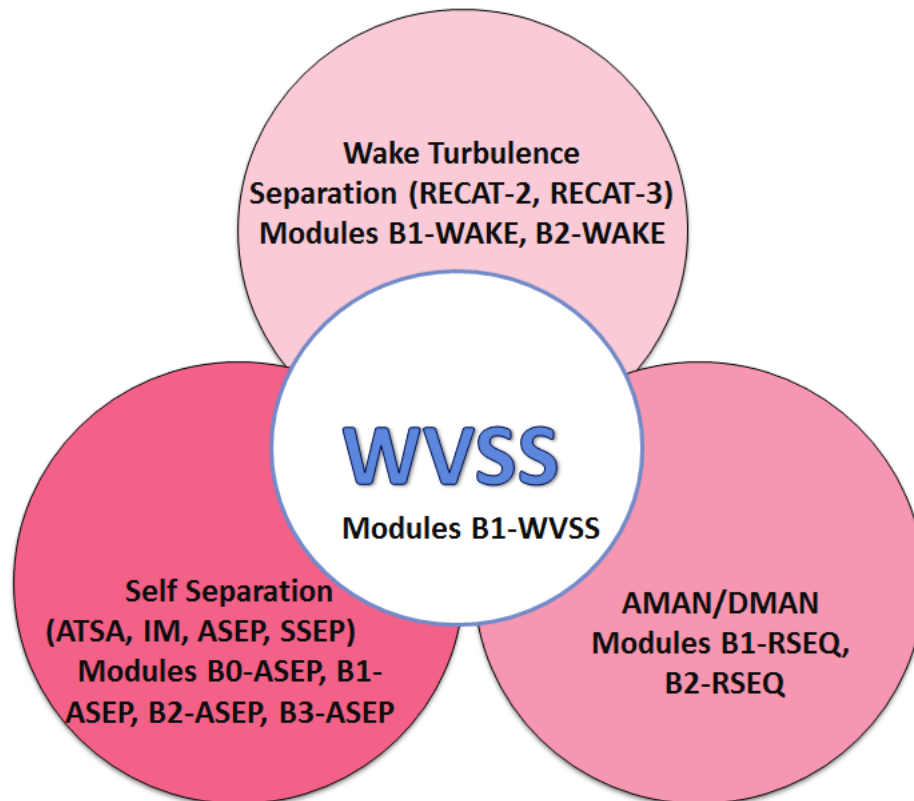


Рис.1. WVSS Релевантные технологии и процедуры ASBU ИКАО применительно к разработке WVSS.

2.3. В основе философии построения WVSS лежит основной принцип технологий CNS/ATM ИКАО "каждый видит каждого", который предлагается модифицировать до принципа "каждый видит каждого, включая его вихревой след". Поэтому WVSS хорошо вписывается в разрабатываемые технологии обеспечения ситуационной осведомленности о воздушном движении (ATSA), управления интервалами (IM), эшелонирования (ASEP) и самоэшелонирования (SSEP) ВС в полете. В связи с этим могут быть представлены предложения по доработке релевантных модулей B1-ASEP, B2-ASEP в части расширения функциональных возможностей разрабатываемых систем и предоставления пользователям воздушного пространства дополнительных эксплуатационных преимуществ при внедрении парного вихревого эшелонирования ВС.

2.4. Дополнительно могут быть сформулированы предложения по доработке релевантных модулей B1-WAKE относительно использования WVSS при введении норм парного вихревого эшелонирования. Основным недостатком существующей редакции описания модуля B1-WAKE заключается в постулировании обеспечения вихревой безопасности полетов только за счет введения норм эшелонирования без введения требований по разработке технических средств по их реализации. В модуле B1-WAKE отсутствует описания требуемых технологий, бортового и наземного оборудования WVSS, хотя в неявном виде ее компоненты уже присутствуют, например, использование бортовых средств измерения ветра, использование ADS-B out для передачи данных о ветре в наземную систему мониторинга и прогнозирования вихревой обстановки, использование на аэродроме радаров X-диапазона и лидаров для обнаружения вихревых следов, применение системы WTMD и WTMA, которые по сути уже являются наземным сегментом WVSS.

2.5. WVSS не является разработкой, требующей создания уникальных технологий. В ее основе лежат базовые решения концепции CNS/ATM дальнейшего развития, которых отражено в ICAO ASBU и включено в Дорожную карту ICAO Doc. 9750 Global Air Navigation Capacity & Efficiency Plan, Appendix 3. К ним относятся (рис. 2) технологии автоматически зависящего наблюдения (Surveillance), общесистемного управления информацией (SWIM), управления аэронавигационной информацией (Digital AIM), а также Improved Meteorological Information, Trajectory-Based Operations, Free-Routing. Однако успех создания и дальнейшего внедрения WVSS связан с выполнением работ, описанных в блоках и связях, а также релевантных модулях, показанных на рис. 3.

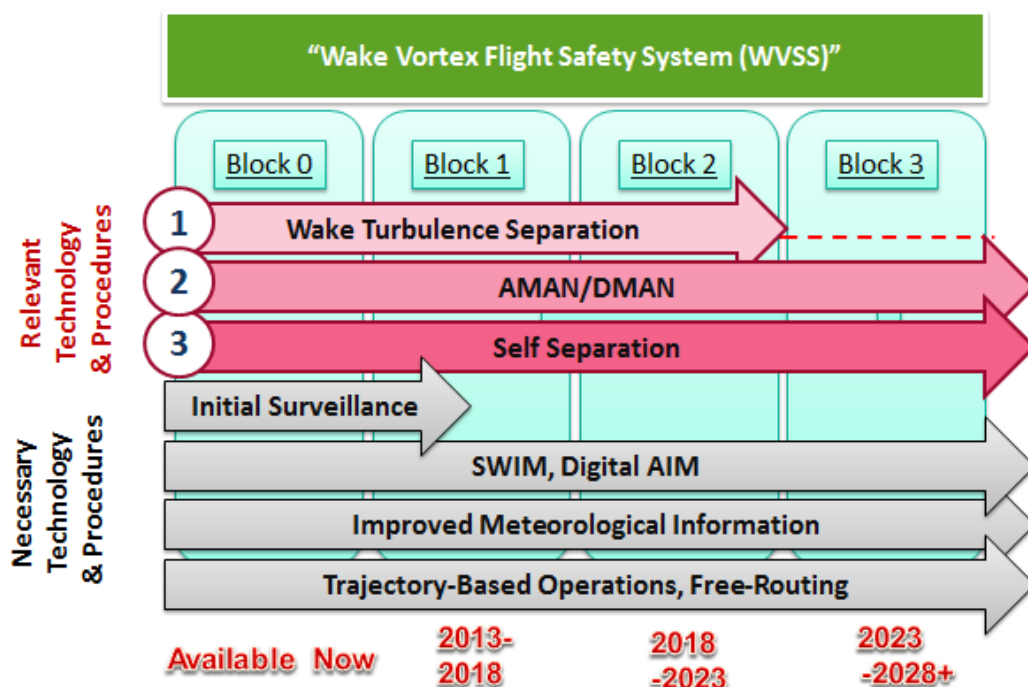


Рис. 2. Релевантные блоки и связи ASBU ИКАО применительно к разработке WVSS.

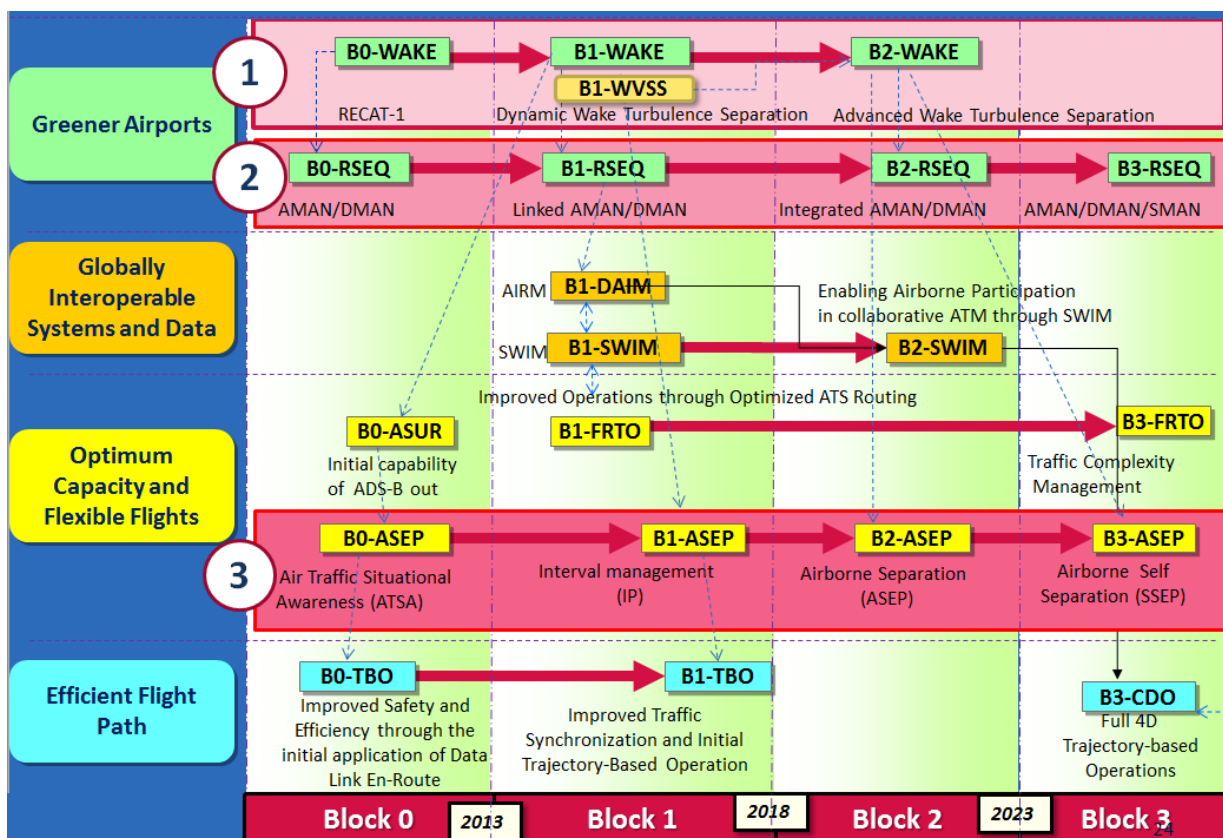


Рис. 3. Релевантные модули ASBU ИКАО применительно к разработке WVSS.

3. ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЙ WVSS

3.1. Эксплуатационные преимущества, которые может дать WVSS, ее операционная гибкость и интероперабельность напрямую зависят от развития технологий передачи аэронавигационных данных. Линии передачи данных (ЛПД) по направлениям "борт – борт", "борт – земля" и "земля – борт" будут обеспечивать сервисы WVSS, разделенные на две основные категории:

- а) сервисы, непосредственно относящиеся к безопасности полетов – для этих сервисов требования к характеристикам, процедуры, сервисы и обеспечивающие технологии строго определены и стандартизированы;
- б) информационные сервисы – для них требования к характеристикам, процедуры и обеспечивающие технологии менее критичны.

Сервисы WVSS могут быть реализованы с помощью использования технологий автоматически зависящего наблюдения (АЗН) вещательного и контрактного типов, а также на базе технологий подвижной спутниковой связи. Предполагается, что до появления полноценного решения по ADS-B IN/OUT (ICAO ver. 2) сервисы WVSS при полете на маршруте в континентальном воздушном пространстве, заходе на посадку и выполнении полетов в зоне аэродрома могут быть реализованы при помощи комбинации решений, предлагаемых в модуле B0-ASUR "Первоначальные функциональные возможности для наземного наблюдения" и модуле B0-TBO "Повышение уровня безопасности полетов и эффективности за счет начального этапа применения линий передачи данных на маршруте".

3.2. Модуль B0-ASUR обеспечивает возможность недорогостоящей реализации первоначальных функциональных возможностей WVSS на основе ADS-B OUT. Данные бортовых метеонаблюдений, значения положения и циркуляции вихревых следов, вычисляемые бортовым сегментом WVSS, передаются с борта ВС-генератора вихревого следа по каналам ADS-B Out в наземный сегмент WVSS. Наземный сегмент WVSS осуществляет обработку информации о вихревом следе, оценивает вихревую обстановку и выдает рекомендации по эшелонированию ВС.

3.3. Модуль B0-TBO обеспечивает возможность получение на борт ВС данных о вихревой обстановке и указаний по эшелонированию посредством ОБЧ линии передачи данных. В настоящее время в качестве данной линии предлагается использовать канал передачи данных VDL в режиме 2 или канал VDB функционального дополнения глобальной навигационной спутниковой системы (GBAS).

3.4. При дальнейшем развитии авиационных систем связи и передачи данных, предполагается, что на смену линиям передачи данных ОБЧ диапазона придут перспективные цифровые авиационные системы связи, функционирующие в L-диапазоне (LDACS). В настоящее время эти системы находятся в стадии разработки и планируются к использованию в зоне аэропорта и при полете по маршруту.

3.5. Дальнейшее развитие спутниковых систем связи (в частности развитие системы Iridium до технологии NEXT) дает возможность реализовать другую схему передачи данных. При реализации этой схемы данные системы WVSS с ВС-генератора вихревого следа по линии ADS-B OUT передаются на ближайший спутник системы связи, откуда по спутниковой сети, через шлюз оператора спутниковой связи попадают на процессор системы WVSS (наземный или бортовой). Производители заявляют о возможности работы такой системы в масштабе времени, близком к реальному. Такая схема, кроме всего прочего, дает возможность полноценного функционирования системы WVSS в океанических и отдаленных районах.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

4.1. Система обеспечения вихревой безопасности полетов позволит значительно повысить пропускную способность воздушного пространства и обеспечить при этом более высокий целевой уровень безопасности полетов. Поэтому необходимо в ближайшее трехлетие необходимо:

- a) рассмотреть предложения по внесению изменений в the ICAO ASBU Modules B1-WAKE, B2-WAKE, B1-ASEP and B2-ASEP;
- b) рассмотреть предложения по включению в the ICAO ASBU нового блока B1-103 Система обеспечения вихревой безопасности полетов (WVSS);
- c) рассмотреть предложения по корректировке Global Air Navigation Capacity & Efficiency Plan (Doc. 9750) в части разработки системы вихревой безопасности полетов (WVSS).

ДОБАВЛЕНИЕ А

ОПИСАНИЕ КОНЦЕПЦИИ И АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ ВИХРЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

1. WVSS представляет собой совокупность программных и/или аппаратных средств, предназначенная для решения задачи обеспечения вихревой безопасности полетов, эффективности использования и доступности воздушного пространства с учетом действующих правил и процедур организации воздушного движения и рекомендуемой практики.
2. WVSS базируется на концепции определения минимально безопасного интервала вихревого эшелонирования, задаваемого действующими нормативами или динамически определяемого с учетом текущих условий полета, метеорологической обстановки (включая характеристики турбулентности атмосферы), конкретных типов эшелонируемых ВС и их полетной конфигурации, зависящей от этапа полета (динамическое парное эшелонирование ВС по турбулентности вихревого следа).
3. В зависимости от оснащения аэродрома и потребности в его пропускной способности WVSS дает поставщикам аэронавигационного обслуживания возможность выбора применения нормативного вихревого эшелонирования ВС (расширенная матрица вихревого эшелонирования, основанная на МТОВ, матрица парного статического вихревого эшелонирования) или динамическое парное вихревое эшелонирование ВС.
4. Динамическое парное вихревое эшелонирование ВС в районе аэродрома и ТМА применяется в случаях, когда спрос на выполнение взлетно-посадочных операций выше, чем пропускная способность ВПП определенная нормативно (т. е. статически заданные интервалы следования являются ограничивающим фактором для определения пропускной способности), аэродром оснащен соответствующим наземным сегментом WVSS, а устойчивые погодные условия на аэродроме способствуют сносу вихревых следов с ВПП.
5. Динамическое парное вихревое эшелонирование ВС на всех этапах полета будет способствовать повышению вихревой безопасности полетов, особенно в специфических погодных условиях, когда малая возмущенность атмосферы, слабый боковой ветер, температурная стратификация атмосферы и др. приводит к тому, что безопасные дистанции могут оказаться существенно выше нормативных.
6. В целях обеспечения вихревой безопасности полетов, эффективности использования и доступности воздушного пространства WVSS предоставляет пользователям воздушного пространства сервисы WV separation assurance и WV awareness.
7. При предоставлении сервиса WV separation assurance WVSS обеспечивает:
 - а) передачу экипажу ВС информации о действующих в районе ТМА и на аэродроме правилах эшелонирования, выбранных поставщиком аэронавигационного обслуживания, на основе:
 - матрицы нормативного вихревого эшелонирования, основанной на МТОВ (А-380/тяжелый/средний/легкий) блока В0-70;

- расширенной матрицы нормативного вихревого эшелонирования блока В0-70 (европейский/американский варианты); статическая матрица парного вихревого эшелонирования блока В1-70;
 - парного динамически определяемого вихревого эшелонирования ВС, зависящего от погодных условий (Weather depended procedure).
- b) формирование и передачу экипажу ВС указаний по парному эшелонированию, включая выдачу рекомендаций по его выдерживанию;
- c) предоставление на борт ВС данных о вихревой обстановке для обеспечения самоэшелонирования ВС по турбулентности вихревого следа.
8. При предоставлении сервиса WV awareness WVSS обеспечивает:
- a) получение и предоставление экипажу ВС и (или) наземным службам УВД информации о текущей и (или) прогнозируемой вихревой обстановке (пространственное положение и интенсивность вихревых следов);
 - b) оценку возможных последствий попадания ВС в вихревой след;
 - c) ранжирование вихревых следов по степени опасности в случае наличия нескольких ВС генераторов вихревого следа;
 - d) определение конфликтных ситуаций по входу в вихревой след при следовании ВС на встречных и пересекающихся курсах, включая полеты в условиях RVSM, при маневрировании ВС, в том числе при маневрировании самолета-генератора вихревого следа;
 - e) предоставление рекомендаций по разрешению потенциально конфликтных ситуаций, связанных с попаданием в вихревой след;
 - f) автоматизированную идентификацию попадания в вихревые следы, формирование и предоставление отчетов об этих событиях заинтересованным лицам и службам;
 - g) автоматизированное уклонение от потенциально опасных вихревых следов.
9. Техническое исполнение WVSS представляет собой распределенную (бортовой и наземные сегменты) информационно-управляющую систему, построенную на базовых и специализированных технических системах и средствах АНС, а также на бортовом пилотажно-навигационном оборудовании ВС, и предназначена для решения, по крайней мере, одной из задач пп. 2.7, 2.8 данного документа.
10. Компоненты WVSS либо вся система в целом могут быть реализованы в виде аппаратно-программного или программного комплекса, входящего в состав:
- a) средств автоматизации планирования использования воздушного пространства и организации потоков воздушного движения (наземный сегмент);
 - b) средств автоматизации управления воздушным движением (наземный сегмент);
 - c) средств специального метеорологического обеспечения (бортовой и наземный сегменты);
 - d) пилотажно-навигационного оборудования (бортовой сегмент);

- е) радиотехнического оборудования навигации, посадки и управления воздушным движением, оборудования передачи аэронавигационных данных (бортовой и наземный сегменты);
 - ф) бортовой и наземной информационной системы (системы отображения информации и системы сигнализации).
11. Техническое исполнение WVSS может быть основано на цифровых линиях приема и передачи аэронавигационных данных, являющихся компонентом систем автоматического наблюдения за воздушными судами. Использование технологий CNS/ATM ИКАО при построении WVSS позволяет реализовать принцип "каждый видит каждого, включая его вихревой след".
 12. Для реализации вышеуказанного принципа каждое ВС, оборудованное бортовым сегментом WVSS, должно предоставлять по линии передачи "борт – борт" и "борт – земля" данные о параметрах собственного вихревого следа или данные своего воздушного судна, на основе которых можно рассчитать его вихревой след (данные о полетной конфигурации, фактической загрузке, характеристиках полета). С целью прогнозирования динамики вихревых следов бортовой сегмент WVSS также должен обеспечить измерение и передачу данных бортовых метеорологических измерений параметров окружающей среды (давление, температура, направление, скорость ветра, турбулентность атмосферы).
 13. По мере развития бортового сегмента WVSS он может включать в себя бортовые средства дистанционного мониторинга вихревых следов на базе лазерной и радиолокации. В этом случае данные бортовых измерений вихревых следов других летательных аппаратов будут интегрироваться с данными о вихревой обстановке, поступающими по каналам линии передачи аэронавигационных данных.
 14. Дополнительными источниками информации для работы WVSS являются наземные средства дистанционного мониторинга вихревых следов на базе лазерной и радиолокации. Эти средства предоставляют данные о положении и интенсивности вихревых следов, необходимые для оценки степени опасности вихревых следов и расчета опасных вихревых зон в районе аэродрома и ТМА.
 15. Наземный сегмент WVSS интегрирует данные наблюдения вихревой обстановки, поступающие от наземных средств мониторинга вихревых следов, данные от бортового сегмента WVSS поступающих по каналам линии передачи аэронавигационных данных "борт – земля". На основе прогноза вихревой обстановки наземный сегмент WVSS по линиям передачи данных "земля – борт" предоставляет пользователям воздушного пространства сервисы WV separation assurance и WV awareness.

— — — — —

ДОБАВЛЕНИЕ В

ОБЛАСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК 3. ОПТИМАЛЬНАЯ ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ И ГИБКАЯ СИСТЕМА ПОЛЕТОВ ПОСРЕДСТВОМ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ OpВД

ЦЕЛЬ ПОСТАВЛЕННЫХ ЗАДАЧ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВИХРЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ МОДУЛЬ № В1- WVSS СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИХРЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

АННОТАЦИЯ	<p>Применение системы обеспечения вихревой безопасности полетов (WVSS) позволит внедрить динамическое эшелонирование ВС в вихревом следе, повышающее безопасность полетов, пропускную способность и доступность воздушного пространства за счет предотвращения сбоев воздушного движения в период, когда спрос выше, чем пропускная способность. Этому будет способствовать применение базовой глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS), автоматического зависящего наблюдения ADS-B(C), бортовых и наземных средств прогнозирования и наблюдения вихревых следов на основе лазерной и радиолокации X-диапазона, а также специального метеорологического обеспечения WVSS.</p> <p>Гибкость в упорядочивании движения на этапе прилета или вылета, присущая для WVSS, может быть использована для повышения пропускной способности ВПП.</p> <p>Ситуационная осведомленность экипажа и диспетчеров УВД о вихревой обстановке на всех этапах полета.</p>
ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОГЛАСНО ДОС. 9854	<p>КРА-02 – пропускная способность, КРА-04 – эффективность полетов, КРА-09 – предсказуемость, КРА 06 – гибкость</p>
АСПЕКТЫ ПРИМЕНИМОСТИ	<p>В этих улучшениях особо нуждаются ВПП и зона аэродромного маневра в крупных узловых аэропортах.</p> <p>Сложность внедрения этого модуля зависит от степени оснащённости ВС соответствующим бортовым оборудованием, располагающего возможностями ADS-B IN/OUT/CDTI, проведения метеорологических наблюдений на борту воздушного судна, расчета и отображения информации о вихревой обстановке, такого как EFB.</p> <p>Для получения существенных выгод, в частности теми, кто имеет соответствующее оборудование, требуется эффектив-</p>

	ное согласование внедрения бортового и наземного сегментов WVSS.	
	Масштабы выгод будут возрастать пропорционально увеличению количества оборудованных воздушных судов и аэродромов бортовыми и наземными сегментами WVSS.	
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ УСЛОВИЯ/ЭТАПЫ ПОЛЕТА	На маршруте, включая океанические и отдаленные зоны и ТМА (район аэродрома), а также этапы взлета и посадки.	
КОМПОНЕНТ(Ы) ГЛОБАЛЬНОЙ КОНЦЕПЦИИ СОГЛАСНО ДОС. 9854	GPI-09. Ситуационная осведомленность GPI-17. Виды применения линий передачи данных DCB – Согласование спроса и пропускной способности CM – Управление конфликтными ситуациями	
ИНИЦИАТИВЫ ПО ГЛОБАЛЬНОМУ ПЛАНУ (GPI)	GPI-6: Организация потоков воздушного движения GPI-9: Ситуативная осведомленность GPI-12: Функциональная интеграция наземных и бортовых систем GPI-14: Операции на ВПП GPI-16: Системы обеспечения принятия решений и системы оповещения	
ОСНОВНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ	Параллельный прогресс B0-AMET, B0-RSEQ, B0-ASEP, B1-WAKE, B1-RSEQ и B1-ASEP	
КОНТРОЛЬНЫЕ ПЕРЕЧНИ ГЛОБАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ		Статус (готов сейчас или расчетный срок)
	Готовность стандартов	расчетный срок – 2016
	Наличие бортового электронного оборудования	√
	Наличие наземных систем	√
	Наличие процедур	расчетный срок – 2016
	Эксплуатационные утверждения	расчетный срок – 2018

1. ИЗЛОЖЕНИЕ

1.1 Общие положения

WVSS предназначена для решения задачи определения в текущих условиях полета допустимого и заданного (нормативного) интервалов вихревого эшелонирования и выдерживания наибольшего из них. WVSS также может решать следующие задачи:

- предоставление экипажу и (или) наземным службам УВД информации о нормативных и (или) текущих допустимых интервалах эшелонирования ВС;
- формирование указаний по парному эшелонированию (самоэшелонированию) ВС по турбулентности вихревого следа;
- получение и предоставление экипажу и (или) наземным службам УВД информации о текущей и (или) прогнозируемой вихревой обстановке от ВС и (или) от наземных средств УВД;
- оценка возможных последствий попадания ВС в вихревой след;

- ранжирование вихревых следов по степени опасности в случае наличия нескольких ВС генераторов вихревого следа;
- определение конфликтных ситуаций по входу в вихревой след при следовании ВС на пересекающихся курсах либо при их маневрировании, в том числе при маневрировании самолета-генератора вихревого следа;
- предоставление рекомендаций по разрешению потенциально конфликтных ситуаций, связанных с попаданием в вихревой след;
- снижение нагрузки на экипаж при пилотировании ВС в условиях влияния вихревого следа;
- автоматизация процесса идентификации попадания в вихревые следы, формирование и предоставление отчетов об этих событиях заинтересованным лицам и службам;
- автоматизация процесса уклонения от потенциально опасных вихревых следов.

1.2 Базовый уровень

1.2.1. Базовым уровнем для данного модуля являются динамические интервалы эшелонирования с учетом турбулентности в вихревом следе, автоматизация выдерживания временных интервалов и организации прилетов и вылетов воздушных судов, автоматически зависимое наблюдение и эшелонирование (самоэшелонирования) воздушных судов, а также технологии комбинированного наблюдения вихревых следов радиолокаторами в частотном X-диапазоне и лазерными локаторами (лидарами), вводимые модулями B0-AMET, B0-RSEQ, B0-ASEP, B1-WAKE, B1-RSEQ и B1-ASEP.

1.3 Изменение, вносимое модулем

1.3.1. Модуль обеспечивает реализацию базовых процедур для выполнения полетов воздушных судов в условиях динамически определяемых интервалов вихревого эшелонирования, включая обнаружение и предупреждение входов в опасные вихревые следы.

1.3.2. WVSS не является разработкой, требующей создания уникальных технологий и процедур. В ее основе лежат технологии автоматически зависимого наблюдения контрактного и вещательного типов, общесистемного управления информацией (SWIM), управления аэронавигационной информацией (Digital AIM), а также Improved Meteorological Information, Trajectory-Based Operations, Free-Routing.

1.3.3 Ключом к реализации максимальных выгод от WVSS является оснащенность воздушного судна. Эксплуатанты воздушных судов самостоятельно принимают решения относительно оснащенности воздушных судов, исходя из показателя дополнительной ценности в части увеличения дополнительных взлетно-посадочных операций. Как показывает опыт, эксплуатанты, как правило, предпочитают не переоснащать существующие воздушные суда, а ожидают обновления самолетного парка; однако варианты модернизации оснащения, обеспечивающие функциональные возможности WVSS (бортовая аппаратура ADS-B, ADS-C, EFB) существуют и производятся на многих реактивных самолетах деловой авиации.

1.3.4. Как обсуждалось выше, потенциальные выгоды не будут реализованы, если данные о следе не будут добавлены к сообщениям ADS-B Out (или альтернативному средству доставки сообщений). Предложение добавить вихревые параметры к сообщениям ADS-B Out можно реализовать различными путями:

- Ничего не делать: эта опция не даст возможности реализовать вихревые приложения и получить прибыль от развертывания линий передачи данных ADS-B.
- Добровольное оснащение: быстро перейти к интенсификации исследований, разработке стандартов и операционных процедур по использованию вихревых параметров, что позволит эксплуатантам добровольно добавить авионику ADS-B Out, в которой имеется возможность передачи вихревых параметров. Самолет-преследователь, оснащенный для ADS-B(C) In вихревых приложений, сможет проводить усовершенствованные вихревые операции при полете за оборудованным самолетом и "обычные" вихревые операции при полете за необорудованным по современным требованиям самолетом.
- Добровольное оснащение с догоняющим нормотворчеством: эта опция аналогична добровольному оснащению, но включает планирование для последующего "догоняющего" нормотворчества, чтобы сделать обязательной наиболее позднюю версию стандарта по линиям передачи данных (RTCA DO-260C/DO-282C).
- Сделать обязательной передачу вихревых параметров в виде части мандата по ADS-B Out.
- После отработки наземного сегмента WVSS с начальным подходом в виде добровольного оснащения ADS-B Out, разработки приложений WVSS, возрастания понимания выгод от динамического вихревого эшелонирования при параллельном нормотворчестве во временных рамках блока B2-WAKE станет возможным обязательное оснащение WVSS, при соответствующем одобрении авиационным сообществом.

1.4 Другие замечания

1.4.1. В течение последнего десятилетия в США, Евросоюзе и России финансируются научные исследования и разработки нового подхода к бортовым системам предупреждения входа в вихревые следы (бортовой сегмент WVSS). В этом новом подходе используются последние достижения в области динамического программирования и других компьютерных средств для расчета динамики возникновения, развития и разрушения вихревых следов, поведения самолета в вихревом следе, а также формирования предупреждений и выдачи рекомендаций по разрешению угрозы входа в вихревые следы. При таком подходе используется обширный объем фактических бортовых данных для генерирования высокоточной динамической модели собственного вихревого следа и модели поведения собственного воздушного судна в вихревом следе других воздушных судов. На основе заранее заданных критериев безопасности и использования вычислительных методов при таком подходе строится оптимизированная таблица действий на основе информации о состоянии собственного воздушного судна, наблюдаемых метеорологических условий и состояния вихревого следа, самолета летящего впереди. Этот подход значительно сокращает время и усилия по разработке логики бортовых систем благодаря направлению исследовательской деятельности.

1.4.2. Прототип наземного сегмента WVSS – подсистема мониторинга и прогнозирования вихревой обстановки также разрабатывались в США (AVOSS, WakeWAAS), Европе (CREDOS, ATC-Wake) и России (VFS) в течение последнего десятилетия.

2. ОЖИДАЕМОЕ УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

2.1. В документе "*Руководство по глобальным характеристикам аэронавигационной системы*" (Дос. 9883) предлагаются метрики, предназначенные для оценки успешности внедрения этого модуля.

<i>Доступ и равенство</i>	<p>Улучшение доступа за счет предотвращения сбоях воздушного движения в период, когда спрос выше, чем пропускная способность.</p> <p>WVSS обеспечивает ситуационная осведомленность диспетчера о вихревой обстановке в форме данных наблюдения. Наличие данных зависит от уровня оснащённости воздушного судна оборудованием ADS-B(C), а также оснащённости аэродрома средствами мониторинга и прогнозирования вихревой обстановки</p>
<i>Пропускная способность</i>	Уменьшение ограничений по вихревому следу означает повышение пропускной способности аэродрома
<i>Безопасность полетов</i>	Прогнозирование потенциально опасных или влияющих на безопасность полетов условий, затрагивающих воздушное судно, за счет обеспечения доступа к соответствующей информации о вихревой обстановке на всех этапах полета
<i>Эффективность полетов</i>	<p>Оптимизация и координация потоков движения прибывающих и вылетающих воздушных судов в зоне аэродрома.</p> <p>Положительный эффект по снижению последствий неэффективности системы ОрВД или по удержанию их на уровне, не всегда оправдывающем издержки системы (баланс между стоимостью задержки и стоимостью неиспользованной пропускной способности)</p>
<i>Окружающая среда</i>	Ожидается, что, благодаря внедрению сокращенных интервалов эшелонирования будет достигнуто значительное сокращение времени ожидания на земле и в воздухе с соответствующим снижением показателей шума и загрязнения воздуха вблизи аэропорта
<i>Участие сообщества ОрВД</i>	Общее понимание эксплуатационных ограничений, возможностей и потребностей
<i>Анализ затрат и выгод</i>	<p>В Европе: предварительные расчеты, проведенные EUROCONTROL, по оценке эффективности использования систем типа ATC-Wake, CREDOS, and Time-Based Spacing (европейский аналог наземного сегмента WVSS) на 15 основных загруженных европейских аэропортах за год эксплуатации показали прогноз:</p> <ul style="list-style-type: none"> • увеличения количества дополнительных операций на 95 712 взлетов / посадок; • уменьшение задержек рейсов на 13 228 часов. Предполагаемый рост доходов аэропортов и авиаперевозчиков от внедрения WVSS составит 974,46 млн. долл. США в год.

	<p>В США: по данным исследования компании LMI Government Consulting (США) на реализацию проекта WakeVAS (американский аналог наземного сегмента WVSS) в 18 аэропортах США необходимо затратить 64 млн. долл. США при этом ожидаемый доход за десятилетний период составит 9,649 млрд. долл. США при рентабельности проекта 15 200 %.</p> <p>Анализ бизнес-кейса, выполненного Aviation Rulemaking Committee (ARC), для приложений ADS-B In показывает, что треть планируемых в 2025 г. прибылей от использования ADS-B In операторами воздушных перевозок связана с улучшением менеджмента интервалов (Interval Management – IM) с менеджментом риска входа в вихревые следы. Согласно этому анализу, приложение, связанное с применением менеджмента риска входа в вихревые следы к IM на основе информации о следах, получаемой от самолетов, является одним из главных приложений с точки зрения перспективных прибылей</p>
<i>Возможности человека</i>	<p>Критическим элементом является интеграция новых информационных процессов по отображению вихревой обстановки в задачи, выполняемые пилотом и диспетчером УВД. Данная информация может оказать влияние на соответствующие обязанности и увеличение нагрузки на членов экипажа воздушного судна и диспетчеров УВД.</p> <p>Для использования этих видов применения в сложных условиях полета потребуется провести тщательный анализ и разработать соответствующий человеко-машинный интерфейс WVSS, снижающий нагрузку на членов экипажа воздушного судна и диспетчеров УВД.</p> <p>Потребуется провести подготовку персонала</p>

3. НЕОБХОДИМЫЕ ПРОЦЕДУРЫ (ВОЗДУШНЫЕ И НАЗЕМНЫЕ)

Процедуры предстоит сформулировать. Они будут определять условия доступа к информации и использование обеспечиваемых видов применения с учетом их характеристик и имеющихся каналов связи, в частности с учетом параметров, характеризующих безопасность полетов, безопасность системы и время ожидания.

4. НЕОБХОДИМЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ

4.1 Бортовое электронное оборудование

4.1.1. Технологии, обеспечивающие возможность реализации данного модуля, находятся в заключительной стадии разработки. Наиболее важным элементом является наличие приемлемого сочетания линий передачи данных "воздух – земля", "воздух – воздух", "земля – воздух", обеспечивающих критичные и некритичные с точки зрения безопасности полетов виды применения.

4.1.2. Бортовые решения реального времени по прогнозированию вихревого следа потребуют сертификации. Значительные усилия в США, Евросоюзе и России в последние годы были направлены на разработку и совершенствование операционных алгоритмов расчета вихревого следа, работающих в реальном времени. Необходимо определить "наилучшую из наилучших" моделей вихревого следа для определения Flight Standards Wake Vortex Model, которая будет использоваться для бортовых алгоритмов WVSS и будет доступна авиационному сообществу.

4.2 Наземные системы

4.2.1 Технологии, обеспечивающие возможность реализации данного модуля в части всепогодного обнаружения на основе лазерной и радиолокации и прогнозирования вихревых следов находятся в заключительной стадии разработки. Требуется разработка стандартов на наземные средства мониторинга и прогнозирования вихревой обстановки в районе аэродрома.

5. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР

5.1 Соображения относительно человеческого фактора

5.1.1 Задача обеспечения вихревой безопасности полетов является проблемой, в которой существенную роль играет человеческий фактор. Это означает возможность возникновения множества нештатных ситуаций, связанных с нарушением интервалов эшелонирования, когда формирование предупреждений экипажей и рекомендаций по уклонению должно учитывать текущее пространственное положение вихревого следа и самолета-преследователя, а также динамику изменения этого положения. Ни одна система, основанная на расчете только безопасных интервалов эшелонирования, не способна эффективно решать задачу вихревой безопасности в таких условиях. Поэтому для обеспечения вихревой безопасности в таких условиях необходимо предоставить на информационно-управляющее поле кабины экипажа ВС и на автоматизированные рабочие места диспетчеров УВД данные о вихревой обстановке (положение и степень опасности вихревых следов), а также рекомендации по разрешению потенциально конфликтных и конфликтных ситуаций по входу в опасные вихревые следы.

5.1.2 Критическим элементом является интеграция новых информационных процессов по отображению вихревой обстановки в задачи, выполняемые пилотом; они могут также оказать влияние на соответствующие обязанности членов экипажа воздушного судна и диспетчеров УВД.

5.1.3 Использование видов применения WVSS в сложных условиях полета потребует проведения тщательного анализа. Этот модуль пока находится на стадии научных исследований и разработок, поэтому аспекты человеческого фактора подлежат определению в рамках процесса моделирования.

5.1.4. Требуется разработка промышленных стандартов человеко-машинного интерфейса WVSS.

5.2 Подготовка и квалификационные требования

5.2.1 Будет определена необходимая подготовка в области эксплуатационных стандартов и процедур в целях реализации данного модуля. Аналогичным образом, будут определены квалификационные требования и включены в нормативные аспекты готовности данного модуля, когда они станут доступными.

6. ПОТРЕБНОСТИ В РЕГУЛИРОВАНИИ/СТАНДАРТИЗАЦИИ И ПЛАН УТВЕРЖДЕНИЯ (воздушный и наземный)

Регулирование/стандартизация: для расширения производства полетов требуется обновление положений ИКАО, Дос 4444 *"Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения"*, а также ИКАО Дос 9426 *"Руководство по планированию обслуживания воздушного движения"*.

Требуется разработка SARPS ИКАО для WVSS.

7. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО РЕАЛИЗАЦИИ И ДЕМОНСТРАЦИИ (известная на момент написания)

7.1 Текущее использование

С 2011 года система WTMD, являющейся прототипом наземного сегмента будущей WVSS демонстрируется в оперативном режиме в трех аэропортах Соединенных Штатов.

7.2 Планируемая или текущая деятельность

Европейский Союз: в настоящее время в рамках SESAR ведется работа по разработке и оценки концепции, процедуры и инструментов для обеспечения гибкого и динамического использования вихревых интервалов продольного эшелонирования рамках проекта 6.8.1. Flexible and Dynamic Use of Wake Vortex Separation, а также формированию облика наземного сегмента WVSS (проект 12.2.2. Runway Wake Vortex Detection, Prediction, and Decision Support Tools) и бортового сегмента WVSS (проекты 9.11. Aircraft Systems for Wake Encounter Alleviation, 9.30. Weather Hazard/Wake Vortex Sensor).

Летная оценка демонстратора бортового сегмента WVSS на базе не стандартизированной линий передачи данных "борт – борт" была проведена компанией AIRBUS в 2010 г. и Институтом DLR (Германия) в 2013 г.

Соединенные Штаты Америки:

В рамках проекта NextGen и других работ идет созданию элементов наземного сегмента WVSS: OI 102141 Wake Turbulence Mitigation for Arrivals-System (WTMA-S); OI 102140 Wake Turbulence Mitigation for Departures (WTMD); FAA R&D: Single Runway Arrival/Departure Wake Mitigation; FAA R&D: En Route Wake Vortex Avoidance Advisor (GIM-S). Летная оценка демонстратора бортового сегмента WVSS на базе линий передачи данных UAT "борт – борт" была проведена в 2003 г.

Российская Федерация:

Создание интегрированной системы обеспечения безопасности воздушного движения нового поколения, реализующей на основе технологий CNS/ATM ИКАО функции TCAS, TAWS, вихревой безопасности полетов, приемопередачи бортовой погоды (функция AMDAR), предусмотрены Концепцией создания аэронавигационной системы России (раздел VI Стратегические направления развития Аэронавигационной системы России. Развитие технического обеспечения в области бортового оборудования) и Планом мероприятий по реализации Концепции создания Аэронавигационной системы России (пп. 4.8, 4.8.2 и 4.8.4).

В настоящее время выполняются опытно-конструкторские разработки по созданию WVSS с последующей сертификацией к 2016 г.

Летная оценка демонстратора бортового сегмента WVSS на базе линий передачи данных VDL m4 "борт – борт", "борт – земля", "земля – борт" была проведена в 2006–2007 гг.

Разработка стандартов:

RTCA DO-xxx AIS, WV and MET Services Delivery Architecture Recommendations;

RTCA DO-xxx MASPS for AIS, WV and Met Uplink, Crosslink, Downlink Services;

SAE AS xxx Minimum Performance Standard for WV Information Systems.

ARP xxx: Airborne Wake Vortex Information Systems;

ARP XXX 2015 Operational Requirements WVIS

8. СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ**8.1 Стандарты**

- a. RTCA DO-260B APPENDIX A Provisioning For Potential Wake Vortex And Arrival Management ADS-B Applications
- b. RTCA DO-339 Aircraft Derived Meteorological Data via Data Link for Wake Vortex, Air Traffic Management and Weather Applications Operational Services and Environmental Definition (OSED)
- c. SAE S-10 ARP5364 Human Factors Criteria for the Design of Multifunction Displays for Transport Category Aircraft (§3.7.5)
- d. ARINC 768-2-2011 Integrated Surveillance System (§1.3.3.1).

8.2 Инструктивный материал

D Galpin (NATS), C Pugh (NATS), D Cobo (ISDEFE), L Vinagre (ISDEFE), “European Wake Vortex Mitigation Benefits Study”, Work Package 3 Deliverable: High Level Benefits Analysis & Systemic Analysis, 2005

Wake Vortex Advisory System: Preliminary Business Case Analysis. Robert V. Hemm, Jeremy M. Eckhause, Virginia Stouffer 5/1/2003 LMI Report #: NS254T1

A Report from the ADS-B In Aviation Rulemaking Committee to the Federal Aviation Administration Recommendations to Define a Strategy for Incorporating ADS-B In Technologies into the National Airspace System. September 30, 2011

8.3 Разрешительные документы

- a. ICAO Doc. 9426, Part II, Section 5, Chapter 3, Appendix A "Wake Vortex Avoidance Systems"
- b. ICAO Circular #***** "General Requirements for Wake Vortex Safety Systems" (в разработке).