

Doc 9992
AN/494



Руководство по использованию навигации, основанной на характеристиках (PBN), при построении воздушного пространства

Утверждено Генеральным секретарем
и опубликовано с его санкции

Издание первое — 2013

Международная организация гражданской авиации

**Doc 9992
AN/494**



Руководство по использованию навигации, основанной на характеристиках (PBN), при построении воздушного пространства

Утверждено Генеральным секретарем
и опубликовано с его санкции

Издание первое — 2013

Международная организация гражданской авиации

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

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

Издание первое, 2013.

Дос 9992. Руководство по использованию навигации, основанной на характеристиках (PBN), при построении воздушного пространства
Номер заказа: 9992
ISBN 978-92-9249-350-9

© ИКАО, 2013

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.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель настоящего руководства заключается в предоставлении инструктивного материала, касающегося поэтапной разработки концепции воздушного пространства, предусматривающей использование навигации, основанной на характеристиках навигации (PBN). Данное руководство, первоначально подготовленное в качестве дополнительного материала к проводимым ИКАО практикумам по разработке концепций воздушного пространства, предусматривающих применение PBN, может также использоваться заинтересованными сторонами, занимающимися внедрением PBN.

Специалисты по планированию и организации воздушного пространства должны понимать взаимосвязь концепции воздушного пространства и возможностей навигационной системы и рассматривать оба эти аспекта с учетом других влияющих на них факторов (процедуры и средства связи (COM), наблюдения (SUR) и организации воздушного движения (ОрВД)). Преимущества, получаемые в результате введения PBN в концепцию воздушного пространства, должны компенсировать связанные с этим затраты на переоснащение воздушных судов и модернизацию систем управления воздушным движением (УВД), подготовку пилотов и диспетчеров УВД, а также расходы на разработку структуры воздушного пространства и схем полетов. Это достигается путем тщательного планирования работ, которое учитывает детальные функциональные требования к навигации, предъявляемые концепцией воздушного пространства, и определяет сроки внедрения, поскольку расходы зависят от количества воздушных судов, которые потребуется переоснастить более совершенными навигационными системами для выполнения новых требований.

Настоящее руководство предназначено дополнять инструктивный материал и процедуры организации и планирования воздушного пространства, содержащиеся в таких документах, как:

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

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

Руководство по планированию обслуживания воздушного движения (Дос 9426)

Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN) (Дос 9613)

Руководство по требуемым характеристикам связи (RCP) (Дос 9869)

Руководство по обеспечению качества при разработке схем полетов (Дос 9906)

- Том 1. Система обеспечения качества при разработке схем полетов

Данное руководство может также служить в качестве общего справочного материала более высокого уровня для таких документов, как:

Руководство по производству полетов в режиме постоянного снижения (CDO) (Дос 9931)

Руководство по производству полетов в режиме постоянного набора высоты (CCO) (Дос 9993)

(vi)

*Руководство по использованию навигации, основанной
на характеристиках (PBN), при построении воздушного пространства*

Будущая работа

Просьба ко всем сторонам, занимающимся разработкой и внедрением концепций воздушного пространства, предусматривающих использование PBN, представлять замечания по содержанию данного руководства. Такие замечания следует направлять по адресу:

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глоссарий	(ix)
Глава 1. Исходная информация.....	1-1
1.1 Навигация, основанная на характеристиках (PBN).....	1-1
1.2 Концепция воздушного пространства	1-2
1.3 Преимущества PBN.....	1-3
Глава 2. Процесс.....	2-1
2.1 Введение.....	2-1
2.2 Этап планирования	2-2
2.3 Этап разработки	2-10
2.4 Этап апробации	2-21
2.5 Этап внедрения	2-32

ГЛОССАРИЙ

СОКРАЩЕНИЯ/ОБОЗНАЧЕНИЯ

ИНС	инерциальная навигационная система
ОВД	обслуживание воздушного движения
ОрВД	организация воздушного движения
ПВП	правила визуальных полетов
ППП	правила полетов по приборам
РДЦ	районный диспетчерский центр
УВД	управление воздушным движением
AIM	аэронавигационная и картографическая информация
AIRAC	регламентация и контролирование аэронавигационной информации
ANSP	поставщик аэронавигационного обслуживания
CCO	производство полетов в режиме непрерывного набора высоты
CDO	производство полетов в режиме постоянного снижения
CNS	связь, навигация, наблюдение
COM	связь
DME	дальномерное оборудование
DTG	дистанция до посадки
FDP	процессор полетных данных
Fpm	футы в минуту
FMS	система управления полетом
FTS	моделирование в ускоренном масштабе времени
GA	авиация общего назначения
GNSS	глобальная навигационная спутниковая система
HMI	интерфейс "человек – машина"
IAP	схема захода на посадку по приборам
IRS	инерциальная опорная система
LPV	заходы на посадку по курсовому радиомаяку с вертикальным наведением
NAV	навигация
NAVAID	навигационное средство
PBN	навигация, основанная на характеристиках
RAIM	автономный контроль целостности в приемнике
RDP	процессор радиолокационных данных
RNAV	зональная навигация
RNP	требуемые навигационные характеристики
RT	радиопередача
RTS	моделирование в реальном масштабе времени
SARPS	Стандарты и Рекомендуемая практика
SID	стандартный маршрут вылета по приборам
STAR	стандартный маршрут прибытия по приборам

SUR	наблюдение
TLS	целевой уровень безопасности полетов
TMA	узловой диспетчерский район
VOR	всенаправленный ОВЧ-радиомаяк

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Зональная навигация (RNAV). Метод навигации, позволяющий воздушным судам выполнять полет по любой желаемой траектории в пределах зоны действия основанных на опорных станциях радионавигационных средств или в пределах, определяемых возможностями автономных средств, или их комбинации.

Примечание. Зональная навигация включает в себя навигацию, основанную на характеристиках, а также другие виды операций, которые не подпадают под определение навигации, основанной на характеристиках.

Инфраструктура навигационных средств. Под инфраструктурой навигационных средств понимаются имеющиеся спутниковые или наземные навигационные средства для обеспечения соблюдения требований навигационной спецификации.

Концепция воздушного пространства. Концепция воздушного пространства дает общую картину и предполагаемую структуру производства полетов в пределах данного воздушного пространства. Концепции воздушного пространства разрабатываются для достижения конкретных стратегических целей, таких как повышение безопасности полетов, увеличение пропускной способности воздушного движения, снижение отрицательного воздействия на окружающую среду и т. д. Концепции воздушного пространства могут содержать подробные сведения о практической организации воздушного пространства и ее пользователей на основе конкретных допущений CNS/ATM, например, структуру маршрутов ОВД, минимумы эшелонирования, разделение маршрутов и высоту пролета препятствий.

Навигационная спецификация. Совокупность требований к воздушному судну и летному экипажу, необходимых для обеспечения полетов в условиях навигации, основанной на характеристиках, в пределах установленного воздушного пространства. Имеются два вида навигационных спецификаций.

Спецификация RNAV. Навигационная спецификация, основанная на зональной навигации, которая не включает требование к контролю за выдерживанием и выдаче предупреждений о несоблюдении характеристик, обозначаемая префиксом RNAV, например, RNAV 5, RNAV 1.

Спецификация RNP. Навигационная спецификация, основанная на зональной навигации, которая включает требование к контролю за выдерживанием и выдаче предупреждений о несоблюдении характеристик, обозначаемая префиксом RNP, например, RNP 4, RNP APCH.

Примечание. Подробный инструктивный материал по навигационным спецификациям содержится в томе II Руководства по навигации, основанной на характеристиках (PBN) (Doc 9613).

Навигационная функция. Подробное описание возможностей навигационной системы (например, выполнение переходов от одного участка полета к другому, возможности параллельного смещения, схемы полетов в зоне ожидания, навигационные базы данных), необходимых для соблюдения требований концепции воздушного пространства.

Примечание. Навигационные функциональные требования являются одним из решающих факторов при выборе конкретной навигационной спецификации.

Навигационный прикладной процесс. Применение навигационной спецификации и соответствующей инфраструктуры навигационных средств на маршрутах, в схемах и/или в определенном объеме воздушного пространства в соответствии с предполагаемой концепцией воздушного пространства.

Примечание. Навигационный прикладной процесс является одним из элементов, наряду со связью, наблюдением и процедурами ОрВД, которые отвечают стратегическим целям в данной определенной концепции воздушного пространства.

Навигация, основанная на характеристиках (PBN). Зональная навигация, основанная на требованиях к характеристикам воздушных судов, выполняющих полет по маршруту ОрВД, схеме захода на посадку по приборам или в установленном воздушном пространстве.

Примечание. Требования к характеристикам определяются в навигационных спецификациях в виде точности, целостности, непрерывности, готовности и функциональных возможностей, необходимых для выполнения планируемого полета в контексте концепции конкретного воздушного пространства.

Полет в режиме постоянного набора высоты (ССО). Полет, обеспечиваемый структурой воздушного пространства, конфигурацией схемы и процедурами УВД, в процессе которого вылетающее воздушное судно выполняет, насколько это возможно, непрерывный набор высоты, используя оптимальную для набора высоты тягу двигателей и скорости набора высоты, до достижения крейсерского эшелона полета.

Полет в режиме постоянного снижения (CDO). Полет, обеспечиваемый структурой воздушного пространства, конфигурацией схемы и процедурами УВД, в процессе которого прибывающее воздушное судно снижается в максимально возможной степени постоянно, используя минимальную тягу двигателей, идеально в конфигурации наименьшего лобового сопротивления, до конечной контрольной точки захода на посадку/точки конечного этапа захода на посадку.

Примечание 1. Оптимальный CDO начинается в точке начала снижения и использует профили снижения, которые позволяют уменьшить количество участков горизонтального полета, шум, потребление топлива, эмиссию и объем связи "диспетчер–пилот" и при этом расширить возможности пилотов и диспетчеров в плане прогнозирования траектории и повысить стабильность полета.

Примечание 2. CDO, начатый с наибольшего возможного уровня на этапах полета по маршруту или прибытия, обеспечит максимальное уменьшение потребления топлива, шума и эмиссии.

Полеты по RNAV. Полеты воздушных судов с использованием зональной навигации для прикладных процессов RNAV. Полеты по RNAV включают использование зональной навигации для производства полетов, которые не разработаны в соответствии с настоящим руководством.

Полеты по RNP. Полеты воздушных судов с использованием системы RNP для навигационных прикладных процессов RNP.

Система RNAV. Навигационная система, позволяющая воздушным судам выполнять полет по любой желаемой траектории в пределах зоны действия основанных на опорных станциях навигационных средств или в пределах, определяемых возможностями автономных средств, или их комбинации. Система RNAV может быть составной частью системы управления полетом (FMS).

Система RNP. Аэронавигационная система, которая обеспечивает контроль на борту за выдерживанием характеристик и выдачу предупреждений об их несоблюдении.

Стандартный маршрут вылета по приборам (SID). Установленный маршрут вылета по правилам полетов по приборам (ППП), связывающий аэродром или определенную ВПП аэродрома с назначенной основной точкой, обычно на заданном маршруте ОВД, в которой начинается этап полета по маршруту.

Стандартный маршрут прибытия по приборам (STAR). Установленный маршрут прибытия по правилам полетов по приборам (ППП), связывающий основную точку, обычно на маршруте ОВД, с точкой, от которой может начинаться полет по опубликованной схеме захода на посадку по приборам.

Глава 1

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1.1 НАВИГАЦИЯ, ОСНОВАННАЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКАХ (PBN)

1.1.1 Концепция навигации, основанной на характеристиках (PBN), введена ИКАО в 2008 году и подробно описана в *Руководстве по навигации, основанной на характеристиках (PBN)* (Дос 9613). Концепция PBN заменила концепцию требуемых навигационных характеристик (RNP).

1.1.2 PBN вводит требования к сертификации летной годности и получению разрешения на использование в эксплуатации (эксплуатационного утверждения) системы RNAV в структуре воздушного пространства. Как показано на рис. 1-1, PBN является одним из инструментов реализации концепций воздушного пространства.

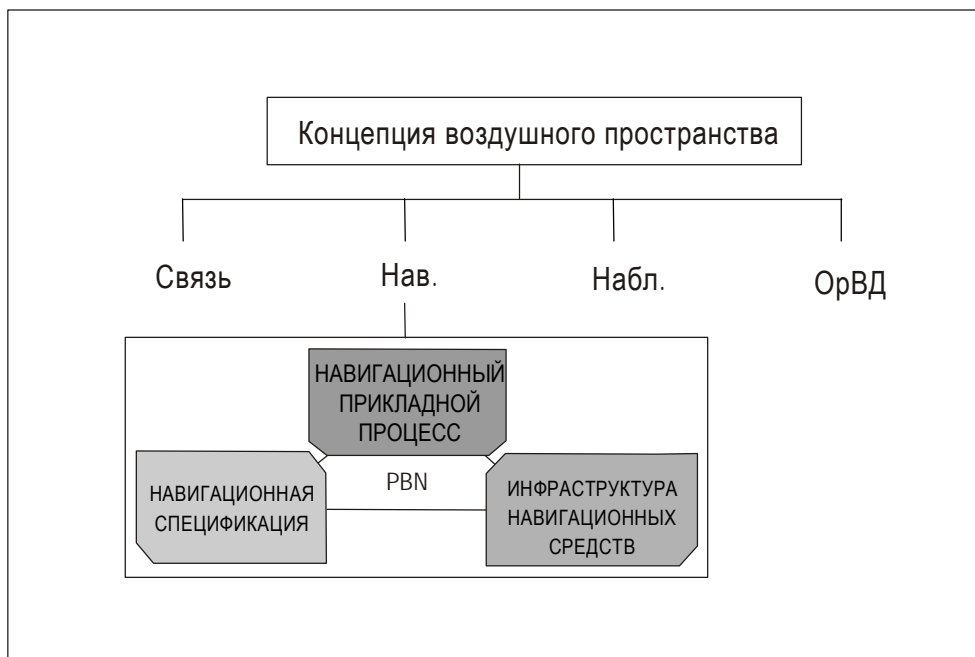


Рис. 1-1 Концепция воздушного пространства и PBN

1.1.3 Концепция PBN основывается на использовании зональной навигации. PBN состоит из следующих компонентов:

- a) инфраструктура навигационных средств;
- b) навигационная спецификация;

(применение вышеуказанных компонентов в контексте концепции воздушного пространства при использовании маршрутов ОВД и схем полетов по приборам определяет третий компонент)

- с) навигационный прикладной процесс.

Навигационный прикладной процесс играет ключевую роль при разработке концепции воздушного пространства. Инфраструктура навигационных средств определяет бортовые или наземные навигационные средства, предусмотренные навигационной спецификацией, используемой для реализации навигационного прикладного процесса. Навигационная спецификация представляет собой перечень технических и эксплуатационных требований, которые определяют необходимые характеристики RNAV или системы RNP в показателях точности, целостности и непрерывности навигации. Также четко оговариваются бортовые функциональные возможности, необходимые навигационные датчики, а также требования к соответствующей подготовке персонала и эксплуатационному применению. Навигационные спецификации используются государствами в качестве основы при разработке национальных нормативных положений, касающихся сертификации PBN и выдачи эксплуатационного утверждения.

1.2 КОНЦЕПЦИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

1.2.1 Концепция воздушного пространства описывает планируемые полеты в пределах воздушного пространства и организацию воздушного пространства, позволяющую выполнять эти полеты. Она включает различные компоненты эксплуатационной концепции ОрВД, в том числе построение и организацию воздушного пространства, согласование потребностей и возможностей, синхронизацию воздушного движения, организацию деятельности пользователей воздушного пространства и разрешение конфликтных ситуаций. Концепции воздушного пространства разрабатываются для удовлетворения конкретных и общих стратегических целей, таких как:

- a) повышение или поддержание безопасности полетов;
- b) увеличение пропускной способности системы воздушного движения;
- c) повышение эффективности;
- d) использование более точных траекторий полетов;
- e) уменьшение воздействия на окружающую среду.

Концепции воздушного пространства могут включать элементы практической организации воздушного пространства и деятельности его пользователей, исходя из конкретных допущений в отношении возможностей связи, навигации, наблюдения/организации воздушного движения (CNS/ATM), структуры маршрутов ОВД, минимумов эшелонирования, разделения маршрутов и пролета препятствий. Хорошо проработанная структура воздушного пространства и взаимодействие всех партнеров (специалисты по планированию воздушного пространства, разработчики схем, авиакомпании, авиация общего назначения (GA), военная авиация, аэропортовые полномочные органы и пр.) имеют важнейшее значение для эффективного внедрения концепции воздушного пространства (см. рис. 1-2).

1.2.2 Всесторонне продуманная концепция воздушного пространства подробно описывает планируемую организацию воздушного пространства и предусмотренные полеты в пределах этого воздушного пространства. Она отражает все стратегические цели и определяет инструменты реализации CNS-ATM а также любые эксплуатационные и технические допущения. Концепция воздушного пространства представляет собой генеральный план планируемой структуры воздушного пространства и ее использования.

1.3 ПРЕИМУЩЕСТВА PBN

1.3.1 PBN обладает многими преимуществами в сравнении с обычными методами навигации, согласно которым схемы полетов по приборам и воздушные маршруты основываются на конкретных наземных навигационных средствах и соответствующих критериях пролета препятствий. Некоторые преимущества PBN заключаются в следующем:

- a) уменьшаются потребности в маршрутах и схемах полетов, основанных на конкретных навигационных средствах, и связанные с этим расходы;
- b) исключается необходимость дорогостоящего изменения практики производства полетов на основе конкретных навигационных средств при каждом новом витке эволюции навигационных систем;
- c) обеспечивается более эффективное использование воздушного пространства (расположение маршрутов, топливная эффективность, снижение шума и пр.);
- d) конкретизируется порядок использования систем RNAV;
- e) упрощается процесс эксплуатационного утверждения эксплуатантов в результате использования ограниченного перечня навигационных спецификаций, предназначенных сформировать основу требований к сертификации и выдаче эксплуатационного утверждения, которые могут применяться в глобальном масштабе в сочетании с соответствующей навигационной инфраструктурой; и
- f) обеспечивается такая ситуация, что эксплуатационное утверждение навигационных прикладных процессов, основанных на аналогичной навигационной спецификации, в одном государстве или регионе будет применимо в другом государстве или регионе.



Рис. 1-2 Компоненты концепции воздушного пространства

1.3.2 Разработка и внедрение концепции воздушного пространства с использованием PBN позволяет получить значительные преимущества, касающиеся безопасности полетов, охраны окружающей среды, пропускной способности воздушного пространства и эффективности полетов, например:

- a) предусматриваемый PBN партнерский подход к разработке концепции воздушного пространства обеспечивает комплексное согласование противоречивых требований и учет различных интересов без ущерба для безопасности полетов, охраны окружающей среды, эффективности полетов или пропускной способности воздушного пространства;
 - b) безопасность полетов повышается вследствие того, что расположение маршрутов ОВД и схем полетов по приборам полностью отвечает требованиям ОрВД и пролета препятствий;
 - c) охрана окружающей среды улучшается вследствие того, что при организации полетов в воздушном пространстве потребностям, связанным с окружающей средой, придается тот же уровень приоритетности, что и требованиям к повышению пропускной способности;
 - d) пропускная способность воздушного пространства и эффективность полетов повышаются вследствие оптимизации бокового и вертикального размещения маршрутов ОВД и схем полетов по приборам.
-

Глава 2

ПРОЦЕСС

2.1 ВВЕДЕНИЕ

2.1.1 Разработку и внедрение концепции воздушного пространства можно разбить на четыре основных этапа: планирование, разработка, апробация и внедрение. В рамках этих четырех основных этапов предусматривается выполнение 17 отдельных задач, см. рис. 2-1.

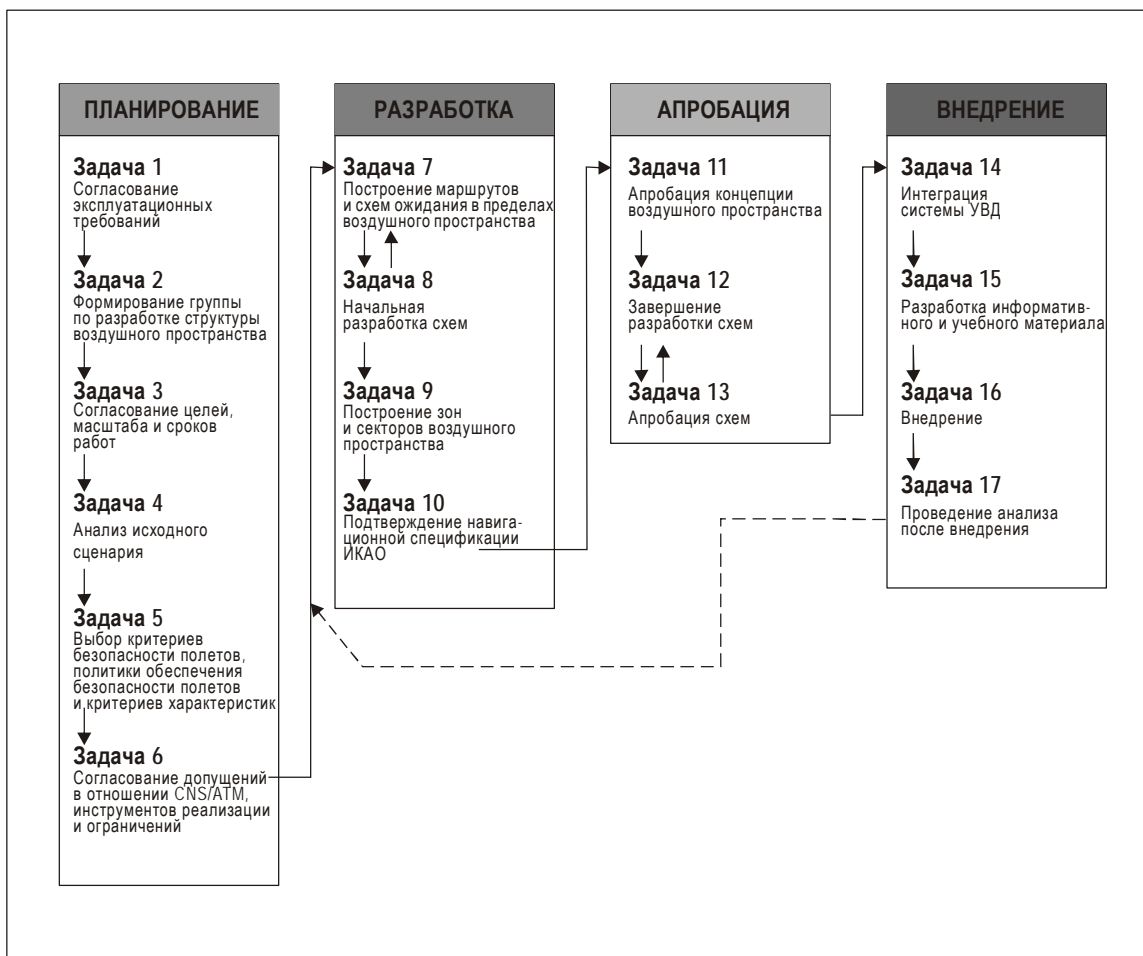


Рис. 2-1. Процесс разработки и внедрения концепции воздушного пространства

2.1.2 Изменение структуры воздушного пространства обычно инициируется событием, которое связано с появлением некоторого эксплуатационного требования. Такие события часто имеют отношение к одной или

нескольким стратегическим целям, касающимся безопасности полетов, пропускной способности, эффективности полетов, охраны окружающей среды или обеспечения доступа. В то время как некоторые из этих стратегических целей могут явно требовать предлагаемого изменения воздушного пространства, другие цели могут оставаться на заднем плане в том отношении, что предлагаемое изменение не должно, как правило, оказывать на них отрицательного влияния. Такие цели зачастую противоречат друг другу и поэтому необходимо установить их приоритетность, обеспечивая во всех случаях первостепенное внимание поддержанию безопасности полетов.

2.1.3 Успех в разработке концепции воздушного пространства обусловлен двумя следующими предварительными условиями:

- a) комплексная подготовка – планирование должно учитывать все аспекты и позиции всех заинтересованных сторон;
- b) итерация – разработка концепции воздушного пространства не является прямолинейным процессом, и положительный результат может быть достигнут только через повторение ряда рассмотрений и апробаций и проведения последующих доработок.

Успех может быть достигнут только в результате всеобъемлющего планирования, которое определяет масштаб работ и цели концепции воздушного пространства, основанные на эксплуатационных требованиях.

2.2 ЭТАП ПЛАНИРОВАНИЯ

2.2.1 Задача 1. Согласование эксплуатационных требований

Изменения воздушного пространства вызываются потребностями эксплуатации, примерами которых может служить следующее:

- a) введение новой ВПП или увеличение длины старой ВПП на некотором аэродроме (для повышения пропускной способности аэропорта);
- b) необходимость снижения авиационного шума над конкретным районом (например, уменьшить зону воздействия шума над жилым районом);
- c) необходимость обеспечить ожидаемое увеличение объемов воздушного движения; или
- d) обновление инфраструктуры CNS для повышения безопасности и/или эффективности полетов.

Эксплуатационные требования, вызывающие необходимость изменения структуры воздушного пространства, должны быть четко изложены в документе, конкретизирующем стратегические цели и четко определяющем последующие работы.

2.2.2 Задача 2. Формирование группы по разработке структуры воздушного пространства

2.2.2.1 Для удовлетворения потребностей эксплуатации, конкретизируемых в рамках задачи 1, необходимо разработать, апробировать и внедрить концепцию воздушного пространства. Эта концепция воздушного пространства должна учитывать все соответствующие требования и не может быть разработана одним лицом, работающим изолированно. Концепции воздушного пространства с момента их замысла и до реализации являются результатом совместной деятельности коллектива – группы по разработке структуры воздушного пространства.

2.2.2.2 Группу по разработке структуры воздушного пространства должен возглавлять специалист по ОрВД, обладающий также опытом управления проектами и знанием эксплуатационных особенностей рассматриваемого воздушного пространства. Этот специалист по ОрВД будет работать совместно с:

- a) диспетчерами воздушного движения, которые хорошо знают специфику производства полетов в данном воздушном пространстве;
- b) специалистами по системам CNS/ATM, которые знакомы с существующими и планируемыми системами CNS/ATM;
- c) техническими пилотами от эксплуатантов, использующих данное воздушное пространство;
- d) разработчиками структуры воздушного пространства и схем полетов по приборам;
- e) другими пользователями воздушного пространства (такими как военная авиация, авиация общего назначения);
- f) руководством аэропортовых и экологических органов;
- g) необходимыми экспертами в других областях, например экономистами или специалистами по обработке и хранению данных.

Состав группы показан на рис. 2-2.

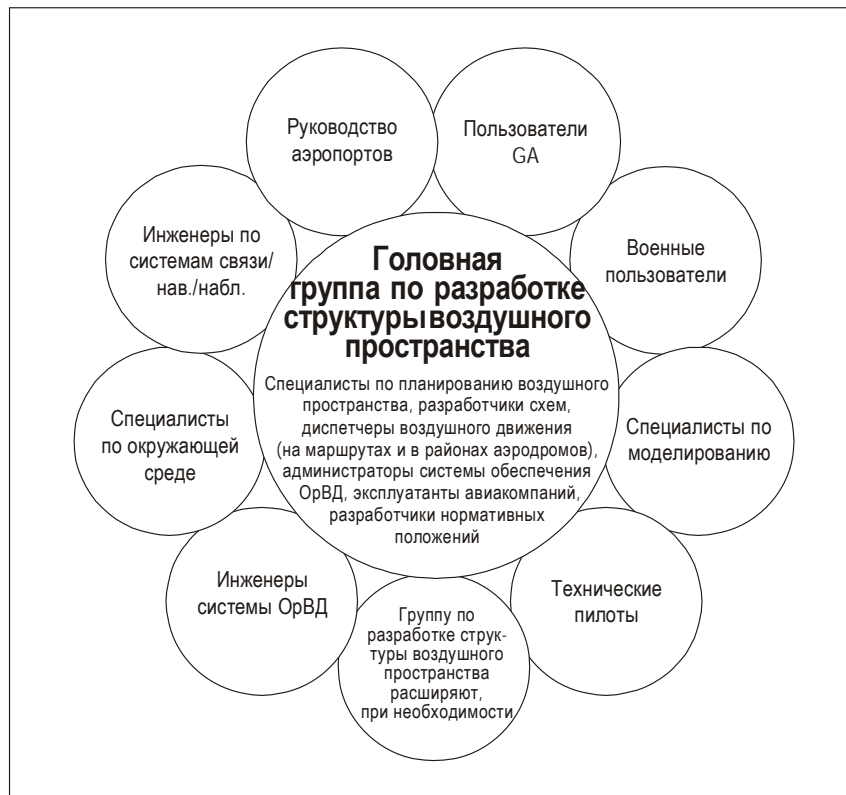


Рис. 2-2 Группа по разработке структуры воздушного пространства

2.2.3 Задача 3. Согласование целей, масштаба и сроков работ

2.2.3.1 Одна из первых задач группы по разработке структуры воздушного пространства заключается в определении и согласовании целей проекта. Эти цели должны вытекать из стратегических целей, которые обусловили данный проект. Например, если проект обусловлен стратегической целью, связанной с охраной окружающей среды, цели проекта по реструктуризации воздушного пространства могут быть связаны со снижением шума (например, уменьшением зоны воздействия шума над близлежащим городом). Другим примером может являться предписание некоторого полномочного органа внедрить определенные изменения. Важно четко описать цели проекта, с тем чтобы обеспечить выполнение требований, с которыми связано данное изменение.

2.2.3.2 Определение масштаба проекта может оказаться более трудной задачей. Хорошей практикой является сведение масштаба проекта к необходимому минимуму для достижения согласованных целей. Риск увеличения масштабов подвержены все проекты, и неуправляемое расширение масштабов может увеличить сроки и стоимость работ до такой степени, что проект потеряет свою целесообразность. Чрезвычайно важно определить, что необходимо сделать для достижения целей проекта, а также согласовать и соблюдать конкретный порядок работ для реализации этих целей.

2.2.3.2.1 Масштаб проекта во многом зависит от отведенного времени и располагаемых людских и финансовых ресурсов для осуществления проекта. Существуют две возможности: либо группа определяет дату внедрения, исходя из завершения всех необходимых работ, либо дата внедрения устанавливается заранее и группа корректирует масштабы работ или ресурсы с учетом располагаемого времени.

2.2.3.2.2 Ресурсы, время и масштаб представляют собой три стороны "треугольника" планирования проекта (см. рис. 2-3). Масштаб проекта пересматривается и может изменяться на всех этапах разработки концепции воздушного пространства. Однако расширение масштаба проекта на более поздних этапах может приводить к удлинению сроков выполнения проекта и/или увеличению необходимых ресурсов, что может снизить шансы на успех проекта. Потребности в расширении масштаба могут учитываться путем разбивки проекта на этапы.



Рис. 2-3. Треугольник планирования

2.2.3.3 Важно обеспечить, чтобы основные изменения структуры воздушного пространства, маршрутов и схем полетов, которые предусматриваются проектом, осуществлялись управляемым образом на региональной основе. Постепенная в течение ряда лет реструктуризация воздушного пространства и маршрутов с учетом использования PBN более вероятно приведет к успешному результату, чем реализация всеобъемлющего разового проекта. С другой стороны, изменение структуры маршрутов зачастую требует внесения изменений в

структуру прилегающих районов аэродромов в течение одного цикла регламентации и контролирования аэронавигационной информации (AIRAC), если необходимо обеспечить связанность процедур. Координация и планирование действий с поставщиками данных имеет важное значение для исключения чрезмерной нагрузки на специалистов, отвечающих за обновление бортовых баз навигационных данных.

2.2.3.4 В таблице 2-1 приведен пример плана проекта с указанием сроков работ.

Таблица 2-1. Пример плана проекта

	<i>Задача</i>	<i>Количество дней</i>
ПЛАНИРОВАНИЕ	1 Согласование эксплуатационных требований	10
	2 Формирование группы по разработке структуры воздушного пространства	5
	3 Согласование целей, масштаба и сроков работ	15
	4 Анализ исходного сценария	15
	5 Выбор критериев безопасности полетов, политики обеспечения безопасности полетов и критериев характеристик	10
	6 Согласование допущений в отношении CNS/ATM, инструментов реализации и ограничений	12
РАЗРАБОТКА	7 Построение маршрутов и схем ожидания в пределах воздушного пространства	14
	8 Начальная разработка схем	20
	9 Построение зон и секторов воздушного пространства	20
	10 Подтверждение навигационной спецификации ИКАО	5
АПРОБАЦИЯ	11 Аprobация концепции воздушного пространства	20
	12 Завершение разработки схем	22
	13 Аprobация схем	20
ВНЕДРЕНИЕ	14 Интеграция системы УВД	30
	15 Разработка информационного и учебного материала	30
	16 Внедрение	1
	17 Проведение анализа после внедрения	30
Всего необходимо дней		279

2.2.4 Задача 4. Анализ исходного сценария

2.2.4.1 Прежде чем приступать к разработке новой концепции воздушного пространства, важно получить представление о текущей ситуации в воздушном пространстве. Исходный сценарий представляет собой описание практики производства полетов в воздушном пространстве, где планируется введение PBN, и цель его рассмотрения заключается в установлении основы разработки новой концепции воздушного пространства.

2.2.4.2 Исходный сценарий включает все маршруты ОВД, стандартные схемы вылета по приборам/стандартные схемы прибытия по приборам (SID/STAR), зоны воздушного пространства (например, узловой диспетчерский район (ТМА)), секторы УВД, данные о воздушном движении, а также соглашения о координации действий центров управления и соответствующих подразделений. Пример исходного сценария существующей организации воздушного пространства показан на рис. 2-4.

2.2.4.3 Описание и анализ исходного сценария являются критическими элементами процесса разработки. Анализируя исходный сценарий в привязке к показателям характеристик воздушного движения, предусмотренным проектом, можно получить представление об эффективности существующей структуры воздушного пространства. С достаточной степенью достоверности можно также определить, что работает хорошо в воздушном пространстве и, следовательно, должно быть сохранено и что нарушает работу и может быть улучшено. Наконец, и это является наиболее важным, определение характеристик исходного сценария позволяет сформировать базу отсчета, относительно которой может осуществляться сравнение новой концепции воздушного пространства (см. рис. 2-5). Используя такую базу отсчета, можно определить, работает ли предложенная концепция воздушного пространства лучше или хуже, чем исходный сценарий, и выполняются ли критерии безопасности полетов и эксплуатационных характеристик. Анализ исходного сценария может привести к необходимости изменения целей или масштаба проекта.

Примечание. Не ставится задача провести поэлементное сравнение исходного и нового сценариев. Осуществляется сравнение эксплуатационных характеристик двух сценариев.

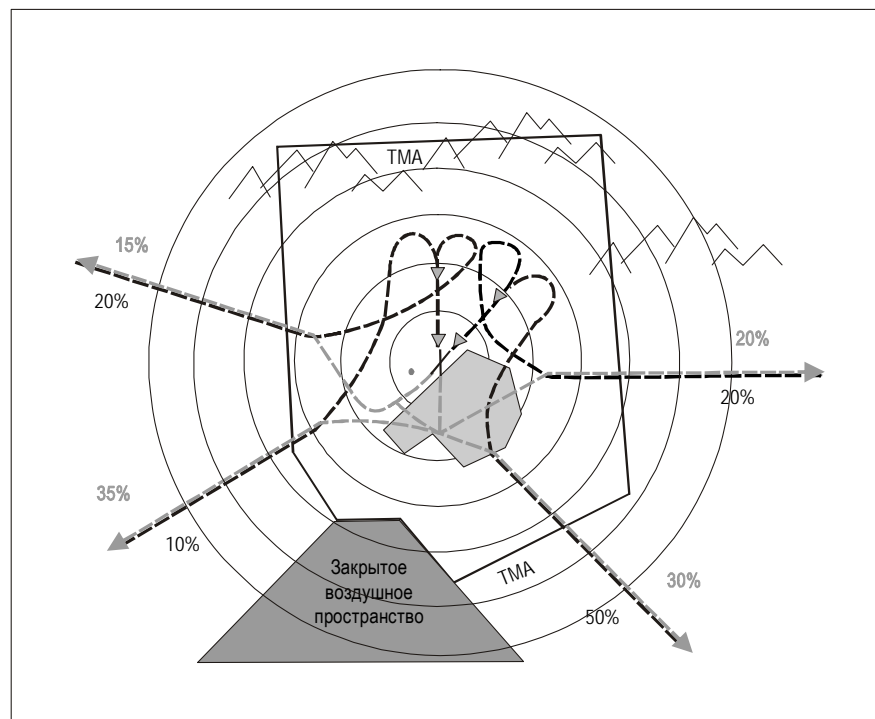


Рис. 2-4. Пример исходного сценария

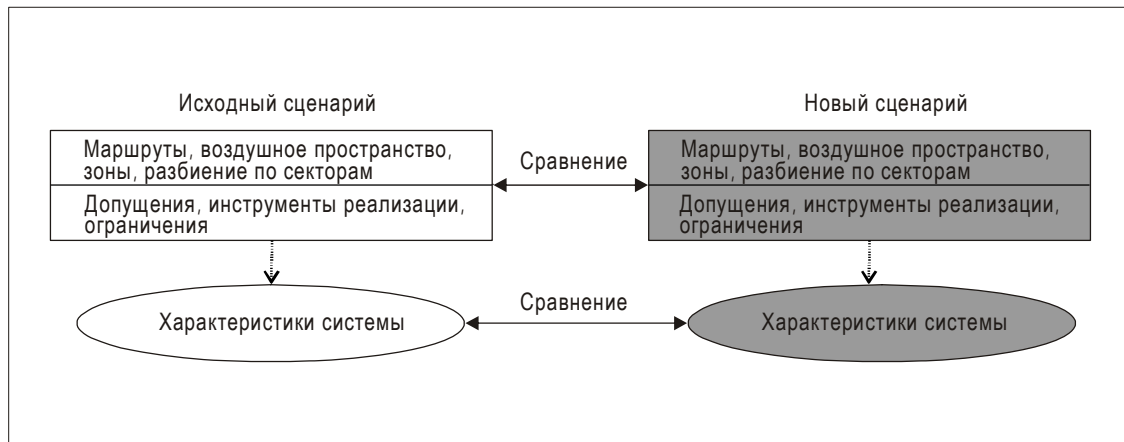


Рис. 2-5. Сравнение сценариев

2.2.5 Задача 5. Выбор критериев безопасности полетов, политики обеспечения безопасности полетов и критериев характеристик

2.2.5.1 Детальный анализ исходного сценария в рамках задачи 4 обеспечивает непосредственный вклад в новую концепцию воздушного пространства. Цели и масштаб проекта могут определяться в рамках задачи 3 (и/или уточняться в рамках задачи 4), однако в любом случае необходимо понимать, каким образом оценивать успех проекта. Например, можно считать, что проект будет успешным, когда реализуются его стратегические цели – т.е. если стратегические цели заключаются в удвоении пропускной способности ВПП "X" и это подтверждается результатами моделирования в реальном масштабе времени (RTS), то проект отвечает данному критерию характеристик.

2.2.5.2 Любая концепция воздушного пространства должна обеспечивать выполнение критериев безопасности полетов, предусмотренных политикой в области безопасности полетов, которая должна быть известна на момент начала проекта. Критерии безопасности полетов могут выражаться качественными или количественными показателями, при этом часто используется сочетание тех и других. Политика в области безопасности полетов обычно формируется на национальном или региональном уровне и, следовательно, носит внешний по отношению к проекту характер. Если требуется определить политику в области безопасности полетов на уровне проекта, важно на начальных стадиях проекта утвердить ее на самом высоком по возможности национальном уровне. Политика в области безопасности полетов дает ответы на следующие типы вопросов:

- a) Какая должна использоваться система управления безопасностью полетов?
- b) Какая должна использоваться методология оценки безопасности полетов?
- c) Какие требуются доказательные материалы для демонстрации безопасности концепции воздушного пространства?

2.2.6 Задача 6. Согласование допущений в отношении CNS/ATM

2.2.6.1 Концепция воздушного пространства разрабатывается на основе определенных допущений в отношении CNS/ATM. Эти допущения должны учитывать условия, которые, как ожидается, будут иметь место на

тот момент, когда планируется ввести в эксплуатацию новую концепцию воздушного пространства (например, в 20XX году). Допущения в отношении CNS/ATM включают, например, следующее:

- a) навигационные возможности воздушных судов, которые будут выполнять полеты в данном воздушном пространстве;
- b) основные используемые ВПП в пределах конкретного ТМА;
- c) процентная доля полетов, предусматривающих использование LPV;
- d) основные потоки воздушного движения (в 20XX году потоки воздушного движения могут отличаться от нынешних);
- e) системы наблюдения и связи ОВД, которые будут обеспечиваться в 20XX году; и
- f) специфические допущения в отношении системы УВД, например, максимальное количество секторов, которые будут предоставлены для использования.

Эти допущения представлены в таблице 2-2.

Таблица 2-2. Допущения в отношении CNS/ATM

<p><i>Анализ воздушного движения</i> Типичный пример сценария воздушного движения Распределение – по времени/ географическому району Перекрестная проверка воздушного движения, обслуживаемого соседними центрами Смешанное использование правил полетов по приборам (ППП) и правил визуальных полетов (ПВП) Смешанное движение гражданских/ военных воздушных судов Смешанный состав воздушных судов (реактивные/турбовинтовые/ вертолеты)</p>	<p><i>Используемые ВПП (основные/вспомогательные)</i> Располагаемая длина ВПП Метеорологические условия Посадочные средства Новый проект? Возможность выбора ориентации ВПП? Статистические данные об использовании ВПП</p>
	<p><i>Система УВД</i> Секторы/персонал/оборудование Организация и управление воздушным движением</p>
	<p><i>Средства наблюдения/зона действия</i> Радиолокаторы/ADS-B/MLAT/не используются</p>
<p><i>Навигация</i> Навигационное оборудование воздушных судов Инфраструктура и зона действия навигационных средств Смешанное использование PBN и обычной навигации</p>	<p><i>Средства связи/зона действия</i> Речевая связь/линия передачи данных</p>

2.2.6.2 Допущения в отношении воздушного движения будут зависеть от предполагаемых возможностей воздушных судов и в этой связи потребуется составить представление о вероятных смешанных условиях воздушного движения и его распределении. К таким условиям относятся состав типов воздушных судов (например, тяжелые и средние реактивные самолеты/турбовинтовые самолеты/вертолеты/однодвигательные учебные воздушные суда); летно-технические характеристики воздушных судов (минимальные скорости, градиенты набора высоты и пр.), состав воздушных судов по их эксплуатационному назначению (пассажирские, грузовые, учебные и пр.). В частности, потребуется проанализировать предполагаемые навигационные возможности парка воздушных судов:

- a) Сколько воздушных судов имеют систему RNAV?
- b) Какие используются основные системы определения местоположения (глобальная навигационная спутниковая система (GNSS), всенаправленный ОБЧ-радиомаяк (VOR), дальномерное оборудование (DME/DME)) систем RNAV?
- c) Установлена ли на борту дополнительная инерциальная навигационная система/инерциальная опорная система?
- d) В соответствии с какими стандартами сертифицированы системы RNAV?
- e) Какие полеты разрешено выполнять воздушным судам и авиакомпаниям?
- f) Какая процентная доля парка воздушных судов не могут использовать предлагаемые возможности PBN?

2.2.6.3 Важно определить имеющиеся эксплуатационные утверждения существующего оборудования RNAV, фактические возможности и характеристики установленных систем и модернизируемых систем, которые планируется внедрить до введения новой концепции воздушного пространства. Для любого эксплуатанта получение утверждения конкретной возможности RNAV и поддержание способности пилота использовать эту возможность сопряжено со значительными расходами. В этой связи эксплуатанты, особенно региональные эксплуатанты, будут стремиться получить минимально необходимое утверждение соответствия своих возможностей существующим навигационным требованиям в воздушном пространстве. Если новая концепция воздушного пространства предусматривает функциональную возможность, которая присутствует в программном обеспечении системы RNAV, однако не отражена в существующем сертификате, эксплуатанту потребуется предусмотреть дополнительные расходы на получение утверждения этой новой функциональной возможности и проведение соответствующей подготовки пилотов. Однако такие расходы (и конечные сроки внедрения) будут существенно меньше расходов в том случае, когда на воздушном судне потребуется установить новое оборудование или программное обеспечение.

2.2.6.3.1 Необходимо хорошо знать возможности парка воздушных судов и иметь реальное представление о вероятном улучшении таких возможностей, которое произойдет до даты введения новой концепции. Необоснованно завышенные оценки возможностей парка воздушных судов неизбежно приводят к значительным задержкам и аннулированию проектов. По этим причинам важно контактировать с эксплуатантами воздушных судов и регламентирующими органами с целью получения реальной оценки будущих возможностей парка воздушных судов и проводить реалистичный анализ затрат–выгод в течение всего цикла осуществления проекта.

2.2.6.4 Цели проекта вместе с допущениями о воздушном движении и предполагаемыми возможностями парка воздушных судов используются для выбора навигационной спецификации ИКАО, которая может использоваться на последующих этапах разработки концепции. Такие спецификации используются в качестве основы последующей разработки структуры воздушного пространства и соответствующих схем полетов. Этапы определения навигационной спецификации, разработки структуры воздушного пространства и схем полетов

являются итеративными по своему характеру и могут предусматривать последовательное внесение ряда изменений, прежде чем выбранная навигационная спецификация будет окончательно подтверждена в рамках задачи 10.

2.2.6.5 Выбор примера сценария воздушного движения для новой концепции воздушного пространства является таким же важным, как и знание самого парка воздушных судов, поскольку маршруты (маршруты ОВД, схемы SID/STAR или схемы полетов по приборам (IAP)) необходимо разместить таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная эффективность полетов, максимальная пропускная способность и минимальное влияние на окружающую среду (см. рис. 2-6). Кроме того, схемы SID и STAR/захода на посадку являются связующим звеном между основными крейсерскими маршрутами ОВД и порогами действующих ВПП (в этой связи важно знать основные и вспомогательные используемые ВПП). Пример сценария воздушного движения для новой концепции воздушного пространства обычно представляет собой пример будущего сценария воздушного движения, применительно к которому приняты определенные допущения в отношении смешанного состава парка воздушных судов, расписания полетов и эволюции потребностей, касающихся объемов и характера воздушного движения.

2.2.6.5.1 От принятых допущений в отношении сценария воздушного движения зависит успех или провал концепции воздушного пространства. Для прогнозирования параметров воздушного движения могут использоваться различные модели, и, хотя данные диспетчеров УВД о параметрах текущего воздушного движения могут оказать в этом значительную помощь, пример сценария воздушного движения для 20XX года необходимо тщательно анализировать с учетом прогнозов всех затрагиваемых заинтересованных сторон. Такой пример сценария воздушного движения будет определять ряд характеристик, например сезонные, недельные или ежедневные колебания спроса, изменения времени пиковой интенсивности воздушного движения, а также соотношение потоков прибытия и вылета, при этом все эти характеристики необходимо учитывать в концепции воздушного пространства (см. рис. 2-7).

2.3 ЭТАП РАЗРАБОТКИ

2.3.1 Общие положения

2.3.1.1 После согласования допущений в отношении CNS/ATM начинается построение воздушного пространства. Построение структуры маршрутного воздушного пространства и воздушного пространства районов аэродрома представляет собой итерационный процесс, который во многом основывается на качественной оценке и эксплуатационном заключении диспетчеров, пилотов, разработчиков структуры воздушного пространства и схем полетов, входящих в состав группы разработки.

2.3.1.2 Важно обеспечить стыковку маршрутного воздушного пространства и воздушного пространства района аэродрома – маршруты должны быть полностью согласованы со схемами полетов в районе аэродрома.

2.3.1.3 Разработчик схем полетов должен участвовать в разработке концепции на начальном этапе, проводимой под руководством диспетчеров воздушного движения, оказывая помощь в такой разработке и предоставляя консультации по предлагаемому расположению маршрутов с учетом обеспечения безопасных расстояний при пролете препятствий/эшелонирования в воздушном пространстве и характеристик воздушных судов.

2.3.1.4 Присутствие технических пилотов в составе группы имеет также важное значение на начальном этапе разработки концепции, поскольку они предоставляют фактическую информацию о характеристиках воздушных судов (например, касающуюся набора высоты/снижения и выполнения разворотов), которая является более полезной в сравнении с параметрами характеристик воздушных судов, полученными в результате вычислений с использованием теоретических моделей.

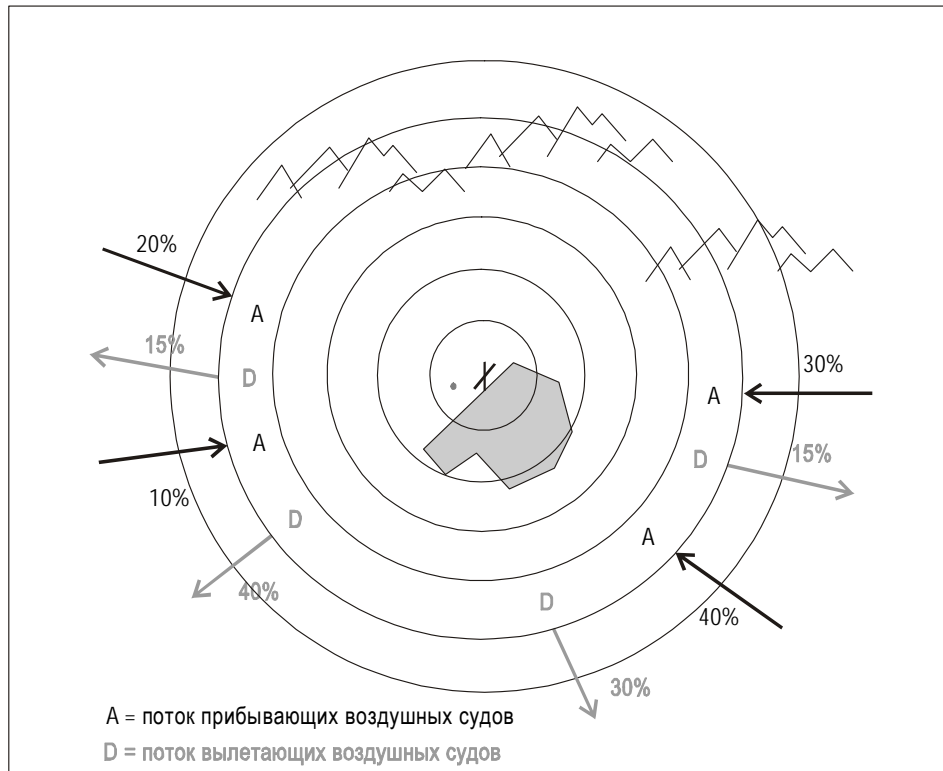


Рис. 2-6. Пример допущений в отношении будущего сценария воздушного движения

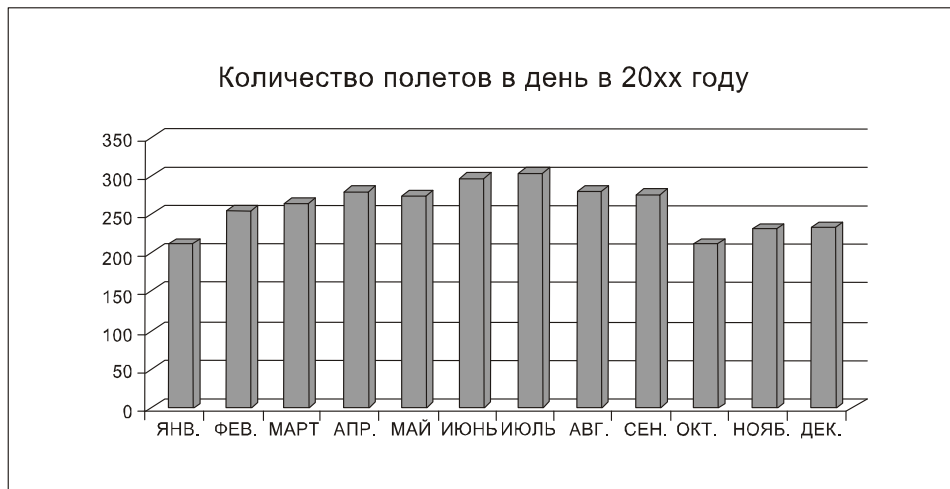


Рис. 2-7. Пример прогнозируемых объемов воздушного движения

2.3.1.5 Вначале группа планирует размещение схем SID/STAR и маршрутов ОВД. Данная работа представляет собой итеративный аналитический процесс, который начинается на концептуальном уровне и трансформируется в детальное и строгое построение структуры воздушного пространства. Эта работа может осуществляться с помощью карандаша и бумаги, особенно на стадии разработки концепции, и с использованием

программных средств на этапе детального построения структуры. Расположение маршрутов обычно определяется потребностями воздушного движения, используемыми ВПП, стратегическими целями и ограничениями, накладываемыми препятствиями и закрытыми районами воздушного пространства. Оно может также зависеть от зоны действия наземных навигационных средств, если их использование является необходимым (см. рис. 2-8).

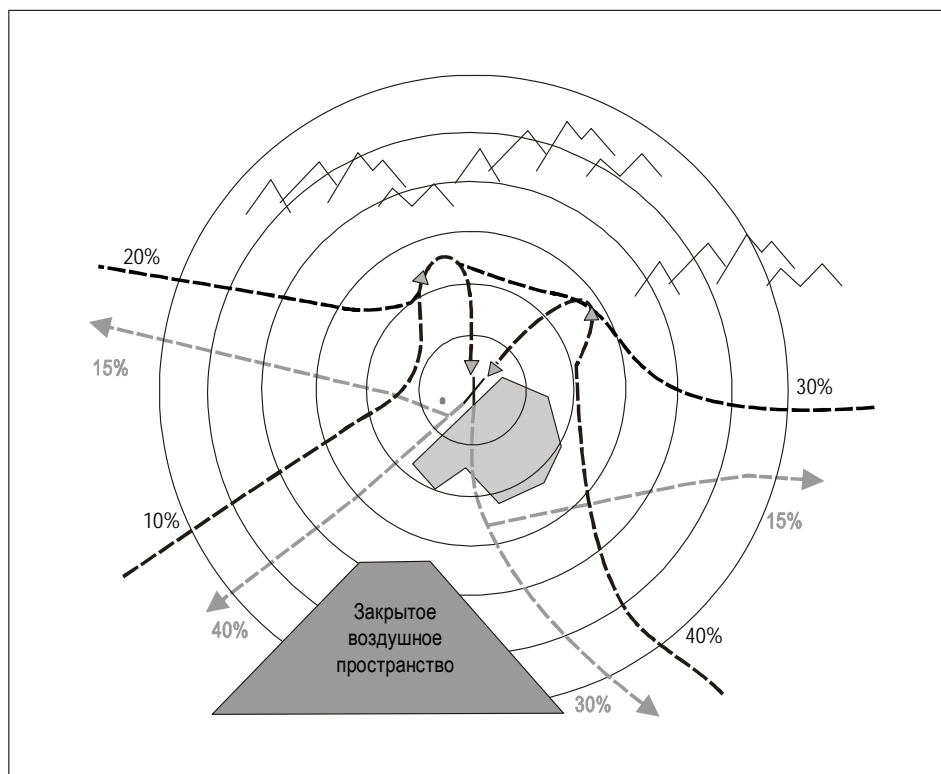


Рис. 2-8. Пример предлагаемой концепции воздушного пространства

Примечание 1. Требуемое разделение маршрутов и имеющаяся инфраструктура CNS помогают убедиться в том, будут ли возможности парка воздушных судов согласно задаче 6 и предварительно выбранная спецификация RNAV или RNP ИКАО обеспечивать использование предлагаемой структуры маршрутов.

Примечание 2. Роль разработчика схем полетов при описании и расположении маршрутов в воздушном пространстве района аэродрома имеет исключительно важное значение. Именно этот специалист предоставляет группе консультации в отношении того, соответствуют ли планируемые маршруты допущениям в отношении навигационной спецификации и могут ли они быть построены в соответствии с критериями PANS-OPS.

2.3.1.6 После построения маршрутов и обеспечения надлежащих запасов при пролете препятствий определяется общий объем воздушного пространства для защиты всех траекторий полетов по ППП (ТМА).

Примечание. В тех регионах, где все воздушное пространство выше некоторого эшелона обозначено как контролируемое воздушное пространство, определение объемов воздушного пространства выше такого эшелона может иметь незначительное применение.

2.3.1.7 Наконец, осуществляется разбиение объема воздушного пространства по секторам для целей ОрВД (см. рис. 2-9).

2.3.1.8 Разнообразный и итеративный характер задач предусматривает очень тесное сотрудничество всех заинтересованных сторон, участвующих в данном процессе (см. рис. 2-10).

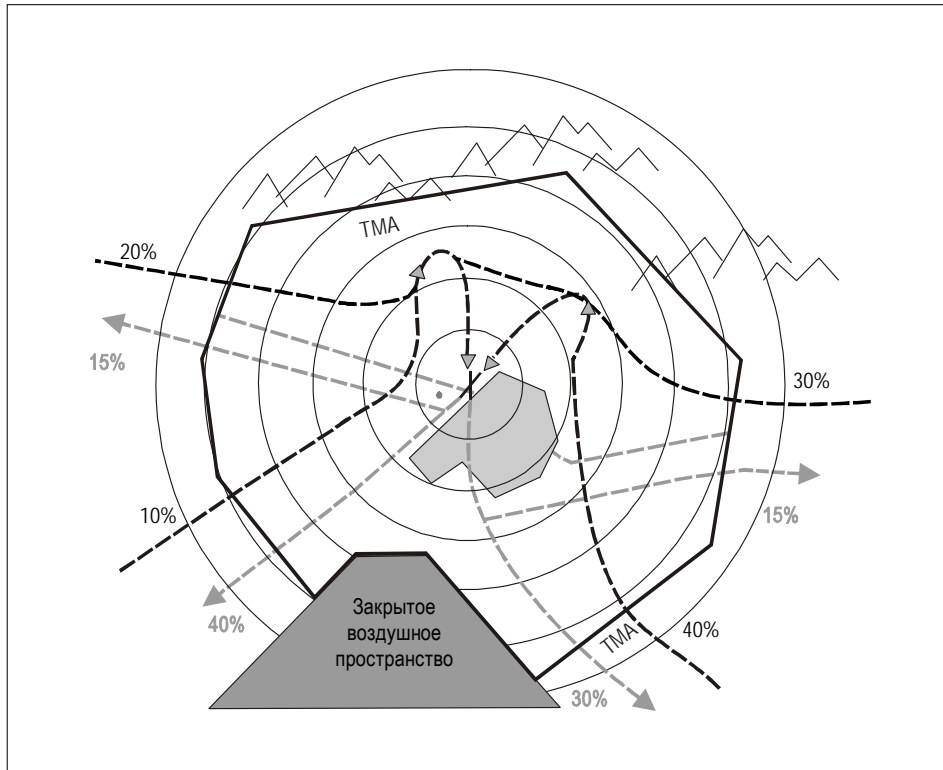


Рис. 2-9. Пример концепции структуры воздушного пространства

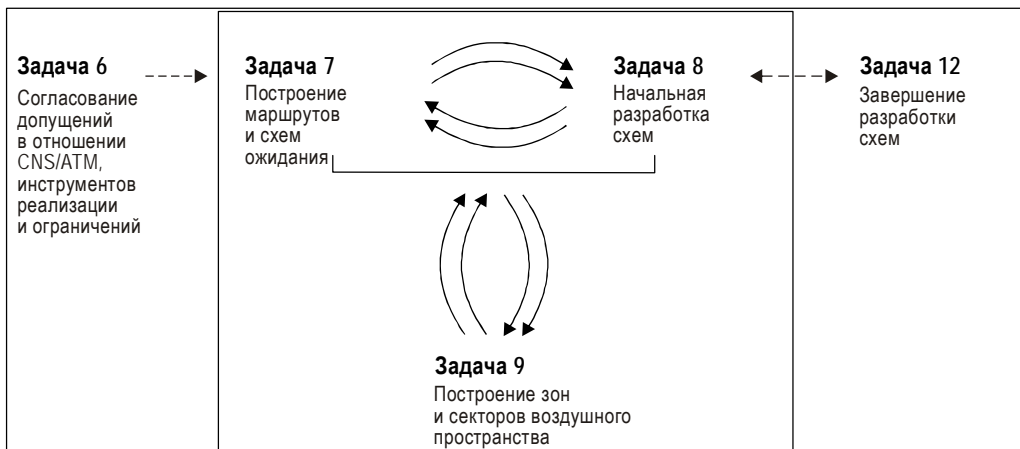


Рис. 2-10. Итеративные циклы разработки

2.3.2 Задача 7. Построение маршрутов и схем ожидания

2.3.2.1 PBN позволяет выбрать наиболее оптимальное расположение маршрутов, если обеспечивается необходимая зона действия наземных или космических навигационных средств. Это означает, что маршруты можно расположить таким образом, который обеспечивает возможность:

- a) оптимизировать пропускную способность за счет исключения конфликтных ситуаций между потоками воздушного движения в боковой и вертикальной плоскостях;
- b) повысить эффективность полетов за счет сокращения длины маршрутов;
- c) использовать вертикальные окна для обеспечения полетов в режиме постоянного снижения (CDO) или постоянного набора высоты (CCO), что позволяет реализовать более эффективные по расходу топлива профили полетов и уменьшить воздействие на окружающую среду (шум, выбросы парниковых газов и пр.);

Примечание. CDO подробно рассматривается в Руководстве по производству полетов в режиме постоянного снижения (CDO) (Doc 9931), а CCO освещается в Руководстве по производству полетов в режиме постоянного набора высоты (CCO) (Doc 9993).

- d) обходить чувствительные к шуму районы;
- e) исключить двустороннее движение по одному маршруту путем использования параллельных маршрутов;
- f) обеспечить выбор различных маршрутов между двумя аэропортами;
- g) улучшить доступность аэропортов;
- h) повысить безопасность полетов.

Особенно важным является то, что PBN позволяет эффективно увязать сети полетов по маршрутам и полетов в районе аэродрома, обеспечивая тем самым цельную систему маршрутов. Все эти преимущества не препятствуют использованию наилучших методов построения маршрутов, разработанных за последние десятилетия. Некоторые из таких аспектов рассматриваются ниже.

Примечание. В приведенных ниже пунктах термин "маршруты ОВД" относится к маршрутам, которые обычно обозначаются в соответствии с добавлением 1 к Приложению 11 (например, UL611), а термин "маршруты в районе аэродрома" относится к схемам IAP и SID/STAR, которые обозначаются в соответствии с добавлением 3 к Приложению 11 (например, KODAP 2A) и положениями главы 11 Приложения 4.

2.3.2.2 Сети маршрутов ОВД охватывают большинство континентов мира и обеспечивают основные потоки воздушного движения между различными районами. Сеть маршрутов ОВД должна планироваться, соответственно, на континентальном, региональном или местном уровне. Это позволяет реализовать более эффективную сеть маршрутов и исключить потенциальные конфликтные ситуации между потоками воздушного движения.

2.3.2.3 Разделение маршрутов, которое играет важную роль в определении пропускной способности воздушного пространства, во многом зависит от инфраструктуры CNS/ATM, обеспечивающей производство полетов. Например, там, где в районах европейского воздушного пространства с высокой плотностью

воздушного движения введена спецификация RNAV 5, разделение маршрутов в 10–15 м. миль может использоваться только в том случае, если обеспечивается надлежащее радиолокационное наблюдение и инфраструктура ОрВД позволяет диспетчеру контролировать линии пути. На разделение маршрутов влияют также географические характеристики соответствующего воздушного пространства, основные потоки воздушного движения и объем смешанного по своим характеристикам воздушного движения. Некоторые критерии разделения маршрутов могут определять только расстояние между параллельными прямолинейными участками и не учитывают переменные характеристики разворота разных воздушных судов на различных высотах. Многие воздушные суда ограничивают угол крена на эшелонах выше ЭП190, и в результате выполнение разворотов может начинаться за 20 м. миль до точки пути "флай-бай". Для обеспечения разделения линий пути при выполнении разворотов необходимо либо потребовать, чтобы все воздушные суда были способны выполнять развороты с постоянным радиусом, либо значительно увеличить разделение маршрутов в точках разворота. Как альтернатива, необходимо увеличивать разделяющие интервалы между параллельными криволинейными траекториями на участках разворотов.

2.3.2.4 Континентальные потоки воздушного движения связаны с многими аэропортами, и с тем чтобы исключить смешение потоков пролетающих воздушных судов с потоками набирающих высоту или снижающихся воздушных судов, разработчики должны стремиться отделить маршруты ОВД (черные сплошные линии) от проходящих в районах аэродромов маршрутов в направлении к аэропортам и из аэропортов (серые/штриховые линии) (см. рис. 2-11).

2.3.2.5 В то время как эксплуатанты и экологи стремятся разместить каждый маршрут в районе аэродрома, исходя из соображений оптимальной эффективности полетов, минимального воздействия на окружающую среду и безопасного пролета препятствий, перед органами УВД стоит задача обеспечить управление воздушным движением по всем маршрутам в комплексе. С точки зрения органа УВД структура воздушного пространства должна учитывать взаимодействие потоков прибывающих и вылетающих воздушных судов. Эти различные цели не являются взаимоисключающими. Вполне возможно построить маршруты в районе аэродрома и обеспечить выполнение большинства явно противоречивых целей. Необходимо осторожно подходить к выбору точек пересечения маршрутов вылета и прибытия, с тем чтобы исключить возможные помехи движению прибывающих или вылетающих воздушных судов. Важно при этом иметь хорошее представление о характеристиках парка воздушных судов. На рис. 2-12 показаны конфликтные зоны для профилей набора высоты с градиентами 3, 7 и 10 % (синие линии) и профилей прибытия с наклоном 3° и 2° (зеленые линии) на различных расстояниях от ВПП.

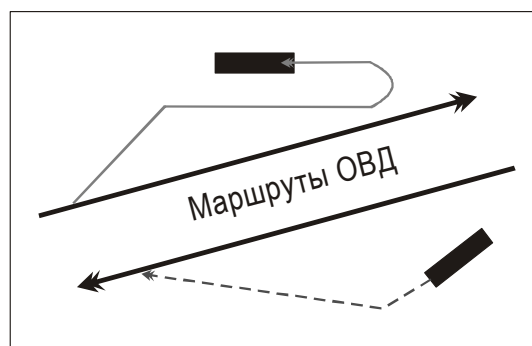


Рис. 2-11. Раздельные маршруты

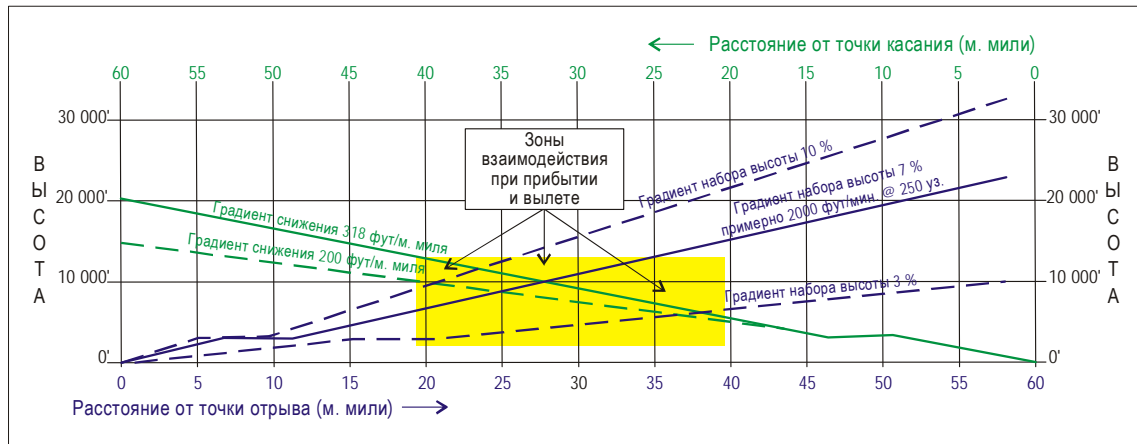


Рис. 2-12. Взаимодействие в вертикальной плоскости

Пример. Профиль вылета с градиентом набора высоты 7 % (сплошная синяя линия) на удалении 25 миль от ВПП будет пересекать профиль прибытия (зеленая штриховая линия) на удалении 35 миль от порога ВПП, когда оба воздушных судна будут находиться на высоте примерно 9000 фут над превышением аэродрома. Точка пересечения в этом месте будет мешать вылету и прибытию воздушных судов.

2.3.2.6 В настоящее время существует три "методики" или "модели" ОрВД, которые используются при построении структуры загруженного воздушного пространства районов аэродрома. Первая предусматривает несколько зон ожидания, которые используются для постоянной запитки системы схем прибытия/захода на посадку прибывающими воздушными судами из организованной в зоне ожидания очереди таких воздушных судов. Вторая модель является более гибкой в том отношении, что для исключения режима ожидания в районе аэродрома предусматриваются более длинные маршруты прибытия к посадочной ВПП. Третья модель обеспечивает заблаговременное планирование очередности путем использования ручного или автоматизированного управления прибытием для согласования времени вылета и/или полета по маршруту и поддержания сбалансированного потока воздушных судов в установленных пунктах прибытия в районе аэродрома. Ранние линейные участки на протяженных маршрутах с использованием PBN или инструменты ОрВД для управления прибытием позволяют пилоту лучше планировать профиль снижения и получить преимущества вследствие исключения ожидания на малых высотах в районе аэродрома.

2.3.2.7 Схемы STAR с использованием PBN могут быть построены как схемы прибытия с "разомкнутыми" или "замкнутыми" траекториями (см. рис. 2-13). Разомкнутые STAR обеспечивают наведение по линии пути до некоторой точки захода на посадку, от которой тактическое управление (наведение) воздушным судном осуществляется диспетчером УВД до захвата линии пути конечного участка захода на посадку. Замкнутые STAR предусматривают непрерывное наведение до линии пути конечного участка захода на посадку и автоматический переход к выполнению конечного этапа захода на посадку, при этом, поскольку воздушное судно всегда находится на определенной траектории, обеспечивают прекрасную предсказуемость местоположения для пилота и диспетчера. В случае замкнутых STAR, система RNAV всегда имеет данные о расстоянии до точки касания, что позволяет осуществлять автоматическое управление вертикальным профилем, обеспечивая максимальную эффективность полета. Замкнутые STAR могут быть также построены (и опубликованы) таким образом, который упрощает осуществляемое диспетчером УВД тактическое наведение за счет обеспечения дополнительных точек пути, позволяющих растягивать или сокращать траекторию полета. Любое тактическое изменение траектории будет влиять на вертикальный профиль, если оно осуществляется после выхода воздушного судна в "верхнюю точку снижения". Разомкнутая STAR требует использования

соответствующих команд для тактического наведения с целью вывода воздушного судна на линию пути конечного участка захода на посадку. Система RNAV может управлять снижением до конечной точки STAR перед тем, как произойдет вмешательство диспетчера УВД, однако не может гарантировать профиль CDO, поскольку система управления полетом (FMS) не знает вероятную длину пути, который будет пройден на участке тактического наведения. Пилоту также будет трудно осуществлять предварительное планирование при использовании разомкнутой STAR, хотя гибкость УВД при этом увеличивается.

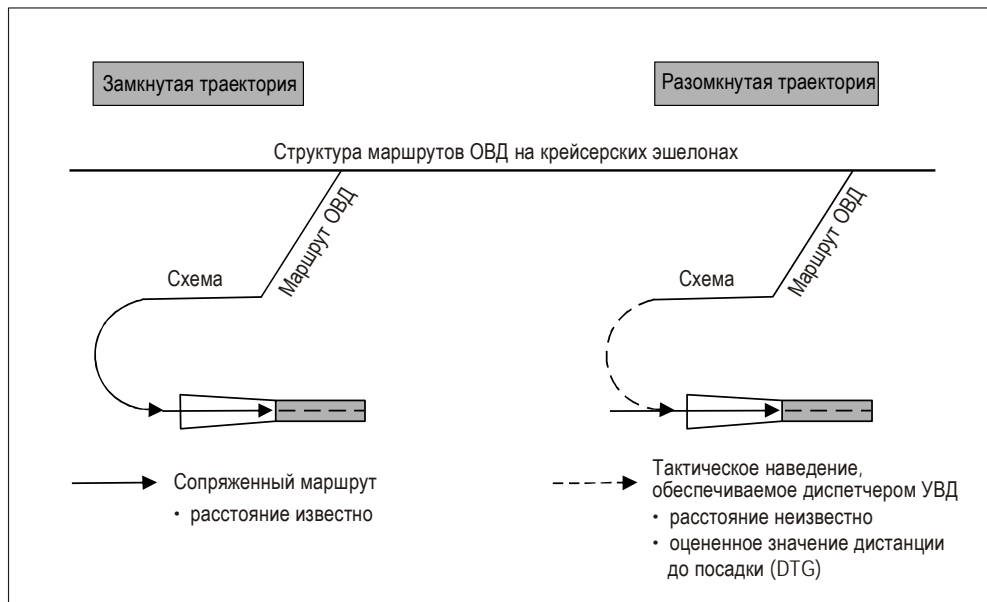


Рис. 2-13. Различные методологии использования STAR

2.3.2.8 В том случае, когда в аэропорту используется несколько маршрутов прибытия, установление очередности может представлять проблему для органа УВД. В пределах некоторого воздушного пространства состав воздушных судов, использующих обычную навигацию и PBN, может варьироваться. При выборе разомкнутой или замкнутой STAR необходимо учитывать условия эксплуатации, процедуры УВД и имеющиеся средства установления очередности. С целью эффективного регулирования движения различных типов воздушных судов по нескольким маршрутам прибытия с режимом CDO разрабатываются соответствующие методы ОрВД, в основе которых лежит следующее:

- Точка слияния* – метод использования разомкнутых траекторий STAR, обеспечивающий высокую гибкость управления и контроля со стороны органа УВД за счет наличия "боковых дуг ожидания" на горизонтальных участках (см. рис. 2-14).
- Построенные точки принятия решения* – метод, использующий замкнутую траекторию STAR для выдерживания эффективной траектории снижения и позволяющий органу УВД достаточно заблаговременно устанавливать очередность движения воздушных судов. Это достигается за счет того, что при использовании замкнутой траектории STAR точное расстояние до ВПП всегда известно. Затем на различных траекториях STAR строятся точки пути, располагаемые на одинаковом удалении от аэропорта. Диспетчер использует эти равноудаленные точки пути для проверки интервалов эшелонирования и заранее предпринимает действия для их коррективы, если это необходимо (см. рис. 2-15).

- с) *Заданный интервал* – разрабатываемый метод, использующий динамический анализ риска для совершенствования методов эшелонирования и повышения пропускной способности. Выдерживание заданного интервала требует высокой степени автоматизации управления и предоставления пилоту и диспетчеру ответной информации с целью поддержания установленного уровня безопасности полетов по каждой выбранной траектории.
- д) *Требуемое время прибытия* – разрабатываемый метод предварительного назначения конкретного времени прибытия воздушного судна в соответствующие точки пути. Установление таких значений времени позволяет пилоту заранее планировать использование эффективных скоростей, при этом также обеспечивается сбалансированный поток прибывающих в аэропорт воздушных судов, что исключает необходимость ожидания при прибытии и позволяет использовать режим CDO при полете по замкнутой траектории.



Рис. 2-14. Пример построения точки слияния

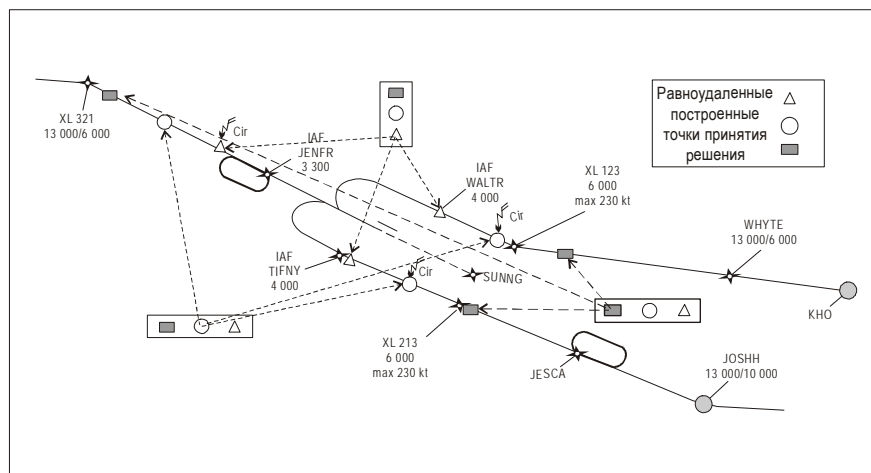


Рис. 2-15. Построенные точки принятия решения

2.3.3 Задача 8. Начальная разработка схем

2.3.3.1 Начальная разработка схем осуществляется одновременно с построением структуры воздушного пространства и включает четыре этапа:

- a) вначале анализируется структура воздушного пространства с целью подтверждения навигационных характеристик, необходимых для реализации планируемой структуры;
- b) затем проводится анализ возможностей парка воздушных судов с целью определения их соответствия навигационным характеристикам, предусматриваемым планируемой структурой;
- c) затем осуществляется анализ инфраструктуры навигационных средств с целью определения достаточности зоны действия навигационных средств для обслуживания планируемой структуры – если предусматривается использование наземных навигационных средств, необходимо убедиться в наличии необходимых средств и достаточности их зоны действия, прежде чем приниматься за разработку планируемой структуры;
- d) проводится анализ предлагаемых маршрутов и схем ожидания с целью определения возможности их практического использования, учитывая при этом требуемые навигационные характеристики (см. b) выше), располагаемую зону действия навигационных средств, соответствующие критерии разделения маршрутов и ограничения, связанные с препятствиями.

2.3.3.2 Если возможности парка воздушных судов или навигационная инфраструктура не отвечают предъявляемым требованиям, может потребоваться принять компромиссное решение, которое может означать изменение концепции воздушного пространства. Если использование маршрутов окажется невозможным, структуру воздушного пространства потребуются пересмотреть.

2.3.3.3 Выбор навигационных характеристик может быть сделан в начале процесса разработки, исходя из решений, принятых в рамках задачи 6. По мере детализации структуры, разработчик схем, входящий в состав группы по разработке структуры воздушного пространства, должен уточнять необходимость определенных функциональных возможностей и их наличие.

2.3.4 Задача 9. Зоны и секторы воздушного пространства

2.3.4.1 Построение маршрутов ОВД, маршрутов в районе аэродрома, зон воздушного пространства и секторов УВД представляет собой итеративный процесс. Зоны воздушного пространства и секторы УВД устанавливаются после завершения построения маршрутов ОВД и маршрутов в районе аэродрома. Зоны воздушного пространства предназначаются для защиты траекторий полетов по ППП в вертикальной и боковой плоскостях, и может потребоваться изменить маршруты, с тем чтобы обеспечить их прохождение в пределах зоны воздушного пространства. Затем воздушное пространство разбивается на секторы для целей ОрВД и это также может потребовать изменения расположения маршрутов. Не требуется, чтобы зоны или секторы соответствовали национальным границам. Возможно и даже желательно с точки зрения повышения эффективности и пропускной способности строить зоны или секторы воздушного пространства, пересекающие границы. В таких случаях потребуется рассмотреть вопрос о делегировании ОВД.

2.3.4.2 Разбиение воздушного пространства по секторам может осуществляться по функциональному или географическому принципу:

- a) в случае географического принципа зона воздушного пространства разбивается на трехмерные блоки, и диспетчер отвечает за воздушное движение в пределах такого блока (сектора);

- б) при использовании функционального принципа структура воздушного пространства формируется с учетом этапа полета воздушного судна. Например, в воздушном пространстве района аэродрома один диспетчер может отвечать за прибывающие воздушные суда, а другой за вылетающие воздушные суда, находящиеся в одном трехмерном блоке воздушного пространства.

2.3.4.3 Разбиение по секторам маршрутного воздушного пространства, как правило, осуществляется по географическому принципу, а в воздушном пространстве района аэродрома может использоваться один или оба принципа (см. рис. 2-16). Во многих случаях при разбиении по секторам используется некоторое сочетание функционального и географического принципов.

2.3.5 Задача 10. Подтверждение навигационной спецификации ИКАО, определенной в рамках задачи 6

2.3.5.1 Данная задача заключается в подтверждении навигационной спецификации из руководства по PBN, которая соответствует по своим навигационным характеристикам/функциональным возможностям требованиям концепции воздушного пространства. Это может оказаться трудным обеспечить, и в этой связи следует подчеркнуть важность детального анализа парка воздушных судов, проводимого в рамках задачи 6. Поскольку редко является экономически целесообразным потребовать переоснастить значительную часть парка воздушных судов системами или датчиками RNAV для обеспечения конкретной функциональной возможности, критически важно проводить работы в рамках задач 7–9, исходя из реальных возможностей воздушных судов. Введение в Европе спецификации RNAV 5 служит полезным примером "понижения" ожиданий, обусловленного возможностями оборудования парка воздушных судов. В 1990-х годах первоначально планировалось внедрить спецификацию RNAV 1, однако пришлось перейти на менее точную RNAV 5, когда за три года до даты введения стало очевидным, что ожидаемая естественная замена более старого оборудования на системы, совместимые с RNAV 1, осуществляется гораздо медленнее, чем планировалось, и переоборудование является слишком дорогостоящим.

2.3.5.2 Если наличие соответствующих возможностей вводится в обязательном порядке, то тогда все воздушные суда, выполняющие полеты в данном воздушном пространстве, будут способны использовать новые маршруты/процедуры. Однако необходимо показать, что преимущества такого приказного введения перевешивают затраты на его осуществление.

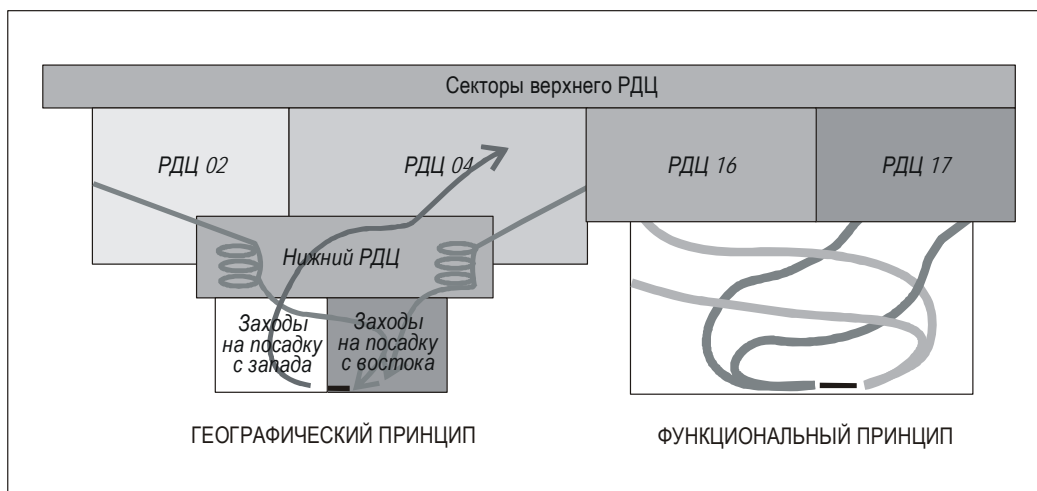


Рис. 2-16. Примеры разбиения по секторам

2.3.5.3 Можно выбрать вариант смешанных условий навигации, предусматривающий введение одной или нескольких навигационных спецификаций PBN и использование некоторыми воздушными судами обычной навигации. Смешанные условия навигации обычно имеют место в одном из следующих трех сценариев:

- a) некоторый прикладной процесс PBN внедрен, однако не является обязательным, и сохраняется использование обычной навигации;
- b) "смешанные обязательные возможности" используются в пределах некоторого объема воздушного пространства – обычно на маршрутах или при выполнении процедурных полетов в океанических/отдаленных районах воздушного пространства, где в пределах одного района воздушного пространства требуется использовать RNAV при выполнении полетов по одним маршрутам или на одних абсолютных высотах, а при выполнении полетов по другим маршрутам или на других абсолютных высотах требуется применение RNP; или
- c) в пределах воздушного пространства обеспечиваются смешанные возможности RNAV или RNP, однако от эксплуатантов не требуется обязательно их использовать. В данном случае опять-таки использование обычной навигации может быть разрешено воздушным судам, которые не утверждены в соответствии с какой-либо навигационной спецификацией.

2.3.5.4 Смешанные условия навигации могут оказывать негативное влияние на рабочую нагрузку диспетчеров УВД, особенно в районах маршрутного воздушного пространства или аэродромов с интенсивным воздушным движением. Приемлемость смешанных условий навигации также зависит от сложности структуры маршрутов ОВД или в районах аэродромов, особенностей построения схем, наличия и функциональных возможностей вспомогательных средств УВД. Повышенная рабочая нагрузка на диспетчеров УВД может потребовать ограничить характер смешанных полетов максимум двумя видами навигации, из которых один соответствует основному уровню возможностей. В некоторых случаях орган УВД сможет обслуживать полеты только при таких смешанных условиях навигации, когда значительная доля воздушных судов (70–90 %) утверждена в соответствии с требуемой навигационной спецификацией. В этой связи важно надлежащим образом оценить производство полетов в смешанных условиях навигации с целью определения практической целесообразности такого производства полетов.

2.4 ЭТАП АПРОБАЦИИ

2.4.1 Общие положения

После построения структуры воздушного пространства концепция воздушного пространства потребует проведения комплексных работ по ее апробации и проверке. Апробация осуществляется на следующих этапах:

- a) концепция воздушного пространства обычно апробируется в ходе разработки структуры и затем снова после завершения структуры воздушного пространства;
- b) новые маршруты апробируются после завершения процесса разработки.

Примечание. В приведенном ниже разделе рассматриваются аспекты апробации концепции и структуры воздушного пространства. Апробация схем полетов по приборам рассматривается в документе Doc 8168 "Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов", том II "Построение схем визуальных полетов и полетов по приборам" и в Руководстве по обеспечению качества при разработке схем полетов (Doc 9906).

2.4.2 Задача 11. Аprobация концепции воздушного пространства

2.4.2.1 Основные задачи аprobации концепции воздушного пространства предусматривают следующее:

- a) оценку возможности достижения целей проекта в результате построения структуры и реализации концепции воздушного пространства в целом, а также практической целесообразности проекта;
- b) подтверждение обоснованности структуры воздушного пространства с точки зрения ОрВД;
- c) определение потенциальных слабых звеньев концепции и разработку соответствующих профилактических мер;
- d) получение доказательства безопасности структуры, т. е. подтверждение оценки безопасности полетов.

2.4.2.2 Методы аprobации могут приводить к количественным или качественным результатам. Оба вида таких результатов являются необходимыми, и работы по аprobации двумя методами проводятся одновременно, поскольку в каждом случае требуется информация, получаемая другим методом. Важно рассматривать такие результаты как единое целое, даже если они получены существенно разными методами. В целом, количественная оценка относится к численным методам аprobации и основывается на количественном представлении данных. Эти методы предусматривают использование инструментов, которыми обычно являются устройства моделирования на основе компьютеров. Качественная оценка основывается не на данных, а в большей степени на объективном анализе, логических выводах, доказательствах и обосновании. Однако данные количественной оценки также не могут быть приняты без проведения анализа, и таким образом окончательный результат зависит от эффективного использования инструментов качественной оценки. В таблице 2-3 приведено сравнение различных методов моделирования.

Таблица 2-3. Пример сравнения моделей

	<i>Вводимые выборки данных</i>	<i>Используемые критерии оценки</i>	<i>Результат</i>	<i>Метод аprobации</i>
<i>Качественная оценка</i>	Опубликованная и предлагаемая структура воздушного пространства (маршруты/схемы ожидания, зоны и секторы)	Нечисленные критерии характеристик и безопасности полетов, основанные на SARPS, правилах и инструктивном материале ИКАО и национальных/местных нормативных положениях	Главным образом текстовые/диаграммные выводы, доказательства, обоснования	– Заключение экспертов по CNS/ATM – Моделирование воздушного пространства

	<i>Вводимые выборки данных</i>	<i>Используемые критерии оценки</i>	<i>Результат</i>	<i>Метод апробации</i>
<i>Количественная оценка</i>	<p>Опубликованная и предлагаемая структура воздушного пространства (маршруты/схемы ожидания, зоны и секторы) обычно в виде компьютерных данных, характеризующих организацию воздушного пространства и примеры сценариев воздушного движения.</p> <p>Материалы обзоров – записи радиолокационных данных, данные планов полетов, записи полетных данных, вопросники.</p> <p>Статистические данные и прогнозы – статистика эксплуатации аэропортов, комплекты метеорологических данных, требуемые объемы перевозок, распределение воздушного движения</p>	<p>Абсолютные численные критерии характеристик и безопасности полетов, основанные на SARPS, правилах и инструктивном материале ИКАО и национальных/местных нормативных положениях</p>	<p>Числовые данные (главным образом)</p>	<p>– Моделирование воздушного пространства</p> <p>– FTS/RTS</p> <p>– Реальные испытания УВД</p> <p>– Моделирование полетов</p> <p>– Аналитические инструменты оценки данных</p> <p>Статистический анализ</p> <p>– Моделирование риска столкновения</p> <p>– Моделирование шума</p>

2.4.2.3 Как показано в таблице 2-3, для апробации концепции воздушного пространства используется несколько методов:

- a) моделирование воздушного пространства;
- b) моделирование в ускоренном масштабе времени (FTS);
- c) моделирование в реальном масштабе времени (RTS);
- d) реальные испытания УВД;
- e) моделирование полетов;
- f) аналитические инструменты оценки данных;

- g) статистический анализ;
- h) моделирование риска столкновения;
- i) моделирование шума.

2.4.2.4 Эти методы различаются по стоимости, реалистичности, сложности, требуемому времени и количеству используемых примеров сценариев воздушного движения и тестовых случаев. Чем сложнее метод моделирования, тем выше расходы, больше время предварительной подготовки/моделирования и ближе к реальным получаемые результаты. Однако обычно по причинам, связанным с расходами/временем, количество примеров сценариев воздушного движения/тестовых случаев, как правило, сокращается по мере повышения сложности используемого метода моделирования (см. рис. 2-17).

2.4.2.5 Большинство инструментов апробации на основе компьютеров предполагает завышенные навигационные характеристики воздушных судов, однако это обычно не влияет на основную цель апробации, которая заключается в проверке пригодности ОрВД и безопасности предлагаемой концепции воздушного пространства. В тех случаях, когда желательно провести специальное исследование влияния отказных режимов навигации, сценарии моделирования будут требовать дополнительного предварительного программирования. Следует отметить, что критерии разделения маршрутов уже учитывают отказные режимы навигации, и большинство концепций воздушного пространства не будет требовать проведения специального моделирования отказов навигации.

2.4.2.6 Количество и характер используемых методов апробации и их продолжительность непосредственно связаны со сложностью концепции воздушного пространства и сценария воздушного движения. Чем больше количество изменений и сильнее их влияние на безопасность полетов и практику эксплуатации, тем выше предъявляемые требования к точности и детальности исследования в целях подтверждения эксплуатационных преимуществ и выполнения критериев безопасности полетов.

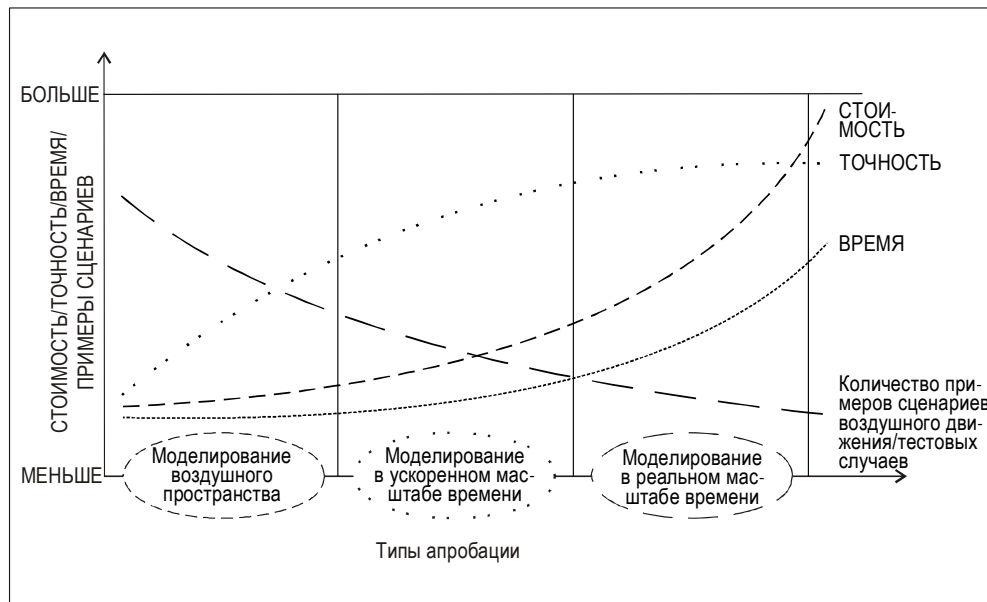


Рис. 2-17. Сложность в зависимости от стоимости

2.4.2.7 Группа по разработке структуры должна предусмотреть в плане проекта достаточное время для проведения надлежащего уровня оценки (моделирование, FTS и RTS, реальные испытания). Планирование должно быть максимально гибким, поскольку результаты одного метода апробации могут значительно повлиять на следующий этап апробации или вызвать приостановку процесса апробации и возврат к этапу разработки. На этапе планирования проекта следует тщательно составить программу апробации и заранее зарезервировать время для проведения FTS и RTS. Выполнение многих проектов затягивалось вследствие отсутствия возможности использовать тренажеры в критические моменты.

2.4.2.8 Если в процессе апробации выявляются проблемы, требующие возврата к этапу разработки проекта, этому не следует противиться. По многим причинам, среди которых не последней является стоимость, лучше раньше, чем позже, вернуться к чертежной доске.

2.4.2.9 *Моделирование воздушного пространства*

2.4.2.9.1 Моделирование воздушного пространства основано на применении компьютеров и является одним из нескольких методов апробации структуры воздушного пространства. Оно используется на этапе разработки структуры воздушного пространства, поскольку дает группе по разработке структуры воздушного пространства визуальное представление в трех измерениях расположения и профилей маршрутов, зон и секторов воздушного пространства.

2.4.2.9.2 В качестве инструментов моделирования воздушного пространства могут использоваться простые небольшие устройства моделирования в ускоренном масштабе времени. Основная цель заключается в формировании грубого представления маршрутов и секторов воздушного пространства, а также их взаимосвязи с выбранным примером сценария воздушного движения. Устройство моделирования формирует упрощенные четырехмерные траектории (местоположение + время) согласно планам полетов, описанным в примере сценария воздушного движения, при конкретной организации воздушного пространства (с учетом применяемых правил). Эти траектории используются вместе с блоками воздушного пространства для расчета серий статистических данных, характеризующих загруженность секторов, загруженность участков маршрутов и конфликтные ситуации. Более совершенные инструменты моделирования воздушного пространства могут выдавать более точные данные, касающиеся рабочей нагрузки и пропускной способности секторов. В таблице 2-4 перечислены преимущества и недостатки моделирования воздушного пространства.

Таблица 2-4. Преимущества и недостатки моделирования воздушного пространства

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<ul style="list-style-type: none"> • гибкость • простая оценка различных вариантов • простая корректировка сценариев • простая генерация тестовых случаев • простое формирование и оценка возможных вариантов • простая проверка большого количества примеров сценариев воздушного движения 	<ul style="list-style-type: none"> • грубое представление реальных условий • обеспечивается получение статистических данных только высокого уровня • невозможность воспроизводить вмешательство диспетчера для обеспечения тактического управления • базовые характеристики воздушных судов • упрощенные траектории

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<ul style="list-style-type: none"> • возможность использования данных, полученных в реальных условиях воздушного движения и обеспечения УВД 	<ul style="list-style-type: none"> • не учитываются метеорологические условия • точность во многом зависит от квалификации и опыта оценивающего специалиста • высокая степень субъективности и в этой связи трудности с привлечением пользователей

2.4.2.10 FTS

2.4.2.10.1 FTS часто используется для апробации предлагаемой концепции воздушного пространства и может также применяться для демонстрации реализации целей в области безопасности полетов.

2.4.2.10.2 Группа по разработке структуры воздушного пространства может использовать FTS до проведения RTS в качестве единственного инструмента апробации. FTS является менее затратным в сравнении с RTS с точки зрения необходимых людских ресурсов и зачастую является предпочтительным методом улучшения предлагаемой структуры, определения узких мест в концепции структуры и подготовки к RTS или осуществления непосредственного внедрения.

2.4.2.10.3 Организацию воздушного пространства и пример сценария воздушного движения потребуется представить в кодовой форме условий моделирования, используя язык и синтаксис программного обеспечения. Входные данные включают маршруты, пример сценария воздушного движения по каждому маршруту, зоны и секторы воздушного пространства, а также различные правила, касающиеся воздушных судов и ОрВД.

2.4.2.10.4 Моделирующее устройство FTS генерирует четырехмерные траектории (местоположение + время) полета каждого воздушного судна, основанные на информации планов полета и применяемых правилах. Система проверяет каждую траекторию на предмет того, имеют ли место некоторые конкретные события, такие как конфликтные ситуации, изменения эшелонов, изменения маршрутов, вход в сектор или выход из сектора. При обнаружении такого события система учитывает его в показаниях счетчика событий и инициирует действия, обусловленные этим событием. Например, если система обнаруживает, что воздушное судно пересекло границу некоторого сектора, она увеличивает на единицу количество воздушных судов в данном секторе и инициирует действия, выполняемые диспетчерами (такие как передача управления, передача связи, опознавание). При проведении моделирования действия диспетчера представляются как некоторая задача. Такие задачи характеризуют основные действия диспетчера УВД, которые инициируются конкретными событиями и выполняются в течение установленного времени. Это время соответствует времени, которое требуется в реальных условиях диспетчеру для выполнения данной конкретной задачи. Устройство моделирования складывает значения параметра выполнения задачи применительно к рассматриваемому тестовому случаю, и получаемый результат дает представление о рабочей нагрузке диспетчера. Обычно считается, что рабочая нагрузка диспетчера не является чрезмерной, если значение этого параметра не превышает 70 % общего времени тестового случая. Точность измерения рабочей нагрузки улучшается при повышении детализации и формализации действий диспетчера УВД. В таблице 2-5 представлены преимущества и недостатки FTS.

Таблица 2-5. Преимущества и недостатки FTS

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<ul style="list-style-type: none"> • один из наиболее часто используемых методов оценки пропускной способности секторов • возможность получения качественных данных • сравнительно неограниченная сфера и большая гибкость применения • относительная простота оценки различных вариантов • относительная простота корректировки тестовых случаев • относительная простота оценки большого количества примеров сценариев воздушного движения • возможность использования реальных параметров воздушного движения и внешних условий • хорошее признание результатов • возможность оценки достижения целевого уровня безопасности полетов (TLS) • возможность получения информации для повышения безопасности полетов 	<ul style="list-style-type: none"> • упрощенная модель "реальных" полетов • обеспечивается получение только статистических данных • невозможность воспроизводить вмешательство диспетчера для обеспечения тактического управления • качество результатов во многом зависит от точности модели • ограниченный диапазон характеристик воздушных судов и упрощенное поведение воздушных судов • плохое представление метеорологических условий • трудности с привлечением пользователей

2.4.2.11 RTS

2.4.2.11.1 RTS используется на более поздних стадиях апробации предлагаемой структуры воздушного пространства и может также применяться для демонстрации реализации целей в области обеспечения безопасности полетов и эксплуатационных целей. RTS часто выступает в качестве окончательной проверки и подготовки к внедрению. Это обусловлено главным образом тем, что данный метод обеспечивает реальную обратную связь с работающими диспетчерами воздушного движения и высокую степень реализма моделирования условий. RTS также позволяет диспетчерам воздушного движения ознакомиться с предлагаемыми изменениями.

2.4.2.11.2 RTS предусматривает воспроизведение, насколько это практически возможно, реальной рабочей обстановки диспетчеров воздушного движения. Моделирующий стенд RTS включает следующие основные элементы:

- a) устройство моделирования;
- b) действующие рабочие места диспетчеров;
- c) псевдопилотов и загрузочные механизмы;
- d) систему регистрации данных.

2.4.2.11.3 Устройство моделирования обрабатывает планы полетов, действия псевдопилотов и диспетчеров и выдает соответствующие данные на все действующие рабочие места диспетчеров по аналогии с тем, как это осуществляется эксплуатационными системами, использующими процессоры радиолокационных данных (RDP) и процессоры полетных данных (FDP). Преимущества и недостатки RTS приведены в таблице 2-6 .

Таблица 2-6. Преимущества и недостатки RTS

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<ul style="list-style-type: none"> • метод моделирования, наиболее близкий к реальным испытаниям УВД, которые могут использоваться для оценки и подтверждения целей моделирования • позволяет получать надежные количественные и качественные данные • обеспечивается обратная информация от диспетчеров, основанная на опыте эксплуатации (дополнительная качественная оценка) • обеспечивается обратная информация от псевдопилотов (зависящая от их квалификации и условий моделирования) • возможность определения и оценки аспектов человеческого фактора (дополнительная качественная и количественная оценка) • автоматический сбор данных (для целей количественной оценки) • неограниченная и более высокая гибкость применения в сравнении с реальными испытаниями (дополнительная качественная оценка) • исключается риск для реальных полетов 	<ul style="list-style-type: none"> • стерильные условия: ограниченные возможности интерфейса “человек – машина” (HMI), искусственные радиопередачи, ограниченные радиолокационные характеристики • ограниченный диапазон характеристик воздушных судов и упрощенное поведение воздушных судов • нереальное поведение воздушных судов, обусловленное привлечением псевдопилотов, не имеющих опыта пилотирования или обладающих ограниченным опытом пилотирования • псевдопилоты не могут воспроизводить реальную работу экипажей • плохое представление метеорологических условий • аспекты, связанные с человеческим фактором: <ul style="list-style-type: none"> – менталитет/ психологические установки диспетчера – квалификация диспетчера – влияние обучаемости/усвоения сценариев

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<ul style="list-style-type: none"> • возможность оценки нештатных процедур и анализа опасных ситуаций (качественная и количественная оценка) • простая оценка различных вариантов • оперативная обратная связь и корректировка сценариев (качественная оценка) • возможность использования реальных параметров воздушного движения и внешних условий (ввод количественных данных) • хорошее признание результатов диспетчерами (широкий диапазон качественной оценки) • позволяет диспетчерам ознакомиться с предлагаемыми изменениями • может использоваться для анализа безопасности полетов 	<ul style="list-style-type: none"> – субъективность оценки (особенно в отношении рабочей нагрузки) – лидерские качества – обратная информация от диспетчера зависит от опыта работы • стоимость и требуемое время • потенциально повышенные требуемые ресурсы • трудности планирования, связанные с выделением работающих диспетчеров для моделирования • трудности с непосредственным привлечением пользователей

2.4.2.12 *Реальные испытания УВД*

2.4.2.12.1 Реальные испытания УВД, вероятно, являются наименее используемым методом апробации. В целом это связано с тем, что они воспринимаются как опасные, хотя повидимому обеспечивают самую высокую степень реализма. В случае их использования, реальные испытания нацелены на оценку конкретного элемента изменения воздушного пространства, например, использование новой SID или STAR, новой структуры секторов в условиях примера очень ограниченного сценария воздушного движения. Преимущества и недостатки реальных испытаний УВД приведены в таблице 2-7.

Таблица 2-7. Преимущества и недостатки реальных испытаний УВД

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<ul style="list-style-type: none"> • наиболее точный метод апробации • обеспечивается получение реальных данных • получается ответная информация от всех пользователей • хорошее признание результатов пользователями 	<ul style="list-style-type: none"> • аспекты безопасности полетов/риск • необходимость очень детального анализа после испытаний • ограниченная сфера применения • ограниченная гибкость

2.4.2.13 *Моделирование полетов*

2.4.2.13.1 Комплексные пилотажные тренажеры известны своей чрезвычайно высокой степенью реализма и точности воспроизведения всех эксплуатационных характеристик конкретного типа воздушного судна. Они позволяют точно моделировать нормальные и нештатные ситуации, включая все внешние условия, характерные для фактического полета. Использование таких тренажеров получило распространение вследствие прогресса в развитии технологии и значительной экономии расходов при проведении подготовки на пилотажных тренажерах в сравнении с реальными полетами. Современные коммерческие пилотажные тренажеры являются настолько совершенными, что пилоты, овладевшие пилотированием одного типа воздушного судна, могут быть полностью обучены на тренажере пилотированию нового типа воздушного судна, даже не выполняя полеты на этом воздушном судне.

2.4.2.13.2 Помимо подготовки пилотов, моделирование полетов играет неоценимую роль в других авиационных областях, таких как научные исследования, расследование авиационных происшествий, проектирование и разработка воздушных судов, анализ практики эксплуатации и прочие виды деятельности, в том числе космические полеты. Научные исследования включают изучение новых концепций, новых систем, летных качеств и аспектов человеческого фактора. Большинство изготовителей воздушных судов используют исследования на тренажерах в качестве неотъемлемого компонента проектирования, разработки и допуска к эксплуатации воздушных судов. Крупные авиационные проекты были бы в настоящее время невозможны без моделирования полетов как по соображениям стоимости, так и обеспечения безопасности полетов.

2.4.2.13.3 Имеется несколько областей, где пилотажный тренажер может содействовать успешному осуществлению проекта, касающегося воздушного пространства района аэродрома. Проблемы экологии и сильные лоббистские группы в настоящее время оказывают все большее влияние на прохождение маршрутов в районах аэродромов (и их соответствующие высоты). Может оказаться чрезвычайно трудным, используя только математические модели и/или FTS, убедить эти группы в полном учете беспокоящих их экологических вопросов, в то время как реализм пилотажного тренажера может значительно помочь в обосновании аргументации.

2.4.2.13.4 Используя тренажеры типичных воздушных судов, можно облетать различные варианты воздушного пространства и зарегистрировать данные о конфигурации воздушного судна (которая влияет на шум), израсходованном топливе, пролетаемых расстояниях и используемых высотах. В зависимости от потребностей проекта и с учетом качества собранных данных, полученные результаты могут использоваться программными средствами анализа авиационного шума и эмиссии.

2.4.2.13.5 Пилотажный тренажер обеспечивает наиболее реальную оценку, не считая фактические летные испытания, которые трудно совместить с текущими полетами. Степень достоверности дополнительно повышается, если для полетов на пилотажном тренажере привлекаются линейные пилоты. Авиакомпании будут заинтересованы участвовать в оценке новых процедур на тренажерах и подтверждении преимуществ, связанных с уменьшением полетного времени и расхода топлива.

2.4.2.14 *Моделирование шума*

2.4.2.14.1 Воздействие воздушного транспорта на окружающую среду становится все более чувствительной проблемой. Изменение прохождения любого маршрута или введение любой новой схемы в районе аэродрома требует во многих странах проведения оценки влияния таких нововведений на окружающую среду и авиационный шум и зачастую является наибольшей политической проблемой для местных органов.

2.4.2.14.2 Модели шума реализуются на новейших устройствах моделирования в ускоренном масштабе времени, которые способны рассчитывать контуры шума над заданным районом. Эти функциональные возможности "моделирования шума" добавляются к типичным возможностям (таким как расчет траекторий полетов) "стандартных" устройств моделирования в ускоренном масштабе времени.

2.4.2.14.3 С тем чтобы для каждого моделируемого воздушного судна сформировать контуры шума в дополнение к траекториям полета, устройство моделирования шума определяет (в соответствии с моделью воздушного судна) расчетные значения скоростей и мощности/тяги двигателей. Основываясь на этих данных и учитывая рельеф местности и другие внешние условия (время суток, метеорологические условия и пр.), устройство моделирования рассчитывает распределение и уровни шума над заданными контрольными точками.

2.4.2.14.4 Точность получаемых результатов во многом зависит от совершенства моделей воздушных судов, используемых в тренажерах, и моделей, используемых для расчета распределения шума. Траектории воздушных судов можно непосредственно получить по записанным радиолокационным данным в реальных полетах, однако задаваемые уровни тяги и конфигурации воздушного судна необходимо моделировать. Моделирование индивидуального воздушного судна является трудной задачей даже при использовании новейших вычислительных средств. В этой связи параметры движения относят к "типам" воздушных судов, и воздушные суда, которые являются "значимыми" с точки зрения шума (вследствие их количества или уровней шума) индивидуально представляются типами воздушных судов, например B747-400. Некоторые типы объединяются в группы с другими типами воздушных судов, имеющих аналогичные характеристики шума. Для каждого типа по результатам анализа радиолокационных данных рассчитываются средние профили относительной высоты и значения скорости в зависимости от проходимого пути, которые разбиваются на соответствующие линейные участки.

2.4.2.14.5 На основе радиолокационных данных или номинальных линий пути рассчитываются средние наземные линии пути для каждого маршрута. Точная оценка воздействия шума требует учета при моделировании реального бокового разброса траекторий полета, который имеет место на практике. Это осуществляется путем формирования дополнительных линий пути, которые соответствуют ряду стандартных отклонений в любую сторону от номинальной линии пути. Эти стандартные отклонения и соответствующее распределение воздушного движения по каждому маршруту определяются по результатам анализа радиолокационных данных.

2.4.2.14.6 Результаты моделирования шума могут использоваться для построения схем полетов, которые обеспечивают минимальное воздействие шума. Например, для снижения или распределения шума может быть разработано несколько схем, каждая из которых учитывает характеристики конкретных воздушных судов (см. рис. 2-18).

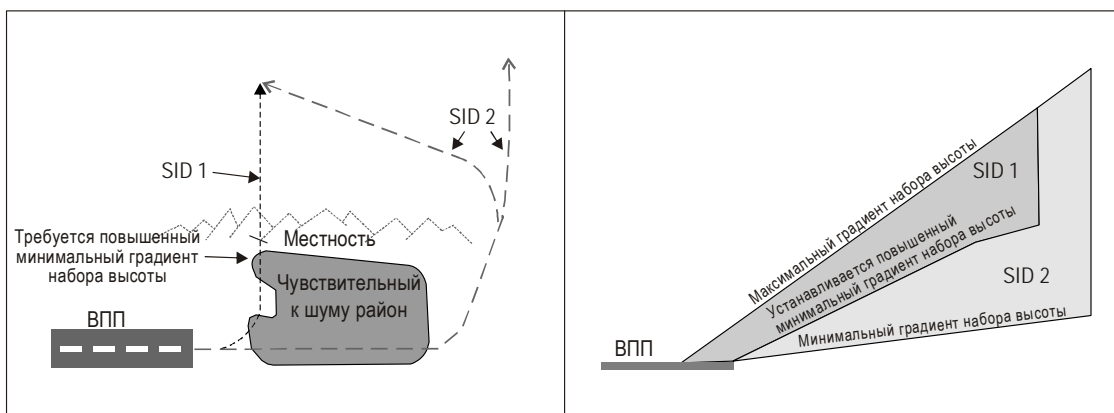


Рис. 2-18. Пример вариантов шума и характеристик

2.4.3 Задача 12. Завершение разработки схем

Процесс разработки схем завершается только после апробации концепции воздушного пространства. Это связано с тем, что начинать данный процесс, не имея представления о жизнеспособности предлагаемой концепции, было бы слишком рискованным мероприятием. Процесс разработки завершается тогда, когда полностью подготовлена проектная документация, составлены описания и проекты схем и независимо проверена каждая схема с целью подтверждения соблюдения всех расчетных критериев.

2.4.4 Задача 13. Апробация проекта схем

2.4.4.1 Разработка схемы полетов по приборам или маршрута ОВД на основе использования RNAV или RNP включает ряд последовательных этапов от получения исходных аэронавигационных данных и данных о препятствиях путем проведения соответствующей съемки до окончательного опубликования схем и их последующего кодирования для использования в бортовой базе навигационных данных. На каждом этапе этого процесса должен обеспечиваться контроль качества разработки схем с целью подтверждения и поддержания необходимых уровней точности и целостности. Процедуры контроля качества при разработке схем полетов по приборам подробно рассматриваются в документе Doc 8168 и томе I *"Система обеспечения качества при разработке схем полетов"* документа Doc 9906. Эти документы содержат описание принципов построения схем, применения настольных программных средств для проверки кодирования схем, использования пилотажных тренажеров и летных испытаний для проверки пригодности схем для выполнения полетов, а также методик сравнения данных для подтверждения правильности кодирования поставщиками навигационных данных.

2.4.4.2 Первоначальные проверки пригодности к полетам должны предусматривать использование схемы рядом типов воздушных судов в различных метеорологических условиях (ветер/температура и пр.). В некоторых случаях могут потребоваться более специализированные программные средства или пилотажные тренажеры. Могут предусматриваться проверки пригодности к полетам, используя конкретное воздушное судно, однако такие проверки могут показать только то, что данное воздушное судно может правильно выполнять полет по схеме в конкретных метеорологических условиях. Размеры и скорости воздушных судов, которые используются для таких полетов, редко являются репрезентативными с точки зрения характеристик воздушных судов кат. D с полной нагрузкой.

2.4.4.3 Имеющиеся программные средства, в которых используются цифровые данные о местности, позволяют подтвердить теоретическую зону действия навигационных средств. Летная инспекция зоны действия навигационных средств применяется только для оценки определения местоположения по DME/DME. Для проведения летной инспекции требуется специально оборудованное воздушное судно и она занимает чрезвычайно много времени. Во многих случаях можно убедиться в адекватности зоны действия, используя программные аналитические средства и имеющиеся отчеты о результатах летной инспекции отдельных навигационных средств.

2.5 ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ

2.5.1 Решение "внедрять/не внедрять"

2.5.1.1 Обычно по результатам различных процессов апробации, описанных ранее в разделе 2.4.2, становится очевидным, является ли предлагаемая концепция воздушного пространства практически целесообразной и приемлемой для внедрения. Однако окончательное решение о целесообразности внедрения должно приниматься в определенный момент цикла осуществления проекта.

2.5.1.2 Решение о переходе к внедрению будет основываться на определенных факторах, к которым относятся следующие:

- a) проект маршрутов ОВД/схем полетов отвечает потребностям воздушного движения и производства полетов;
- b) выполнены требования к обеспечению безопасности полетов и навигационных характеристик;
- c) завершены изменения процессов обработки планов полетов, автоматизации, публикации AIP, необходимые для обеспечения внедрения;
- d) выполнены требования, касающиеся подготовки пилотов и диспетчеров.

2.5.2 Задача 14. Интеграция системы УВД

2.5.2.1 Новая концепция воздушного пространства может потребовать изменения интерфейсов и дисплеев системы УВД, с тем чтобы предоставить диспетчерам необходимую информацию о возможностях воздушных судов и обеспечить ее надлежащее отображение при использовании новых маршрутов. Необходимость таких изменений будет определяться группой по разработке структуры воздушного пространства. Эти изменения системы могут включать модификацию:

- a) процессора полетных данных о движении воздушных судов;
- b) процессора радиолокационных данных о движении воздушных судов;
- c) дисплея воздушной обстановки диспетчера УВД;
- d) вспомогательных средств УВД.

2.5.2.2 Может потребоваться изменить методы использования NOTAM поставщиком аэронавигационного обслуживания (ANSP), например, для обеспечения прогнозов RAIM или уведомления о невозможности использования конкретных схем в случае выхода из строя некоторого наземного средства.

2.5.2.3 Потребуется также пересмотреть процедуры УВД. Методы управления воздушным движением с использованием PBN могут значительно отличаться от существующих методов, и это означает, что потребуется разработать новые процедуры, апробировать их и документально оформить. Если внедрение PBN предусматривает обеспечение УВД в смешанных условиях воздушного движения (с использованием и без использования PBN), это может оказать значительное влияние на рабочую нагрузку диспетчеров УВД и потребовать серьезного изменения существующей системы и процедур УВД. В частности, система УВД должна распознавать использующие и не использующие PBN воздушные суда, с тем чтобы предоставлять каждому воздушному судну надлежащее обслуживание и эшелонирование.

2.5.2.4 Группа по осуществлению проекта должна планировать процесс внедрения не только в части, касающейся местного воздушного пространства и ANSP, но также в сотрудничестве с любыми заинтересованными сторонами, к которым могут относиться ANSP в соседнем государстве.

2.5.3 Задача 15. Информационный и учебный материал

Внедрение PBN может предусматривать разработку значительного объема учебного и информационного материала для использования летными экипажами и диспетчерами. Во многих государствах

для целей обучения персонала эффективно используются комплекты учебной документации и подготовка на основе применения компьютеров. В руководстве по PBN (Doc 9613), том II, части В и С, применительно к каждой навигационной спецификации рассматривается организация надлежащего обучения и подготовки летных экипажей и диспетчеров.

2.5.4 Задача 16. Внедрение

2.5.4.1 Успешное внедрение может быть результатом только комплексного планирования внедрения в рамках общего планирования осуществления проекта, а также тщательного анализа всех критических факторов на этапе планирования. Кроме того, для успешного внедрения необходимы всестороннее обоснование и тщательный учет любых допущений. Это относится ко всем этапам процессов разработки, апробации и внедрения концепции воздушного пространства.

2.5.4.2 Каждый ANSP должен следовать некоторому стандартному процессу планирования внедрения. На рис. 2-19 показан пример процесса планирования внедрения.

2.5.4.3 Решение о начале внедрения должно приниматься в определенный момент цикла осуществления проекта и должно основываться на факторах (известных как критерии внедрения), которые могут предусматривать ответы на следующие вопросы:

- Выполнены ли критерии обеспечения безопасности полетов и характеристик?
- Осуществлены ли необходимые изменения системы ОрВД?
- Осуществлены ли необходимые изменения наземных навигационных систем?

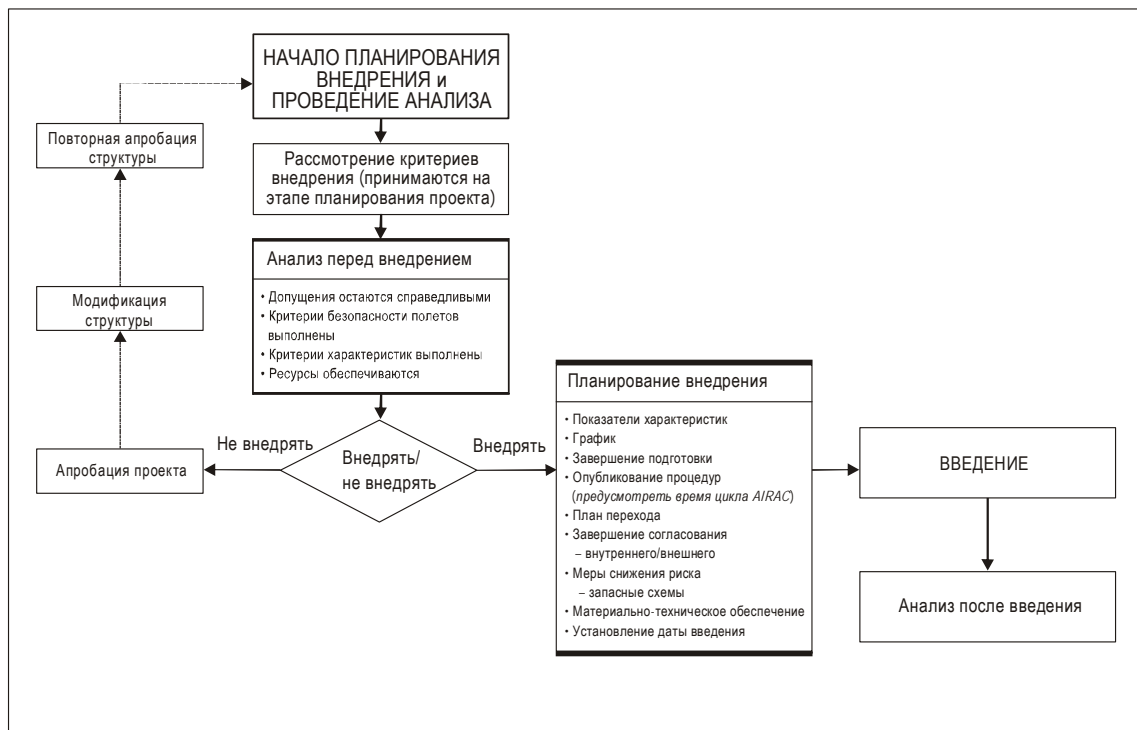


Рис. 2-19. Пример процесса планирования внедрения

- d) Остаются ли по-прежнему в силе допущения и условия, на основе которых разработана концепция воздушного пространства? (Соответствуют ли потоки воздушного движения прогнозам? Оснащены ли воздушные суда надлежащим оборудованием и утверждены ли они для производства полетов?)
- e) Имеются ли в наличии критически важные инструменты реализации?
- f) Прошли ли пилоты и диспетчеры надлежащую подготовку?
- g) Имеет ли данный бизнес-проект положительный эффект?

2.5.4.4 Следует отметить, что на дату принятия решения "внедрять/не внедрять" могут повлиять неожиданные события, которые непосредственно не связаны с концепцией воздушного пространства.

2.5.4.5 Принятое решение "не внедрять" должно соблюдаться. Это может вызвать большое разочарование, однако важно не пытаться искать "обходные пути" или "скороспелые решения". Следует решительно противостоять предложениям осуществлять внедрение любой ценой.

2.5.4.6 Последующие шаги после принятия решения "не внедрять" зависят от причины такого решения. В экстремальных случаях может потребоваться аннулировать проект и вернуться на начальный этап планирования. В других случаях может оказаться целесообразным пересмотреть допущения, ограничения и инструменты реализации, разработать новую программу апробации или провести новую оценку безопасности полетов.

2.5.4.7 В случае принятия решения "внедрять", государство должно установить конкретную дату введения, учитывая при этом процессы подготовки данных и цикл AIRAC. Для обеспечения бесперебойного внедрения группа по разработке структуры воздушного пространства должна поддерживать тесное взаимодействие с эксплуатационным персоналом. Если позволяют ресурсы, члены группы должны работать вместе с соответствующими операторами полный рабочий день в течение по крайней мере двух дней до и одной недели после даты введения. Это позволяет группе по разработке структуры воздушного пространства:

- a) контролировать процесс внедрения;
- b) оказывать поддержку начальнику центра управления/руководителю полетами, если возникнет необходимость использовать резервные или нештатные процедуры;
- c) оказывать поддержку и предоставлять консультации диспетчерам и пилотам;
- d) фиксировать проблемы, возникшие при внедрении, для их учета при планировании будущих проектов.

2.5.5 Задача 17. Проведение анализа после внедрения

2.5.5.1 После внедрения изменений воздушного пространства необходимо осуществлять контроль за работой системы и обеспечить сбор эксплуатационных данных с целью подтверждения поддержания уровня безопасности полетов и реализации стратегических целей. Если после внедрения возникают непредвиденные события, группа по осуществлению проекта должна как можно скорее внедрить соответствующие профилактические меры. В исключительных обстоятельствах это может потребовать прекращения полетов с использованием RNAV или RNP на период решения конкретных проблем.

2.5.5.2 После внедрения необходимо провести оценку безопасности полетов и получить доказательства безопасного использования системы воздушного пространства.

— КОНЕЦ —

