

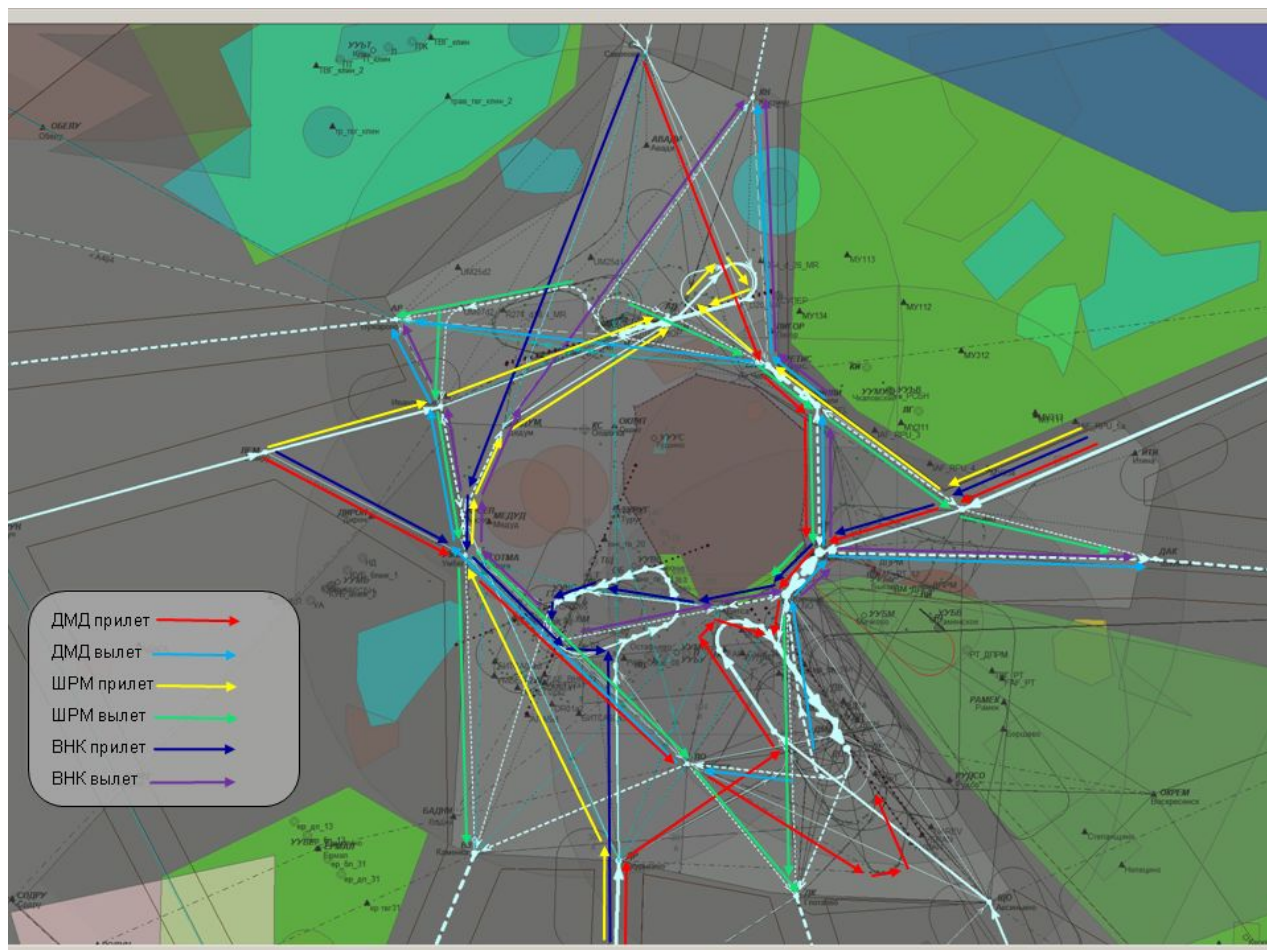
## **ВВЕДЕНИЕ**

Пропускная способность Московского аэроузла определяется двумя основными факторами: пропускной способностью воздушного пространства Московской воздушной зоны и пропускной способностью основных аэропортов. Очевидно, что пропускная способность воздушного пространства должна превышать пропускную способность аэропортов для того, чтобы не быть сдерживающим фактором для повышения интенсивности полетов и развития аэропортов региона. Ниже приводится краткая оценка состояния дел и основные результаты работ, выполненных сотрудниками ГосНИИ «Аэронавигация» с участием опытных специалистов МЦ АУВД, аэропортов и авиакомпаний.

## **ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА МОСКОВСКОЙ ВОЗДУШНОЙ ЗОНЫ**

Существующая организация схем и маршрутов движения прилетающих и вылетающих воздушных судов Московского аэроузла не отвечает современным потребностям в использовании воздушного пространства и не позволяет повысить пропускную способность системы управления воздушным движением. Диспетчеры Московского Центра АУВД перегружены большим количеством технологических операций и обеспечивают безопасность полётов при рабочей загрузке, близкой к предельной. Задержки прилетающих воздушных судов при маневрировании перед заходом на посадку достигают беспрецедентных значений, а количество вылетающих воздушных судов в часы «пик» резко ограничивается.

**Большое количество пересекающихся потоков прилетающих и вылетающих воздушных судов близко расположенных аэродромов Московской воздушной зоны при беспрецедентном количестве ведомственных ограничений приводят к большому количеству конфликтов на встречных и пересекающихся курсах с переменным профилем полета.\***



Неработоспособность зон ожидания вынуждает диспетчеров УВД направлять воздушные суда по неустановленным схемам, используя векторение для формирования необходимых интервалов движения воздушных судов перед заходом на посадку. Это приводит к непредсказуемости воздушной обстановки и к резкому увеличению загруженности диспетчера. **Применение современных интеллектуальных технологий управления потоками прилетающих и вылетающих воздушных судов в этих условиях становится малоэффективным, а иногда и невозможным.**

Все резервы «эволюционного» развития организации воздушного пространства Московской зоны УВД исчерпаны. Сегодня невозможно достичь необходимого качества отдельными поправками при совершенствовании структуры воздушного пространства. Необходимы принципиальные изменения, позволяющие применять новые информационные технологии при управлении потоками прилетающих и вылетающих воздушных судов.

Предлагаемая структура воздушного пространства разработана с применением наиболее передовых инновационных технологий проектирования «с чистого листа» с учетом рекомендаций ИКАО и Евроконтроля, а также с учётом отечественного и международного опыта.

**Основные преимущества предлагаемой структуры воздушного пространства можно рассмотреть в виде перечня её отличительных характеристик по сравнению с существующей.**

**Отличие №1. Полная бесконфликтность схем прилета и вылета.**

Предлагаемые схемы движения прилетающих и вылетающих и вылетающих воздушных судов для трёх основных аэродромов (Шереметьево, Внуково и Домодедово) при всех сочетаниях взлётно-посадочных курсов (используемых ВПП) с учётом допустимых градиентов снижения и набора высоты обеспечивают полную бесконфликтность в точках пересечения с вертикальным интервалом не менее 600 метров. Горизонтальные расстояния между участками траекторий полёта, а также расстояния схем от других объектов структуры воздушного пространства обеспечены с соблюдением стандартов, предусмотренных спецификацией навигационной точности RNAV1 в Московской воздушной зоне.



**Отличие №2. Специализация диспетчерских пунктов.**

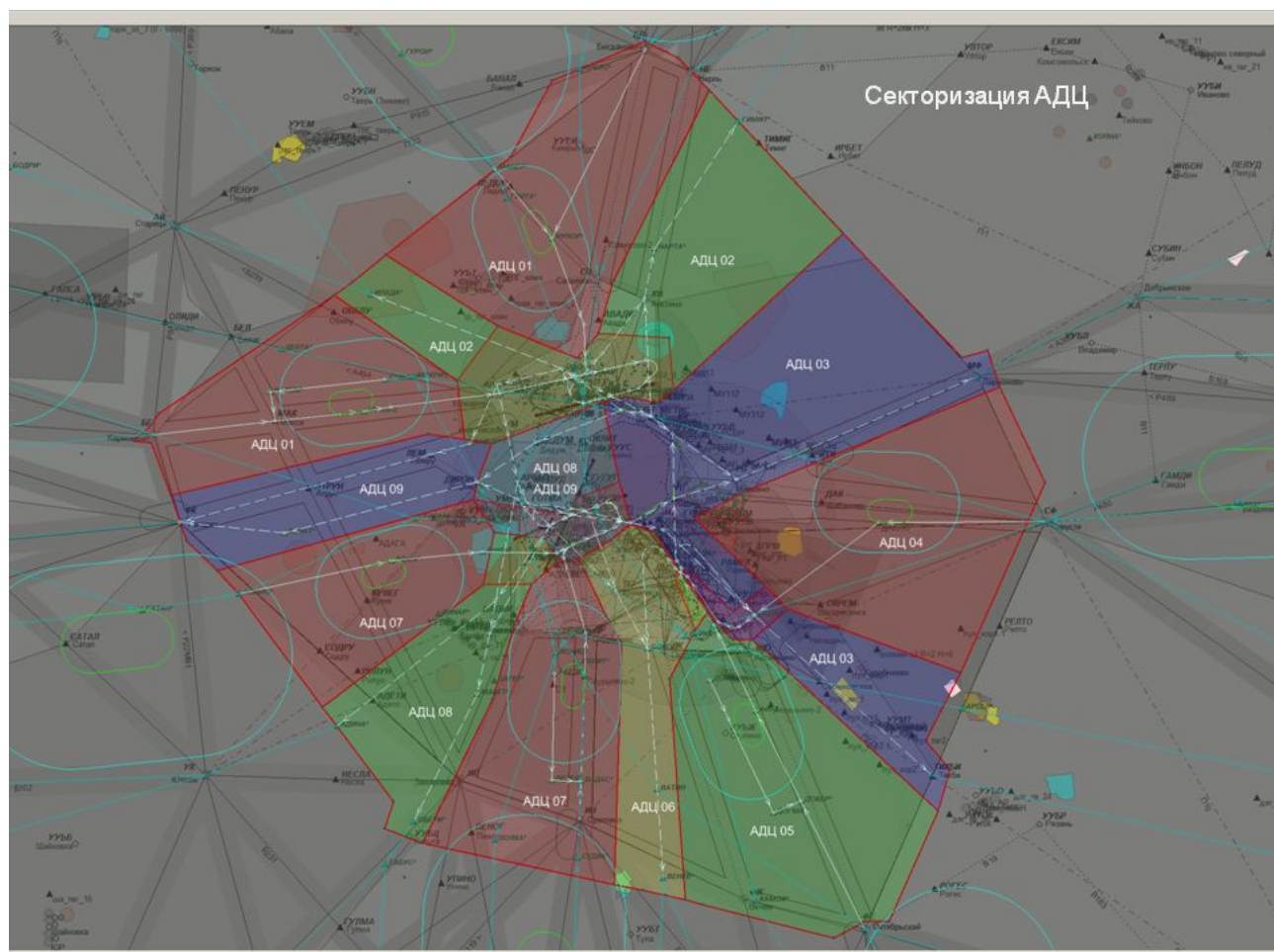
В зоне ответственности Аэродромного Диспетчерского Центра предлагается организовать 9 специализированных по прилёту и вылету

секторов УВД, четыре из которых (секторы прилёта) могут содержать по два диспетчерских пункта - диспетчерский пункт прилёта (ДПП) и диспетчерский пункт финального регулирования (ДПФР).

СЕКТОРЫ УВД В АДЦ	
АДЦ 01	Прилет Шереметьево
АДЦ 02	Вылет Север
АДЦ 03	Вылет Восток
АДЦ 04	Прилет Домодедово Восток
АДЦ 05	Прилет Домодедово Юг
АДЦ 06	Вылет Юг
АДЦ 07	Прилет Внуково
АДЦ 08	Вылет Юго-запад
АДЦ 09	Вылет Запад

Диспетчер прилёта управляет всеми воздушными судами, поступающими в одну или две зоны ожидания конкретного аэродрома, и назначает каждому из них время выхода из зоны ожидания при определении очередности и интервалов захода на посадку. Диспетчер финального регулирования принимает воздушные суда на управление после выхода из зоны ожидания для контроля и, при необходимости дополнительного регулирования, сформированных интервалов захода на посадку.

Диспетчеры АДЦ полностью освобождены от управления транзитными потоками воздушных судов.

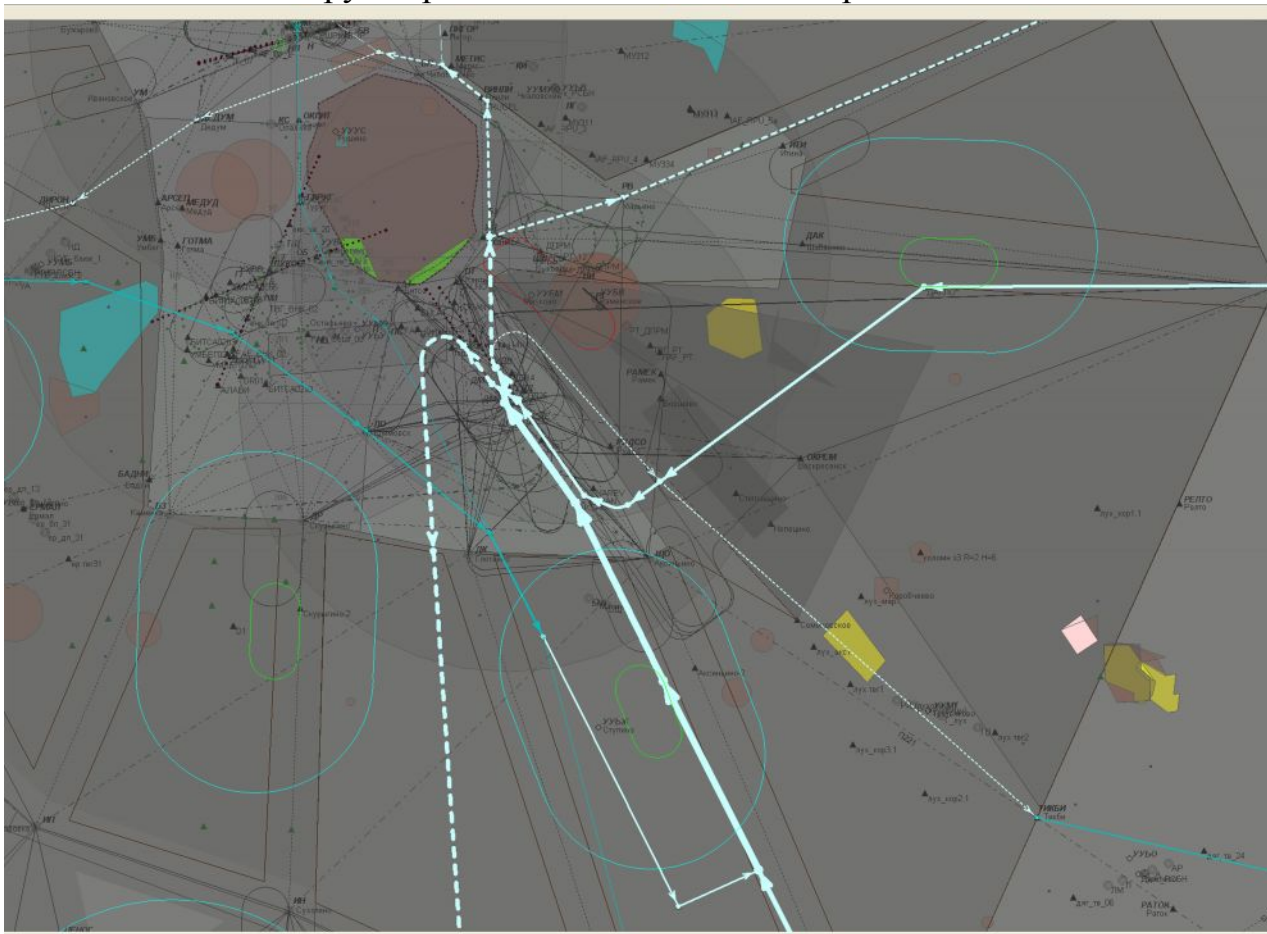


### **Отличие №3. Разделение потоков воздушных судов для одновременного использования нескольких ВПП на аэродромах МВЗ.**

Предлагаемая структура воздушного пространства максимально учитывает потенциальные возможности работы нескольких ВПП основных аэродромов МВЗ. В частности:

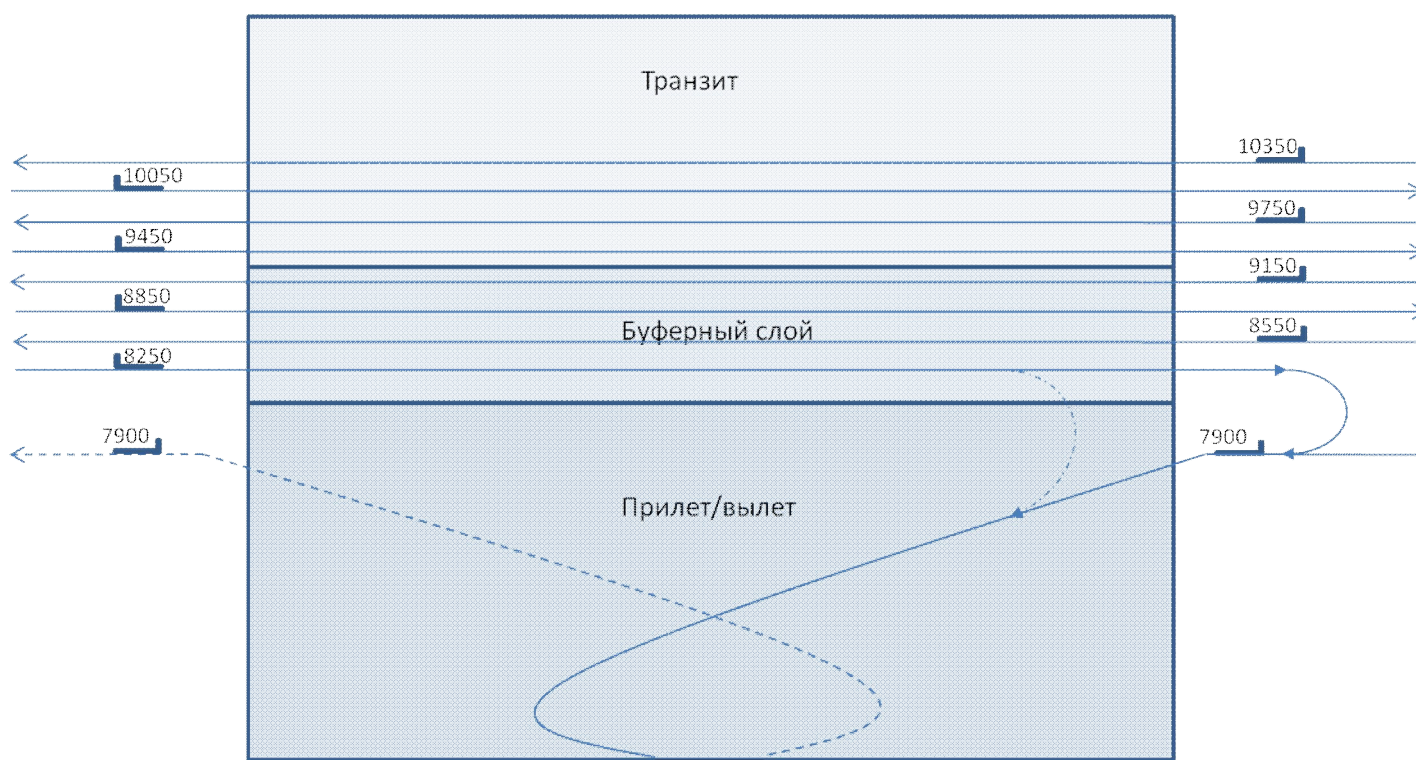
1. Для аэродрома Домодедово предусмотрено разделение потоков воздушных судов для одновременного независимого использования двух параллельных ВПП при выполнении прилетов и вылетов;
2. Для аэродрома Шереметьево предусмотрена возможность осуществления раздельных операций на параллельных ВПП;
3. Для аэродрома Внуково предусмотрена возможность осуществления раздельных операций на пересекающихся ВПП.

Потоки прилетающих и вылетающих воздушных судов на две параллельные ВПП аэродрома Домодедово разделены в зависимости от направления прилета и вылета. При этом остается возможность перехода при необходимости на другие режимы использования параллельных ВПП.



### **Отличие №4. Вертикальное разделение воздушного пространства**

*над территорией МВЗ.*



В предлагаемой структуре осуществлено вертикальное разделение воздушного пространства над территорией МВЗ на три слоя:

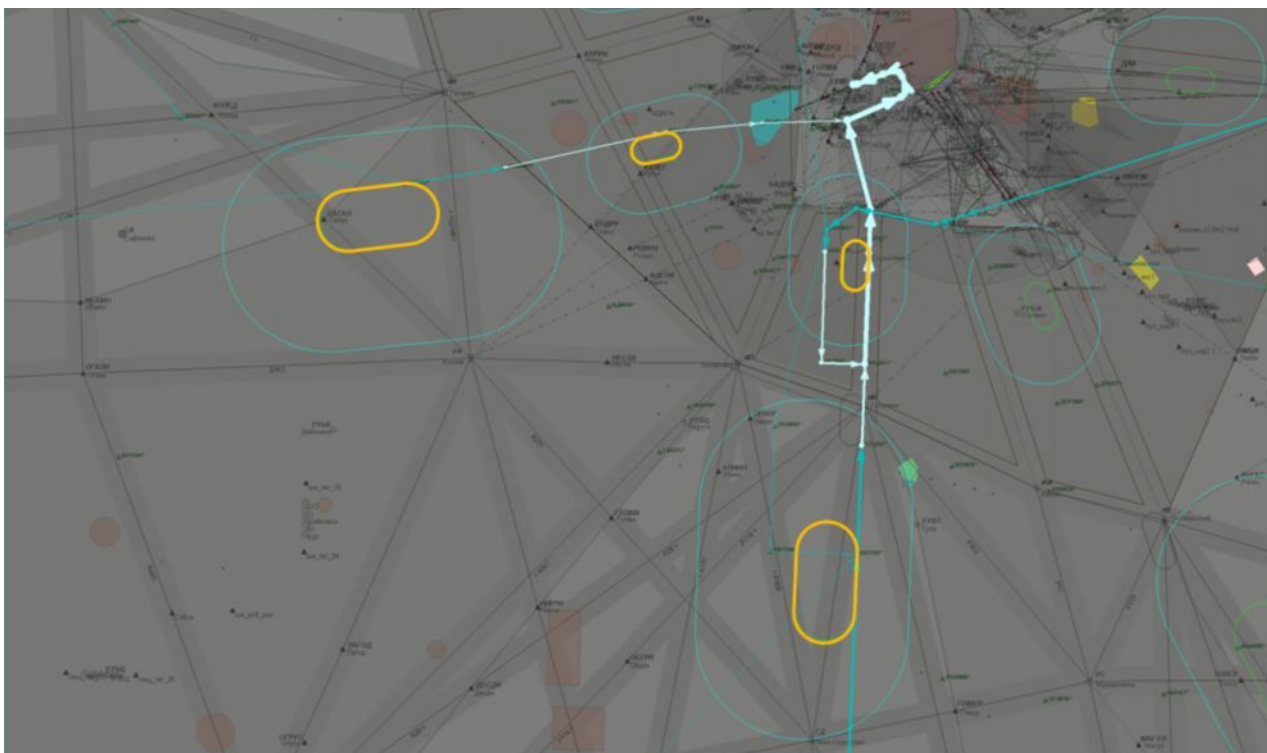
1. **Транзит**, в котором осуществляются полеты транзитных ВС над МВЗ на крейсерских эшелонах (9450 и выше);
2. **Буферный слой**, в котором осуществляется снижение «негеографических» прилетающих ВС с последующим выходом к диспетчерам прилета аэродромов МВЗ (8250 – 9150);
3. **Прилет-вылет**, в котором осуществляется снижение для захода на посадку прилетающих ВС, а также набор высоты вылетающих воздушных судов для основных аэродромов МВЗ (не выше 7900).

Таким образом, в самом верхнем слое, транзитном, осуществляют горизонтальные полеты на крейсерских эшелонах воздушные суда, выполняющие полеты транзитом (без посадки на аэродромах МВЗ) и воздушные суда, прибывающие на аэродромы МВЗ с негеографических направлений. В Буферном слое, начиная со строго определенных точек, маршруты для негеографических прилетов отделяются от маршрутов для транзитных ВС и осуществляют снижение до высот, необходимых для перехода к диспетчеру прилета.

Маршруты для негеографических прилетов основных аэродромов МВЗ в

буферном слое, а также точки начала снижения от транзитного слоя, расположены таким образом, что они не пересекаются друг с другом и, как следствие, конфликты на пересекающихся и встречных курсах в данном слое воздушного пространства, исключены. Слой высот для прилета и вылета содержит схемы и маршруты движения прилетающих и вылетающих воздушных судов.

### **Отличие №5. Двухкаскадное размещение зон ожидания.**



Для каждого из основных аэродромов (Внуково, Домодедово и Шереметьево) предусмотрено по две пары последовательно размещенных зон ожидания:

- **Дальняя зона ожидания**, размещенная в нижнем воздушном пространстве на территории РДЦ (верхний эшелон зоны ожидания – 7900 метров). Дальняя зона ожидания предназначена для накопления воздушных судов в сбойных ситуациях. Над дальней зоной ожидания могут размещаться маршруты для транзитных потоков воздушных судов на эшелонах 9450 и выше, а также для негеографических прилетов на высотах 8250 – 9150.
- **Ближняя зона ожидания**, размещенная в нижнем воздушном пространстве в зоне ответственности АДЦ. Ближняя зона ожидания предназначена для регулирования очередности и интервалов захода на посадку при управлении

потоком прилетающих воздушных судов. Две ближние зоны ожидания для каждого аэродрома должны использоваться комплексно в рамках единой процедуры скоординированного управления временем прибытия прилетающих воздушных судов.

Для негеографических прилетов предусмотрен вариант снижения и входа сразу в ближнюю зону ожидания с применением схемы типа «чемодан» при координации интервалов с воздушными судами географических направлений прибытия. При чрезмерно высокой интенсивности полётов в сбойных ситуациях для негеографических прилётов возможен вариант полета в дальнюю зону ожидания на согласованном с диспетчером РЦ эшелоне.

### **Отличие №6. *Одностороннее движение на маршрутах ОВД.***

В зоне ответственности районного диспетчерского центра полностью исключены все 167 участков встречного движения общей протяжённостью более 10 тысяч километров.

### **Отличие №7. *Отсутствие точек пересечения повышенной сложности.***

В зоне ответственности районного диспетчерского центра полностью исключены все 15 точек схождения и пересечения маршрутов с повышенной сложностью управления воздушным движением, где в решении потенциальных конфликтных ситуаций принимают участие два или более секторов УВД.

## **СВОДНАЯ ТАБЛИЦА**

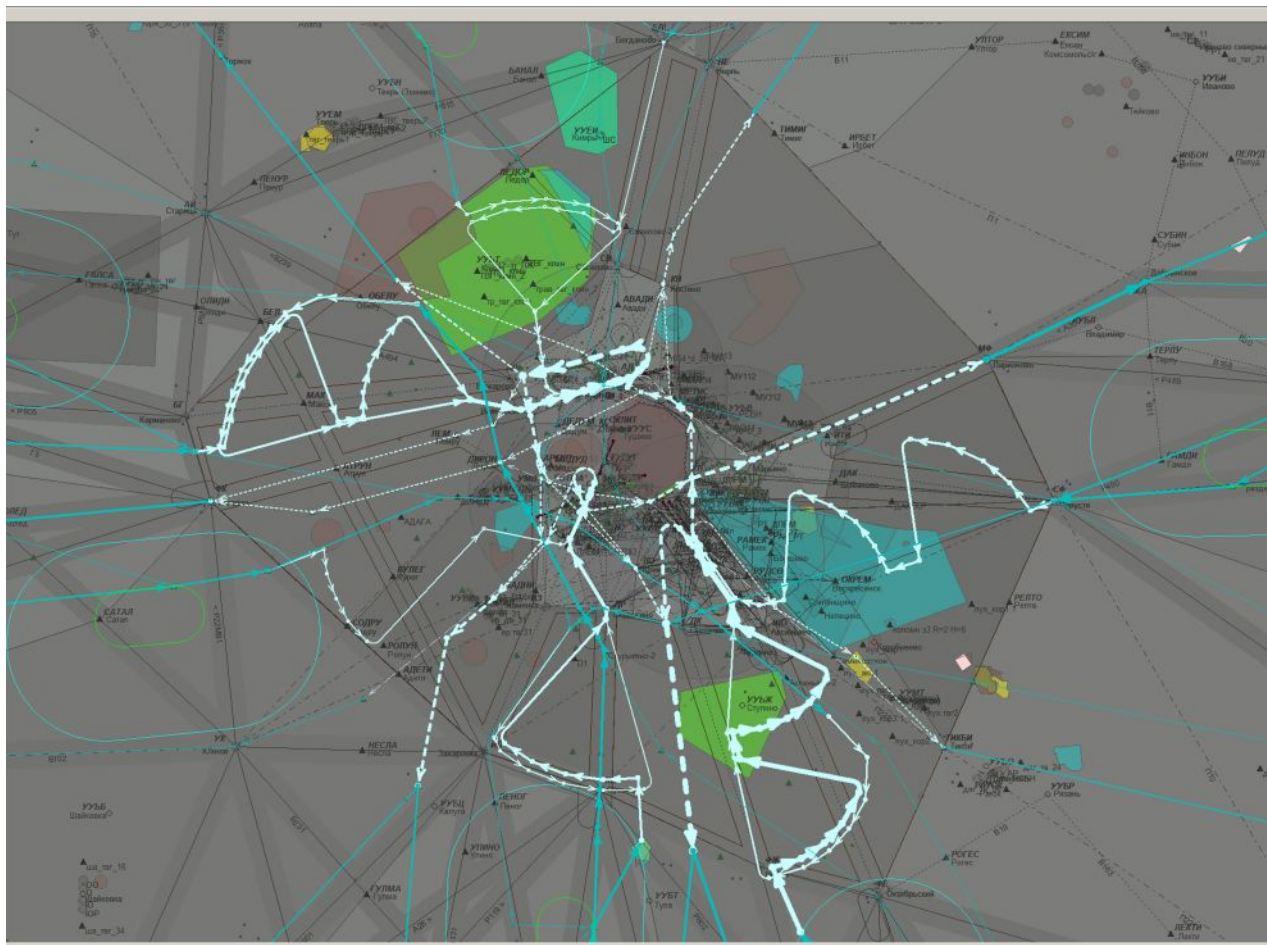
показателей сравнительной характеристики вариантов структуры воздушного пространства

Показатели	Существующая организация воздушного пространства	Предлагаемый вариант структуры воздушного пространства
Общее количество участков воздушных трасс,	347	279
в том числе участков встречного (двухстороннего) движения	167	0
Суммарная протяжённость сети воздушных трасс, км,	21098	22271
в том числе участков встречного движения, км	10085	0
Общее количество конфликтных точек схождения и пересечения маршрутов	49	29
Сумма ожидаемого количества ПКС в конфликтных точках схождения и пересечения маршрутов в часы пик (ПКС/час),	43	14
в том числе в АДЦ	18	0
Количество конфликтных точек, содержащих 3 или более одноимённых (восток или запад) сходящихся потоков ВС	19	5
Количество конфликтных точек, содержащих встречные занятые эшелоны на конфликтующих участках	34	0
Количество точек с повышенной сложностью УВД при решении ПКС (Наличие двух или более секторов УВД, требующих согласования при решении ПКС)	15	0

Благодаря перечисленным выше преимуществам, предлагаемая структура воздушного пространства создаёт условия для поэтапного внедрения новых способов и интеллектуальных технологий управления потоками прилетающих и вылетающих воздушных судов. В частности, в случае применения на аэродромах современных процедур сокращения интервалов выполнения взлётно-посадочных операций на ВПП, - уже сегодня возможна замена ближних зон ожидания на маршруты зональной навигации типа «веер» («Point Merge»), позволяющие диспетчеру прилёта более точно и надёжно формировать минимальные интервалы захода на посадку. В дальнейшем, по мере оснащения

самолётов современными бортовыми системами 4D-навигации на базе систем наблюдения

ADS-B, новая структура позволяет логически естественным образом переходить к наиболее эффективным комплексным технологиям ASAS (Airborne Separation Assistance System) формирования очередности и интервалов захода на посадку.



\* Условные обозначения на фотоснимках:

- *Линии белого цвета сплошные* – вылеты (схемы и маршруты для прилетающих воздушных судов в нижнем воздушном пространстве в границах АДЦ);
- *Линии белого цвета прерывистые* – прилёты (схемы и маршруты для вылетающих воздушных судов в нижнем воздушном пространстве в границах АДЦ);
- *Линии голубого цвета* – маршруты ОВД в верхнем воздушном пространстве;
- *Линии черного цвета* – «подложка» (элементы существующей структуры воздушного пространства).
- *Толщина линий* белого и голубого цвета на некоторых фотоснимках символизирует «мощность» потоков воздушных судов (ожидаемую интенсивность полётов в часы пик).

### ***Разработанная структура позволяет:***

1. Учесть интересы основных пользователей ВП, операторов аэропортов и провайдера ЕС ОрВД на условиях приемлемых компромиссов.
2. Упорядочить потоки воздушных судов, исключив конфликтные ситуации на встречных и пересекающихся курсах с переменным профилем полета в МВЗ.
3. Обеспечить возможность поэтапного перехода к передовым методам навигации и новым технологиям управления потоками прилетающих и вылетающих воздушных судов.
4. Сократить задержки воздушных судов при маневрировании перед заходом на посадку при внедрении процедур скоординированного управления очередностью и интервалами выполнения взлётно – посадочных операций.
5. Повысить пропускную способность воздушного пространства за счет специализации диспетчерских пунктов и существенного снижения загруженности диспетчеров УВД.

### ***Основной результат.***

Итоги имитационного моделирования с участием ведущих специалистов показывают, что переход на новую организацию воздушного пространства Московской зоны ОВД при внедрении современных технологий управления интервалами посадки и взлёта позволяет в полтора раза повысить пропускную способность системы ОВД, а также резко сократить задержки прилетающих и вылетающих воздушных судов.

Указанный результат позволяет реализовать потенциальные возможности аэропортов Московской воздушной зоны по интенсивности полетов и существенно повысить безопасность полетов.

Для внедрения разработанной структуры воздушного пространства необходимо выполнить значительное количество мероприятий. На рабочей группе принят план внедрения новой структуры, предусматривающий следующие основные этапы:

1. Согласовать изменения в запретных зонах и зонах ограничения полетов.
2. Провести работу по оценке и формированию навигационного поля.
3. Провести разработку технологии работы диспетчерского состава.
4. Провести полунатурное моделирование новой структуры с отработкой технологии работы и получением диспетчерских оценок.
5. Провести оценку схем прилета-вылета на КТС (ОАО «Аэрофлот»).
6. Провести корректировку элементов новой структуры по результатам согласования запретных зон и зон ограничения полетов, полунатурного моделирования, оценки на КТС.

7. Выполнить работу по корректировке структуры ВП смежных районов ОВД.
8. Ввести новую структуру в АС ОВД МЦ АУВД.
9. Провести обучение диспетчеров.
10. Подготовить материалы для опубликования в АИП.

## **ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ АЭРОПОРТОВ МОСКОВСКОЙ ВОЗДУШНОЙ ЗОНЫ**

Пропускная способность аэропортов Московской воздушной зоны в настоящее время существенно меньше, чем в ряде зарубежных аэропортов с аналогичным расположением ВПП. В настоящее время проводится работа по совершенствованию наземной инфраструктуры аэропортов (РД, магистральные РД, скоростные РД, перрон), совершенствованию нормативной базы (для уменьшения интервалов взлета-посадки), отработки технологических операций (для сокращения времени занятия ВПП). Анализ показывает, что реализация этих мероприятий позволит существенно повысить пропускную способность аэропортов.

<b>Аэропорты</b>	<b>Количество операций в час</b>		
	<b>Сейчас</b>	<b>Потенциально</b>	<b>Будет обеспечено</b>
<b>Домодедово</b>	<b>45</b>	<b>120</b>	<b>96</b>
<b>Шереметьево</b>	<b>35</b>	<b>60</b>	<b>58</b>
<b>Внуково</b>	<b>32</b>	<b>60</b>	<b>52</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>112</b>	<b>240</b>	<b>206</b>