

УДК 656.7.052

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА МВЗ¹

Н.И. ДИВАК, Е.Е. НЕЧАЕВ

Рассматриваются вопросы построения структуры воздушного пространства (ВП) Московской воздушной зоны, выявляются и анализируются главные «слабые места» структуры ВП, предлагаются альтернативные варианты построения.

Ключевые слова: структура ВП, «веер», увеличение пропускной способности, эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Наметившийся в последние годы рост перевозок на воздушном транспорте в очередной раз напомнил о том, что существующая структура воздушного пространства в Московском авиаузле давно не отвечает современным стандартам организации ВП и методам управления воздушным движением (УВД), применяемым в мировой практике. Технически и технологически мировая практика ОрВД ушла далеко вперед. Московским диспетчерам нужна новая структура ВП для дальнейшего безопасного и эффективного УВД.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОСЛОЖНЯЮЩИХ ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРЫ ВП

Главным осложняющим фактором при создании новой структуры воздушного пространства в Московском узловом диспетчерском районе (МУДР) является наличие трех крупных, близкорасположенных аэродромов, выполняющих ежегодно более миллиона операций взлет/посадка для воздушных судов (ВС), что создает огромное количество пересечений маршрутов и трасс вблизи аэродромов. Также свою негативную лепту в вопросе УВД вносит наличие запретных зон над г. Москва и близкорасположенными районами. Учитывая, что четко определённой технологии по разведению этих потоков нет, а маршруты в картах АИП и Jeppesen описаны без указания высот пролета точек [1], [2], весь процесс разведения ВС ложится исключительно на диспетчеров, при этом безопасность полётов зависит от профессионализма диспетчеров.

Во избежание пересечения между собой маршрутов прилетающих ВС, следующих на разные аэродромы, в разрабатываемой сейчас структуре ВП предлагается метод «псевдогеографического» разведения потоков ВС. Для этого предлагается создать в воздушном пространстве МУДР буферный слой. Он нужен для того, чтобы ВС следовали на определенных эшелонах до секторов подхода своего аэродрома. Далее в специально-организованных зонах ожидания ВС снижаются, выстраиваются в очередь на посадку с помощью схем типа «веер» и заходят на посадку [3]. Этот метод был встречен крайне скептически пользователями ВП, то есть авиаперевозчиками. Дело в том, что траектории предлагаемых маршрутов прибытия увеличиваются по длине более чем в 2 раза. Например, в настоящее время при прилете в Шереметьево с юга, после входа в зону Подхода ВС пролетает приблизительно 180 км. При «псевдогеографическом» методе ВС проходит путь почти вдвое больше, прежде чем приступить к снижению (снижение будет в зоне ожидания), а затем заход по STAR. Очевидно, что такое удлинение маршрута скажется на расходе топлива.

Вопрос: Так ли необходимо такое распределение потоков ВС?

МУДР имеет очень удобное расположение, для того чтобы стать большим транзитным узлом, связывающим Европу и Америку с Азией и Океанией. Чтобы быть в этом вопросе привлекательнее конкурентов, необходимо предоставлять услуги, соответствующие мировым

¹ Работа выполнена при материальной поддержке РФФИ (грант № 13-08-00182).

стандартам качества и безопасности, выигрывая при этом в финансовом плане. Поэтому крайне нежелательно создавать воздушное пространство, которое: во-первых, отличается от мировых стандартов УВД (никто не учитывает географию прилетов, за исключением выбора ВПП для посадки); во-вторых, требующее дополнительных затрат на полет. Оправданием для введения такой структуры ВП может стать высочайшая пропускная способность секторов и аэродромов либо значительное повышение безопасности полетов при одновременном снижении нагрузки на диспетчерский состав и экипажи ВС.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВАРИАНТ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРЫ ВП

Что экономически эффективнее: следовать на высоком эшелоне по более длинному маршруту или заранее снизиться и проследовать по кратчайшему расстоянию, но на низком, менее экономичном эшелоне? Практика показывает, что следование на невыгодном экономически эшелоне увеличивает расход топлива приблизительно на 25%.

В действующей структуре ВП вопрос экономичности (а точнее неэкономичности) не так очевиден. Из-за множественного пересечения маршрутов прибытия на разные аэродромы, а также пересечения прилетных и вылетных маршрутов, нередки случаи, когда диспетчер просто не имеет возможности развести ВС таким образом, чтобы они успели снизиться до необходимой высоты и выполнить заход по оптимальной схеме. Таким образом диспетчера вынуждены «векторить» ВС, чтобы дать им время для снижения. Соответственно из-за этого увеличивается траектория полета и расход топлива. Поэтому предполагается, что наиболее экономически эффективным будет вариант с маршрутами прилета близкими к кратчайшим, при этом независимыми между собой (маршруты прилета на разные аэродромы не совпадают друг с другом и имеют минимум пересечений). Единственным необходимым условием для захода на посадку без задержки будет заблаговременное снижение в секторах РЦ. При выстраивании очереди на посадку максимальное удлинение маршрута, которое может быть – это дуга веера длиной 30 км (рис. 1). Преимущество данного метода перед «векторением» уже доказано [4].

Экономические показатели эффективности можно рассчитать с помощью соотношений (1), имея для этого приблизительные значения расхода топлива для наиболее встречающихся в МУДР ВС (табл. 1), приняв среднюю скорость полета ВС в зоне Подхода равную 700 км/ч, что близко к истине для полета ВС на эшелоне FL280 при отсутствии сильных ветров:

$$m = \frac{Q * \Delta S}{V_{cp}}, \quad (1)$$

где

$$Q = \frac{m}{t},$$

$$\Delta S = V_{cp} * t,$$

Q – расход топлива;

ΔS - удлинение маршрута;

m – масса расходуемого топлива;

V_{cp} - средняя скорость полета в буферном слое;

t – время полета.



Рис. 1. Пример схемы «Веер» (расстояние между дугами 10 км)

На рис. 2 для сравнения представлены три траектории прилета ВС с юга в аэропорт Шереметьево.

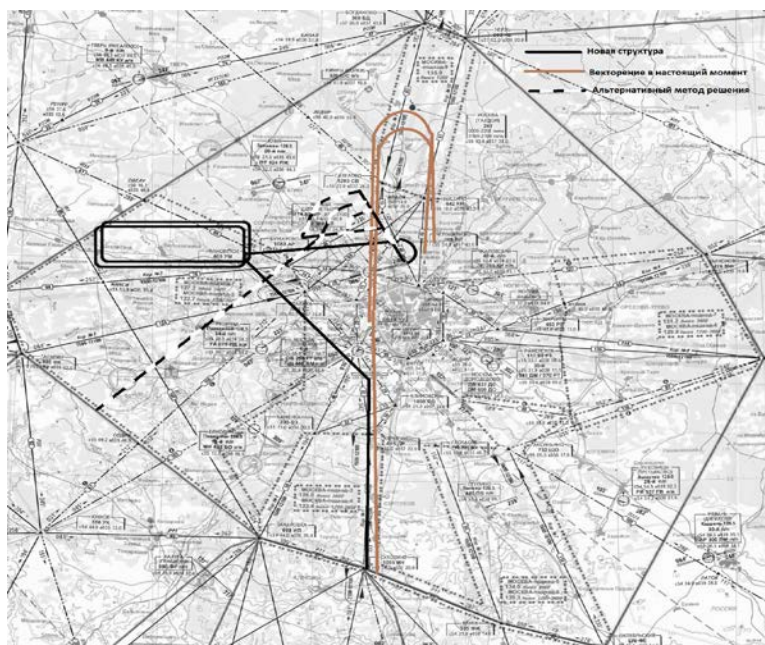


Рис. 2. Варианты траекторий прилета при разных методах построения маршрутов

Таблица 1

ТИП ВС	Расход Q (т/ч)
Boeing 737-800	2,8
Boeing 747	10,5
Boeing 767	4,5
Boeing 777	10
A 319(A 320,A 321)	5
A 330	7
Superjet 100	1,7

Итак, в имеющейся сейчас структуре ВП увеличение маршрутов происходит за счет «векторения». Диспетчеры выстраивают своеобразные «тромбоны», для того чтобы ВС могли

снизиться и выстроиться в очередь на посадку с необходимыми интервалами. В среднем это увеличение маршрутов составляет от 80 до 110 км. В предлагаемой структуре маршруты прибытия на аэродром не длинные, но дополнительно ВС приходится выполнять зону ожидания для снижения и захода по STAR. Учитывая средний коэффициент снижения (4,5%) и эшелон, с которого начинается снижение (FL280), имеем, что во время снижения ВС проходит расстояние равное 185 км [5]. В альтернативной же структуре ВП ВС следует по траектории, близкой к кратчайшей, а затем выполняет схему «веер», максимальная длина которой (рис. 1) 60 км. Полученные результаты сведены в табл. 2.

Таблица 2

	Имеющаяся структура ВП ²	Новая структура ВП	Альтернативная структура ВП
Увеличение длины маршрута прилета (по сравнению с кратчайшей) ΔS (км)	110	185	60
Увеличение расхода ΔQ (кг) ³	270 - 1650	450 - 2775	145 - 900
Унификация с мировой практикой (оценка от 1 до 3)	2	1	3

ВЫВОДЫ

Однозначная структура ВП позволит сделать весь процесс УВД, осуществляемый на секторах Москва-Подход, однообразным и аналогичным, что играет существенную роль в процессе взаимодействия диспетчеров смежных секторов. Диспетчеры будут знать заранее в какой точке, на каком эшелоне, с каким курсом следования и с какой скоростью ВС выйдет к нему на связь. Такой метод УВД дополнительно позволит упростить процесс пилотирования. Маршруты, проложенные по кратчайшим траекториям, позволят не допустить значительного увеличения полетного времени для авиакомпаний, и, как следствие, увеличение расхода топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сборники Аэронавигационной информации АИП. [Aeronautical information publication AIP].
2. Сборники Аэронавигационной информации Jeppesen [Aeronautical information publication Jeppesen].
3. **Ведерников А.** Пропускная способность Московской воздушной зоны // Aviation Explorer. 2011. <http://www.aex.ru/docs/4/2011/10/18/1433/>
4. Point Merge at Dublin saved airlines €5.5 m in 2013 02.12.2013. <https://www.eurocontrol.int/news/point-merge-dublin-saved-airlines-%E2%82%AC55m-2013>.
5. **Глухов Ю.Е., Коновалов А.Е.** Альтернативный вариант реорганизации структуры воздушного пространства Московской воздушной зоны // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. № 209.

² При плотном потоке ВС и необходимости «векторения» для снижения и выстраивания очереди на посадку.

³ В зависимости от типа ВС.

ANALYSIS OF THE PROPOSED AIRSPACE STRUCTURE OF MOSCOW ATM

Divak N.I., Nechaev E.E.

The article deals with the aspects of construction of a new airspace structure of the Moscow ATM the major «weak points» of the proposed structure are identified and analyzed an alternative way of settling disputes are provided.

Key words: airspace structure, analysis, point merge, capacity increase, flight efficiency.

REFERENCES

1. Sbornik Aeronavigacionnoy informacii. [Aeronautical information publication AIP].
2. Sbornik Aeronavigacionnoy informacii Jeppesen [Aeronautical information publication Jeppesen].
3. **Vedernikov A.** The Capacity of the Moscow air zone // Aviation Explorer. 2011. <http://www.aex.ru/docs/4/2011/10/18/1433/>. (In Russian)
4. Point Merge at Dublin saved airlines €5.5m in 2013 02.12.2013. <https://www.eurocontrol.int/news/point-merge-dublin-saved-airlines-%E2%82%AC55m-2013>.
5. **Gluhov Y.E., Konovalov A.E.** The alternative variant of Moscow terminal maneuvering area restructurization // Nauchnyy vestnik MGTU GA (Scientific Bulletin MSTUCA). 2014. № 209. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дивак Никита Игоревич, 1989 г.р., окончил МГТУ ГА (2011), авиадиспетчер МЦ АУВД, автор 4 научных работ, область научных интересов – технологическое развитие систем гражданской авиации, организация системы УВД.

Нечаев Евгений Евгеньевич, 1952 г.р., окончил НЭТИ (1974), профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой управления воздушным движением МГТУ ГА, автор более 180 научных работ, область научных интересов – теория УВД, радиолокация, радионавигация, теория и техника СВЧ измерений.