УДК 656.7.052

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ В НЕКОТОРЫХ КРУПНЫХ АЭРОПОРТАХ МИРА

Н.А. АССОРОВ

В статье рассматривается опыт организации воздушного движения (ОрВД) в аэропортах Лондона, Парижа и Франкфурта и основные используемые методы при ОрВД. В статье отражены различные подходы к организации потоков воздушного движения, даны рекомендации по их применению в структуре воздушного пространства московской зоны ЕС ОрВД.

Ключевые слова: структура, зона ожидания, тромбон, point merge, AMAN, E-TMA, векторение.

ВВЕДЕНИЕ

Продолжаются дискуссии о том, как должна выглядеть структура воздушного пространства (ВП) московской зоны ЕС ОрВД после грядущей крупной реорганизации. Текущая структура ВП с трудом удовлетворяет потребностям пользователей при ежегодно растущей интенсивности полетов. Для лучшего понимания того, каким должен предстать финальный вариант новой структуры ВП, необходимо проанализировать, каким образом схожие проблемы (высокая интенсивность, несколько близкорасположенных аэродромов, различные ограничения) решаются в других крупных международных аэропортах.

ЛОНДОН

Лондон обслуживают 5 крупных аэропортов: Хитроу, Гатвик, Лутон, Станстед и Сити. Хитроу имеет схожую конфигурацию полос с аэропортом Домодедово, при этом за 2013 год в Хитроу было совершено 472 тыс. взлетно-посадочных операций, против 254 тыс. в Домодедово. Рассмотрим работу двух самых крупных аэропортов Лондона – Хитроу и Гатвик (рис. 1).

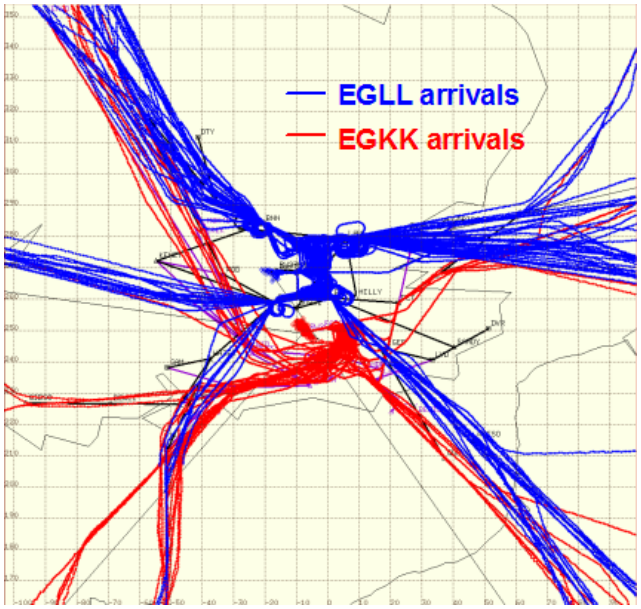

Рис. 1. Прибывающие потоки в Хитроу (синий) и Гатвик (красный)

Аэропорт Хитроу имеет две взлетно-посадочные полосы и обычно работает в режиме раздельных операций (одна ВПП - взлет, вторая - посадка), однако в периоды активного прилета, например, утренние трансатлантические рейсы, обе ВПП могут использоваться на посадку. Аэропорт имеет 4 точки начального захода на посадку (IAF) – Биггин, Бовингдон, Ламборн, Окхэм. Над всеми из них расположены опубликованные зоны ожидания (ЗО), ожидание в которых происходит от FL150 до 7000 футов. Все IAF расположены в пределах 20 м.м. (37 км) от контрольной точки аэродрома (КТА) (рис. 2).

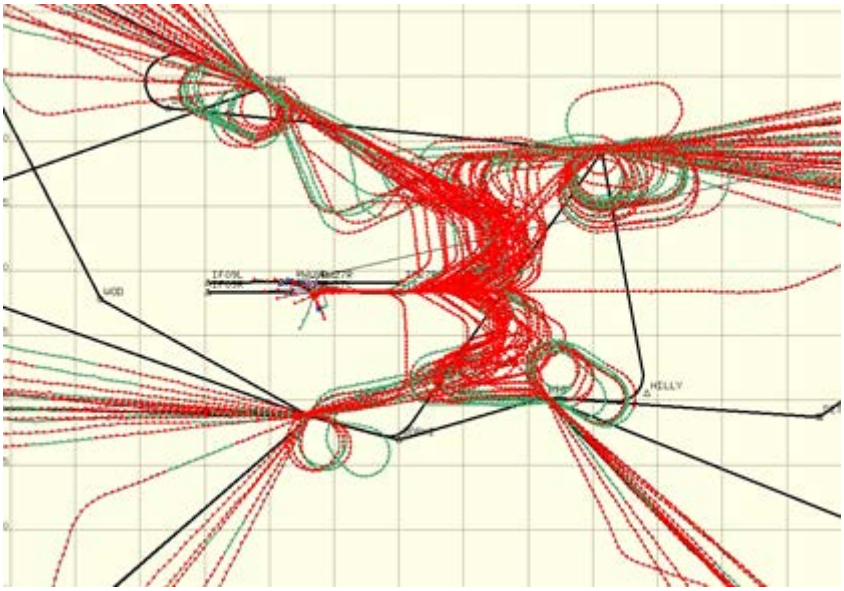

Рис. 2. Траектории движения ВС в районе аэродрома (РА) Хитроу при работе двух полос

После снижения в ЗО до высоты 7000 футов, воздушное судно (ВС) передается диспетчеру Final Director и обычно векторится для захвата курсового. При этом существуют также опубликованные маршруты, соединяющие IAF с точкой входа в глиссаду, но обычно применяется векторение. Можно отметить, что несмотря на несимметричное расположение ЗО вокруг аэропорта, стандартные маршруты после пролета IAF имеют одинаковую протяженность (из более близкой ЗО маршрут удлинен в форме буквы S, из дальней - маршрут прямой и напоминает схему ипподрома) (рис. 3).

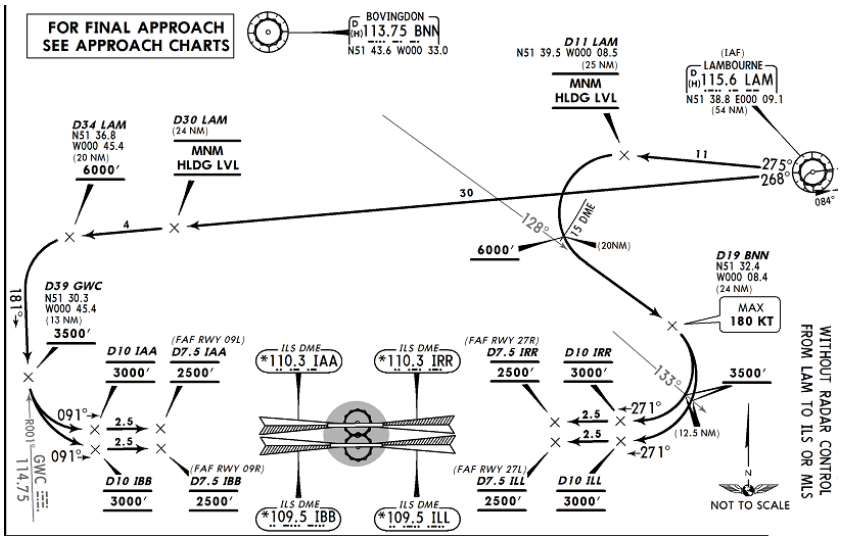

Рис. 3. Конечный этап захода на посадку от VOR/DME LAM

ВС покидают зоны ожидания по принципу «первый пришел – первый ушел», за это отвечает автоматизированная программа на рабочем месте диспетчера, которая учитывает время нахождения в ЗО и категорию турбулентности в следе (табл. 1). Последний пункт очень важен, т.к. позволяет добиться максимально эффективного использования полосы в Хитроу.

Таблица 1

Интервалы по турбулентности в следе, применяемые в аэропорту Хитроу при заходе на посадку

Категория турбулентности в следе	Супер следует за	Тяжелый следует за	Средний следует за
Супер	4 м. мили	6 м. миль	7 м. миль
Тяжелый	4 м. мили	4 м.мили	5 м. миль
Средний	3 м. мили	3 м. мили	4 м. мили

Компонование на прямой ВС по группам турбулентности в следе является еще одним фактором, который позволяет добиваться использования возможностей по пропускной способности аэропорта на 98%.

Особо важным моментом в организации потоков воздушного движения в зоне Лондона является организация потока вылетающих ВС, в стандартных маршрутах вылета (SID) всех аэропортов Лондона вылет происходит на очень низких высотах 4000 – 6000 футов, на которых ВС следуют около 40 м.м. (~75 км). Это позволяет провести вылетающие ВС ниже самых загруженных зон с переменным профилем полета, тем самым избежав конфликтных ситуаций и точек пересечения с множеством потоков прибывающих ВС в различные аэропорты. Это правило действует также и во множестве других загруженных аэропортах мира. Разумеется, если воздушная обстановка позволяет, ВС будет обеспечен набором высоты без ограничений по схеме, но само наличие этих ограничений, которые учтены экипажем при планировании полета, позволит диспетчеру без лишних запросов со стороны экипажей ВС обслуживать вылетающие потоки.

ПАРИЖ

В зоне Парижа (Terminal Control Area (TMA)) осложнения вызваны работой двух основных аэропортов – Шарль-де-Голль (Ш-д-Г) и Орли, остальные аэропорты такие, как Ле Бурже, не оказывают значительного влияния на зону Парижа. Аэропорт Ш-д-Г имеет 4 IAF (удаление от КТА 30 - 45 м.м.), обеспечивающих прилет с разных направлений – MOPAR/MOBRO, LORNI/VEBEK, BANOX и OKIPA. На IAF ВС также выходят одновременно с нескольких направлений, и здесь необходимо обратить внимание на одну особенность структуры ВП. После IAF ВС векторением выстраиваются в единую очередность в TMA. Но до IAF находится так называемая Extended – TMA (E-TMA) (рис. 4), в которой управляет Районный Центр (РЦ), она начинается примерно с момента начала снижения ВС и заканчивается после выхода ВС на IAF. Проводя аналогии, можно сказать, что в текущей структуре ВП Москвы в зоне E-TMA находятся сектора П1, П2, Х1, Г5 и некоторые части других секторов. Задачей этих секторов в Париже является обеспечение продольных интервалов между ВС из нескольких

сходящихся потоков (обычно путем векторения), таким образом, задачей ДПП управляющего уже в самой ТМА, является соединить несколько отэшелонированных потоков между собой в единую очередь, при том, что в зависимости от времени суток всегда есть некий основной поток, в который встраиваются ВС из другого потока.

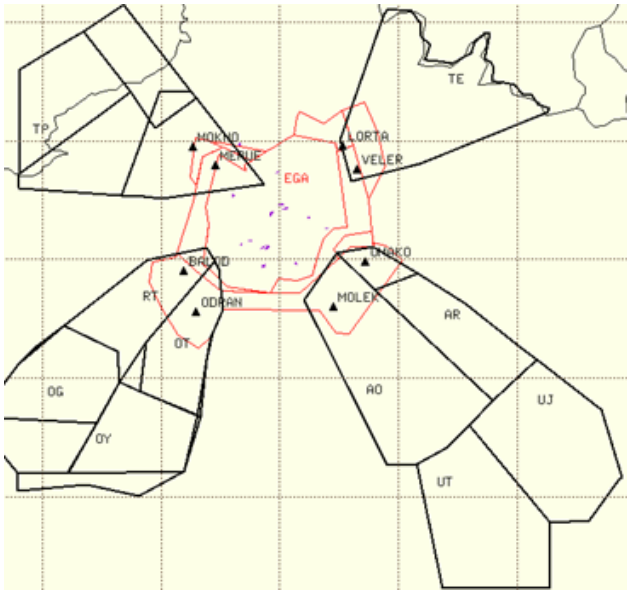

Рис. 4. Расположение E-TMA

В 2013 году в Париже для упрощения работы северо-западного сектора РЦ (E-TMA) была введена схема point merge. От точки BIBAX, расположенной на удалении 57 м.м. (105 км) от IAF MOPAR, начинается веер с ограничениями по скорости и высоте, для соединения с потоком, идущим от точки LUKIP (рис. 5).

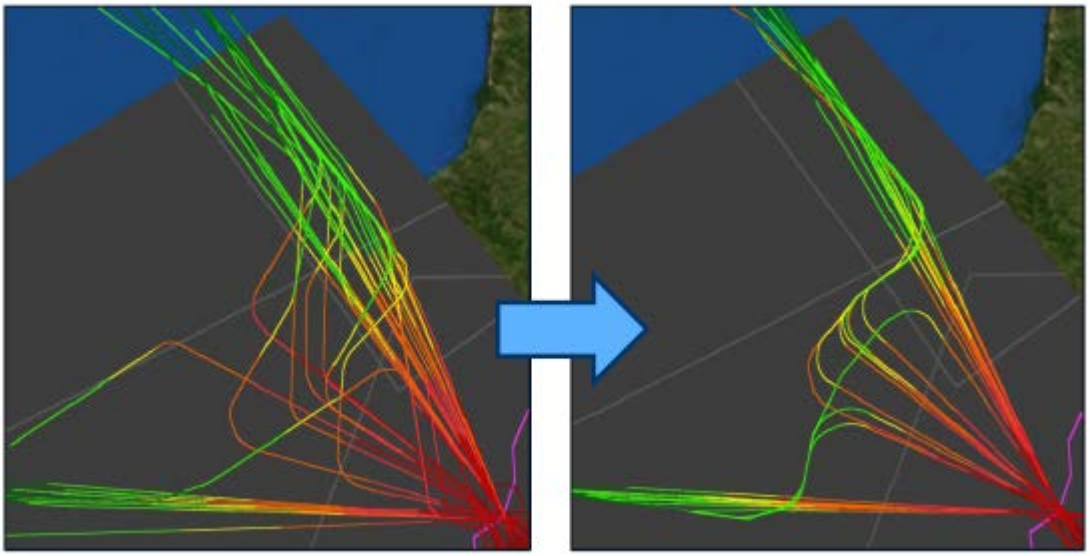

Рис. 5. Векторение и Point Merge в E-TMA в Париже

Расположение Point Merge в зоне РЦ позволило более эффективно эшелонировать прибывающие потоки ВС перед их выходом на ДПП без использования векторения. К аналогичному решению пришли Ю.Е. Глухов и А.Е. Коновалов [2]. Подобное решение позволило бы обеспечивать необходимый продольный интервал в момент передачи ВС от РДЦ к ДПП, но

структура ВП в МЗЦ накладывает некоторые ограничения на этот вариант расположения веера Point Merge. Несмотря на то, что исследования Евроконтроля показали возможность эффективного использования Point Merge в РЦ на примере Парижа, в московской зоне условия для создания Point Merge на границе РЦ и ДПП менее благоприятны, расстояние от IAF в Москве будет в 2 раза больше чем в Париже, что приведет либо в неоптимальному вертикальному профилю полета ВС, либо к применению Point Merge на эшелонах, близких к крейсерским [3]. Стоит также отметить, что по статистике в Париже Point Merge используется лишь в двух случаях из десяти, т.е. лишь в периоды высокой интенсивности. Поэтому при расчете полета авиакомпании пользуются альтернативными схемами, которые проложены напрямую (пример, на северо-западном секторе E-TMA прямая линия от точки BIBAX до IAF MOPAR). Таким образом, именно на основании самой короткой схемы идет расчет времени полета и загрузки топлива. Именно излишне увеличенное полетное время и расход топлива, при выполнении полностью опубликованной схемы, стали одной из причин отправки на доработку варианта реорганизации структуры ВП Москвы в 2014 году.

ФРАНКФУРТ

Район аэродрома Франкфурт не является узловым, в нем расположен лишь один крупный аэродром – Франкфурт на Майне. На аэродроме выполняется 482 тыс. взлетно-посадочных операций в год. Вокруг аэродрома на удалении 40-50 м.м. (~70 – 90 км) расположены так называемые clearance limit points (точки границы действия диспетчерского разрешения), это VOR/DME PSA и GED, точки KERAX, ROLIS, UNOKO. По достижении любой из этих точек, ВС должно встать в опубликованную зону ожидания, если не выдано дальнейшее диспетчерское разрешение о следовании по указанной схеме. От каждой из точек продолжается два варианта маршрутов – классические STAR, заканчивающиеся на некоем IAF, либо RNAV Transitions, имеющие форму тромбонов и ограничения по скорости и высоте (рис. 6).

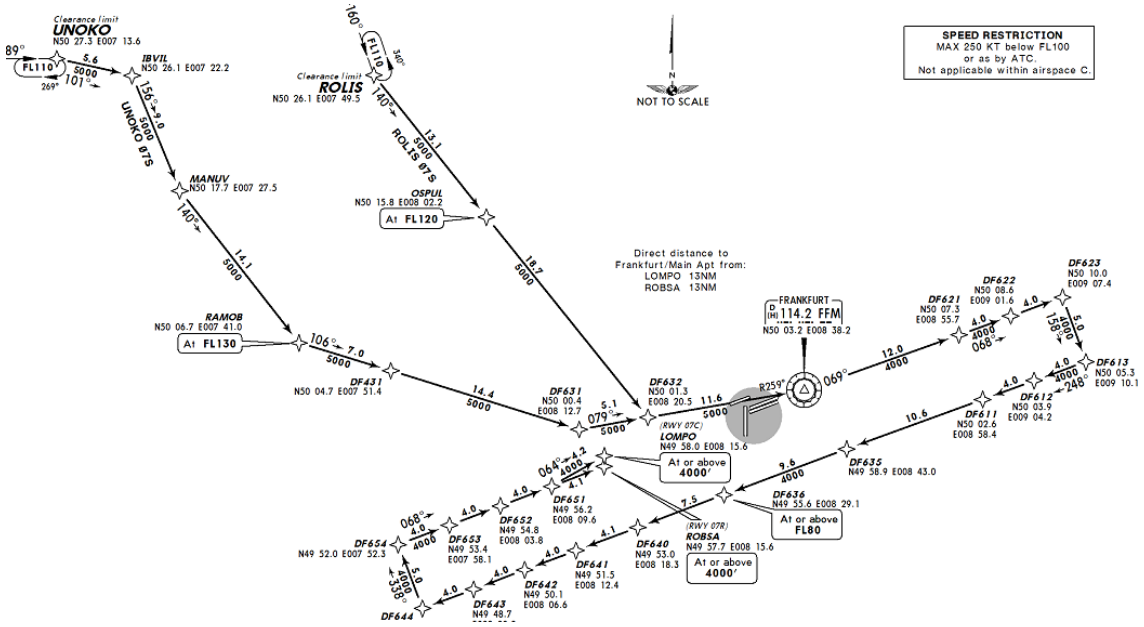

Рис. 6. Пример схемы тромбон аэропорта Франкфурт

В периоды высокой интенсивности на аэродроме используются именно RNAV Transitions. Как отмечено в [4], применение такого рода схемы организации потока ВС может быть удачным при имеющемся в МУДР дефиците воздушного пространства из-за большого количества зон запретов и ограничений, т.к. фактически схема тромбон повторяет линии пути, по которым осуществляется векторение ВС (рис. 7).

Перед выходом на clearance limit points, диспетчер в E-TMA векторением или управлением поступательной скоростью создает необходимые продольные интервалы для облегчения работы Подхода, в этом диспетчеру РЦ активно помогает Arrival Manager (AMAN).

Отсутствие необходимости привязки схемы к наземным РТС позволяют задать любую желаемую траекторию потоку ВС, а ее большая протяженность делает возможным нахождение большого количества ВС одновременно на схеме. Использование подобных схем значительно сокращает сеансы радиосвязи между экипажем и диспетчером, т.к. на схеме опубликованы необходимые ограничения по скорости и высоте пролета точек.

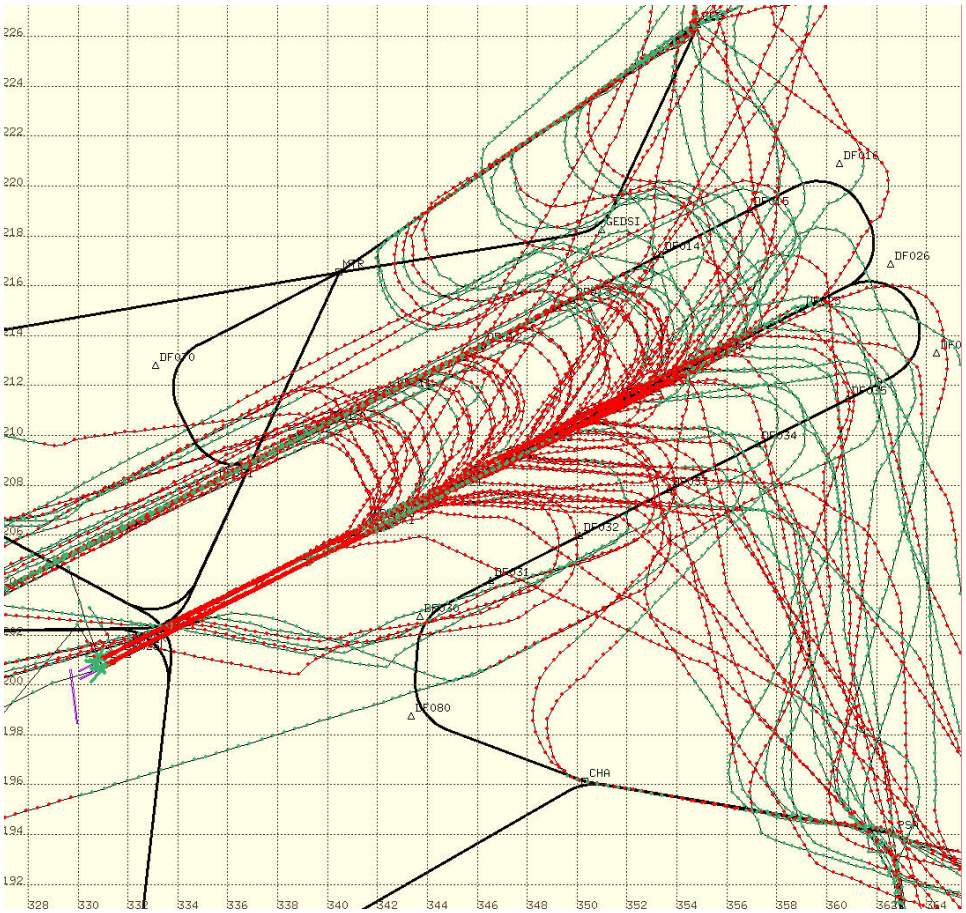

Рис. 7. Пример траекторий движения ВС при использовании схемы типа тромбон в аэропорту Франкфурт

ВЫВОДЫ

Даже в аэропортах со столь высокой пропускной способностью есть свои недостатки, для Хитроу и Франкфурта основными недостатками является продолжительное нахождение ВС в горизонтальном полете в ЗО или на схеме тромбон, что приводит к снижению топливной эффективности каждого рейса, возможным задержкам. Для решения этой проблемы в Хитроу внедряется система AMAN. Структура ВП Парижа находится в процессе реорганизации, внедрение Point Merge на одном из самых загруженных направлений позволило добиться положительных результатов.

Зарубежный опыт использования современных методов организации потоков ВД несомненно поможет при изменении структуры московской зоны, однако в текущем ее варианте вряд ли стоит ожидать возможности внедрения схем типа тромбон или Point Merge, т.к. в данный момент идет доработка принципиально новой структуры воздушного пространства, а делать такие глобальные перемены в старой структуре на 1,5 – 2 года не имеет смысла.

После перехода на новое оборудование в новом центре управления полетами представляется реальной возможность использования AMAN без изменения структуры ВП, как минимум в тестовом режиме на пункты обязательного донесения (ПОД) входа в МУДР, например, на ПОД Октябрьский AMAN мог бы обеспечить поток ВС с продольными интервалами с секторов Пензенско-Воронежского направления, что было бы полезной практикой для диспетчеров МЦ АУВД для проверки работы AMAN в действии на уже известной им структуре. Еще одним реальным способом организации потока ВС является создание опубликованных зон ожидания на маршрутах прибытия в РЦ. Как показывает опыт Хитроу, ЗО до сих пор является эффективным способом управления потоком прибывающих ВС и создания интервалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Raynaud B.,** FALBALA – Final Project Report [Электронный ресурс]. URL: http://www.eurocontrol.int/careasas/gallery/content/public/docs/act4/FALBALA_WP5_FPR_D1.0.pdf (дата обращения 19.04.2015)

2. **Глухов Ю.Е., Коновалов А.Е.** Альтернативный вариант реорганизации структуры воздушного пространства в московском узловом диспетчерском районе // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. № 209. С. 60-65.

3. **Favennec B., Rognin L., Trzmiel A., Vergne F., Zeghal K.,** Point Merge in Extended Terminal Area [Электронный ресурс]. URL: http://www.eurocontrol.int/eec/gallery/content/public/document/eec/report/2010/012_Point_Merge_in_extended_TMA.pdf (дата обращения 19.04.2015)

4. **Дивак Н.И.** К вопросу о разработке новой структуры воздушного пространства московской воздушной зоны // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. № 209. С. 67-70.

ANALYSIS OF AIR TRAFFIC MANAGEMENT IN SOME MAJOR AIRPORTS OF THE WORLD

Assorov N.A.

The article analyses advantages and disadvantages in air traffic management and flow management in airports of London, Paris and Frankfurt. Some positive experience in ATM that can be used in Moscow airspace is described.

Key words: holding point, points merge, AMAN, E-TMA, radar vectors.

REFERENCES

1. **Raynaud B.,** FALBALA – Final Project Report, available at: http://www.eurocontrol.int/care-asas/gallery/content/public/docs/act4/FALBALA_WP5_FPR_D1.0.pdf

2. **Glukhov Y.E., Konovalov A.E.** The alternative variant of Moscow terminal maneuvering area restructurization. Nauchnyj Vestnik MGTU GA. 2014. № 209. Pp. 60-65. (In Russian).

3. **Favennec B., Rognin L., Trzmiel A., Vergne F., Zeghal K.,** Point Merge in Extended Terminal Area, available at: http://www.eurocontrol.int/eec/gallery/content/public/document/eec/report/2010/012_Point_Merge_in_extended_TMA.pdf

4. **Divak N.I.** On the development of a new structure of Moscow area airspace. Nauchnyj Vestnik MGTU GA. 2014. № 209. Pp. 67-70. (In Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Ассоров Никита Александрович, 1990 г.р., окончил СПб ГУ ГА (2014), авиадиспетчер МЦ АУВД, область научных интересов – организация потоков воздушного движения, организация системы ОВД.