

УДК № 351.814.3  
DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-5-23-32

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНОВ ОВД НА РУБЕЖАХ ПРИЕМА-ПЕРЕДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ

М.В. КУЛАКОВ<sup>1</sup>, И.А. ЧЕХОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный технический университет гражданской авиации,  
г. Москва, Россия

Вследствие постоянно растущей интенсивности потоков воздушных судов норматив пропускной способности конкретного сектора воздушного пространства достигает своего максимального заданного значения. Более чем 60 % всего воздушного трафика Российской Федерации приходится на московскую воздушную зону, и его интенсивность постоянно растет. Эффективная организация воздушного движения в аэроузловом диспетчерском районе зависит от способности органов обслуживания воздушного движения грамотно согласовывать между собой очередность прибытия и вылета воздушных судов при имеющейся интенсивности воздушного движения, запретах и ограничениях на использование воздушного пространства, метеорологических условиях и иных факторах. В данной статье рассматриваются проблемные аспекты взаимодействия органов обслуживания воздушного движения, приводящие к задержкам вылетающих и заходящих на посадку воздушных судов, влияющие на безопасность, эффективность и регулярность воздушного движения. Описаны принципы организации взаимодействия смежных секторов органов обслуживания воздушного движения, осуществляющих аэродромное диспетчерское обслуживание в Российской Федерации. Приведено описание процесса взаимодействия органов обслуживания воздушного движения аэропорта Остафьево с диспетчерами смежных диспетчерских пунктов. Такими пунктами являются: диспетчерский пункт круга – ДПК Внуково, ДПК Домодедово, вспомогательный диспетчерский пункт подхода – ВДПП Внуково Подход-1 и ВДПП Внуково Подход-2, а также командный диспетчерский пункт государственной авиации. Произведен анализ существующей технологии взаимодействия органов обслуживания воздушного движения, осуществляющих управление воздушным движением в одном аэроузле. Представлены рекомендации, которые при их применении помогут улучшить взаимодействие органов обслуживания воздушного движения на рубежах приема-передачи управления.

**Ключевые слова:** обслуживание воздушного движения, воздушное судно, аэродром, пропускная способность, аэроузел, взаимодействие органов обслуживания воздушного движения.

### ВВЕДЕНИЕ

Технология взаимодействия органов обслуживания воздушного движения (ОВД) определяет перечень обязательных технологических операций для персонала ОВД, предоставляющего районное диспетчерское обслуживание (РДО), диспетчерское обслуживание подхода (ДОП) и аэродромное диспетчерское обслуживание (АДО) при выполнении ими служебных обязанностей в период приема-передачи управления воздушным судном при ОВД.

Взаимодействие между органами ОВД должно обеспечивать оптимальные условия, удовлетворяющие потребности всех пользователей воздушного пространства. Необходимо в полном объеме использовать ресурсы системы УВД и, как следствие, свести к минимуму задержки вылетающих и прилетающих ВС.

### АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНОВ ОВД НА РУБЕЖАХ ПРИЕМА-ПЕРЕДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ

Неудовлетворительная организация взаимодействия органов ОВД приводит к задержкам, образованию очередей ВС перед ВПП, на рулежных дорожках (РД) и перроне. Процесс согласования между диспетчерами накладывает свой отпечаток на организацию потоков вылетающих и прилетающих воздушных судов (ВС). При анализе организации потоков ВС в дело

вступает самый важный в авиации фактор – безопасность полетов. Система ОВД непосредственно влияет на безопасность воздушного движения по маршрутам ОВД, в районе аэродрома и районах авиационных работ. Основными причинами авиационных событий по вине системы ОВД являются: неудовлетворительная организация управления воздушным движением и маршрутов ОВД; неудовлетворительное разграничение зон и районов ОВД, воздушного пространства в районе аэродрома (аэроузла); низкий профессиональный уровень специалистов ОВД [1]. В условиях быстроменяющейся воздушной обстановки диспетчеры смежных секторов зависят друг от друга.

Передача осуществляется на рубежах приема-передачи управления. В горизонтальной плоскости это пункты обязательного донесения (ПОД), а если относительно ВС была применена процедура «прямо на», то в момент пересечения рубежей между секторами ОВД. В вертикальной плоскости это установленные высоты. Между ДПП и ДПК рубежом по высоте является, как правило, эшелон 70 (FL 70). Рассмотрим ситуацию, в которой диспетчер диспетчерского пункта подхода (ДПП) передает прилетающие ВС на управление диспетчеру круга. Допустим, диспетчер ДПП не соблюдает технологию взаимодействия или соблюдает ее частично. Переданные на управление диспетчеру круга ВС будут находиться в ситуации, которая без оперативного вмешательства может заведомо перерасти в потенциально-конфликтную (ПКС). Отсюда следует, что воздушная обстановка в секторе круга напрямую зависит от работы диспетчера подхода. Диспетчер подхода практически выполняет работу диспетчера круга по установлению необходимых интервалов для захода на посадку. Даже при плохо организованном потоке заходящих ВС диспетчер круга способен обеспечить необходимый уровень безопасности воздушного движения, но он будет работать на пределе своих возможностей [2–4]. Степень занятости диспетчера принято оценивать в коэффициенте занятости:

$$K_{зан} = \frac{Z}{\tau},$$

где  $Z$  – это объективно регистрируемые затраты времени на выполнение технических операций при УВД в течение времени наблюдения  $\tau = 60$  мин.

В качестве норматива загрузки диспетчера принят допустимый коэффициент занятости, равный 0,55 [5].

Каждая задержка рейса негативно влияет не только на эффективность, регулярность и безопасность воздушного движения, но и на его экономичность. Международная организация гражданской авиации (ИКАО) считает улучшение экономического показателя эксплуатации ВС приоритетной задачей. Международная ассоциация воздушного транспорта (IATA) отмечает рост задержки рейсов более чем в 2 раза. Для авиакомпаний эти задержки вызывают многомиллионные убытки из-за ожидания разрешения на вылет ВС после запуска двигателей. Временное окно (SLOT) в Европе составляет 15 мин, а в отечественных аэропортах – 30 мин, что также влияет на задержки рейсов. ВС должно взлететь в течение установленного времени с момента, указанного в его плане полета. В Европе в случае необходимости данное окно может сокращаться – в течение пяти минут до расчетного времени взлета СТОТ (Calculated Time of Take Off) или в течение десяти минут после СТОТ. Если экипаж ВС не укладывается в отведенное время, то ему необходимо повторно запросить слот.

Развитие отечественной системы организации воздушного движения (ОрВД) планируется осуществлять в соответствии с Глобальной эксплуатационной концепцией ОрВД, будущая система ОрВД должна состоять из семи основных взаимосвязанных компонентов: операции на аэродроме, согласования спроса и пропускной способности, структуризации и организации воздушного пространства, управления конфликтными ситуациями, управления предоставлением

услуг ОрВД, операций пользователей воздушного пространства и синхронизации движения [6]. Надлежащее функционирование данных компонентов тесно связано с управлением данными и информацией, их использованием и передачей.

Управление конфликтными ситуациями планируется осуществлять на трех уровнях: стратегическое управление конфликтными ситуациями в рамках структуризации и организации воздушного движения; согласование спроса, пропускной способности и синхронизации воздушного движения; обеспечение эшелонирования и предупреждение опасных сближений между ВС [4, 7–9].

Под синхронизацией движения понимается тактическое установление и поддержание безопасного, упорядоченного и эффективного потока воздушного движения.

Достижение синхронизированного воздушного движения невозможно без эффективного взаимодействия между органами ОВД. Согласно концепции, основные изменения включают следующее:

- введение динамичного четырехмерного контроля траектории и согласование бесконфликтных траекторий;
- устранение «узких мест»;
- достижение максимальной эффективности использования ВПП благодаря оптимизации процесса установления последовательности движения.

Таким образом, современные технологии взаимодействия органов ОВД должны опираться на бесконфликтные траектории, минимальные временные затраты на согласование, рациональное использование воздушного пространства и оптимизацию процесса определения очередности вылетающих и заходящих на посадку ВС.

На современном этапе развития ГА взаимодействие органов ОВД предполагает улучшение правил взаимодействия, гибкое использование воздушного пространства [3].

Особого внимания требует взаимодействие органов ОВД смежных аэродромов, объединенных в один аэроузел. Аэроузел – это объединение близко расположенных районов аэродромов (вертодромов), которые имеют общие границы и организация выполнения полетов с которых требует согласования и координирования<sup>1</sup>. В узловом диспетчерском районе пропускная способность ВПП любого из отдельно взятых аэродромов этого аэроузла зависит как в частности, так и в целом от взаимодействия всех органов ОВД, предоставляющих АДО, как единого слаженного механизма, обеспечивающего необходимый уровень пропускной способности [10].

Пропускная способность ВПП определяется по формуле

$$\mu_{\text{впп}} = \frac{1}{T_{\text{впп}}},$$

где 1 – планируемое количество ВС в час;

$T_{\text{впп}}$  – время занятости воздушным судном ВПП.

Рассмотрим взаимодействие органов ОВД в Московском узловом диспетчерском районе на примере аэропорта Остафьево. Аэропорт Остафьево находится между двумя крупными аэропортами – Внуково и Домодедово. Расстояние от контрольной точки аэродрома (КТА) Остафьево до КТА Внуково 18 км, а до КТА Домодедово 26 км. Аэродром Остафьево является аэродромом совместного базирования. В десяти километрах севернее него расположена запретная зона UUP53-A – город Москва. Взаимодействие органов ОВД затруднено. Зона взлета и посадки (ЗВП) каждого из этих трех аэродромов накладываются друг на друга. Точки соприкосновения различны в зависимости от курса рабочей ВПП каждого из аэродромов соответственно.

<sup>1</sup> Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 11.03.2010 № 1382010. 25 с.

Взаимное расположение ЗВП Внуково, Остафьево и Домодедово, а также запретной зоны UUP53-A представлены на рис. 1.

Аэропорт Остафьево имеет ВПП длиной 2050 м и шириной 48 м, магнитный курс взлета/посадки  $075^{\circ}/255^{\circ}$ . При работе ВПП 26 диспетчер диспетчерского пункта старта и руления (ДПСР) согласует вылет ВС с диспетчером ДПК Внуково, а при работе ВПП 08 – с ДПК Внуково и ДПК Домодедово. В обоих случаях непосредственно перед выдачей диспетчерского разрешения на вылет (ATC Clearance) экипажу ВС диспетчер ДПСР или объединенного диспетчерского пункта «Вышка» должен уточнить наличие плана полета в системе у диспетчера круга и получить присвоенный код бортового ответчика (Squawk code).

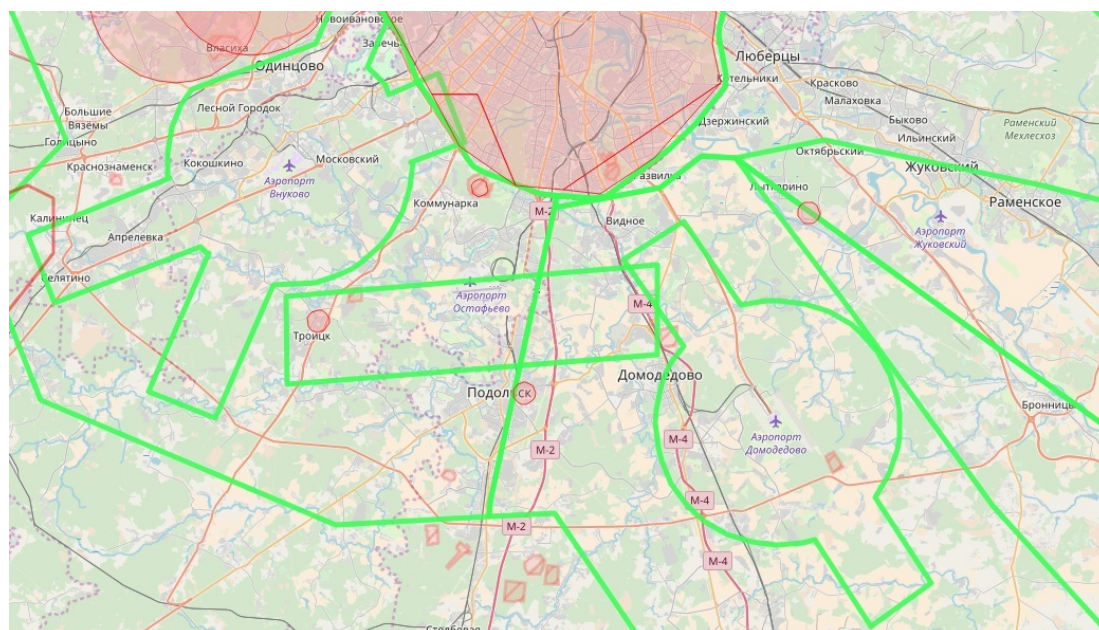


Рис. 1. Карта взаимного расположения аэродромов  
Fig. 1. Map of the mutual location of aerodromes

В процессе руления вылетающего ВС диспетчер аэропорта Остафьево должен согласовать с диспетчером круга смежного аэропорта условия выхода ВС из района аэродрома (высота и курс). При работе с ВПП 08 и в зависимости от точки выхода, проинформировать диспетчера круга Внуково или Домодедово о вылете ВС, не заходящего в его зону. Непосредственно перед взлетом получить разрешение от диспетчера круга на взлет. В случае наличия в данный момент прибывающего вертолета по правилам визуальных полетов (ПВП) требуется одновременное взаимодействие с тремя органами ОВД – ДПК Внуково, ДПК Домодедово и ВДПП Внуково. При производстве полетов ВС государственной авиации требуется дополнительное согласование с РП КДП Остафьево. В связи с использованием для взаимодействия ГГС увеличивается время ожидания разрешения на взлет. Вместе с тем загруженность диспетчеров круга Внуково и Домодедово в часы пик крайне велика, поэтому диспетчеру ДПСР приходится ожидать согласования условий вылета ВС с ними. Подобная система организации согласования негативно влияет на безопасность полетов. Поэтому необходимо усовершенствовать фразеологию, используемую при согласовании между диспетчерами взаимодействующих диспетчерских пунктов, а также необходимо осуществить переход от ГГС к использованию автоматизированной системы согласования, исключающей речевое взаимодействие. Применение процедур по протоколу OLDI (On-Line Data interchange) и CPDLC (Controller-pilot data link communication) поз-

волит решить подобную задачу<sup>2</sup>. Таким образом, минимальные временные затраты на согласование достигаются, во-первых, лаконичной фразеологией взаимодействия органов ОВД, а во-вторых, уходом от согласования по громкоговорящей связи (ГГС) к автоматизированному согласованию.

Рассмотрим несколько потенциально конфликтных и сложных во взаимодействии ситуаций при использовании различных рабочих курсов ВПП.

### ВПП 26 ОСТАФЬЕВО И ВПП 24 (19) ВНУКОВО

Географическая точка (г.т.) OSTIS находится на удалении 3,3 км от торца ВПП 08 Остафьево в месте расположения дальнего приводного радиомаяка (ДПРМ) NW. Географическая точка OSTIS является IAF (Initial approach fix) нескольких схем захода на посадку для аэропорта Внуково. В горизонтальной плоскости точка OSTIS находится в районе аэродрома Остафьево (рис. 2).

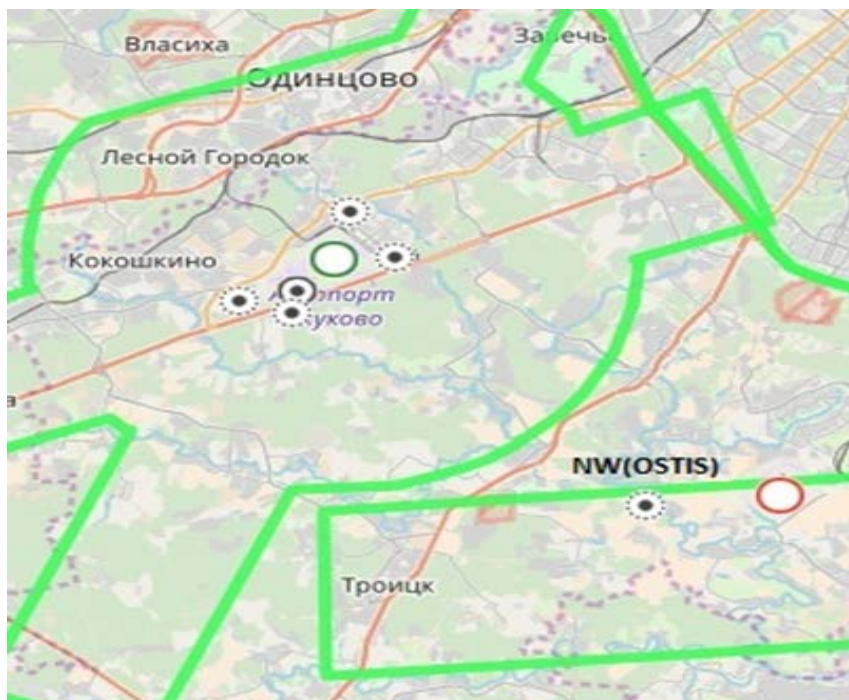


Рис. 2. Географическая точка OSTIS/ДПРМ NW  
Fig. 2. Geographic point OSTIS/ non-directional beacon NW

Прибывающие во Внуково ВС, находящиеся под управлением диспетчера круга, будут проходить г.т. OSTIS на высоте 600 м. Рассмотрим ситуацию, когда из аэропорта Остафьево вылетает ВС. Вследствие преобладающих ветров западного направления часто используется курс ВПП 26. По высоте диспетчер ДПСП (диспетчерский пункт системы посадки) осуществляет УВД до 400 метров включительно. Первоначальная минимальная высота набора высоты для ВС – тоже 400 м. Как правило, ВС достигает данной высоты на удалении 3–4 км от торца ВПП. При условии, что ВС набирает высоту по курсу взлета, оно достигнет высоты 400 м над ДПРМ NW. В соответствии с ФП ИВП минимальное горизонтальное эшелонирование

<sup>2</sup> Eurocontrol standard document for on-line data interchange (OLDI). DPS.ET1.ST06-STD-01-01. Ed. 2.3 [Электронный ресурс] / European organisation for the safety of air navigation. 2001. Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.215.8261&rep=rep1&type=pdf>

при АДО – не менее 5 км. Получается, что при одновременном взлете ВС из аэропорта Остафьево и подходе прибывающего во Внуково ВС к г.т. OSTIS есть вероятность нарушения норм вертикального эшелонирования, которое может составить между ВС менее 300 м. Предупредить подобную ситуацию возможно лишь на основе заблаговременного взаимодействия органов ОВД.

Например, диспетчер ДПК Внуково, имеющий точную информацию от диспетчера ДПСР, создает «окно» между прибывающими ВС или одно из ВС снижает на 900 м вместо 600 м. В точно назначенное и согласованное время ВС взлетает из аэропорта Остафьево. В обоих вариантах правила эшелонирования будут обеспечены.

Диспетчер Остафьево должен также учитывать возможность внезапного выхода на связь экипажа воздушного судна, выполняющего полет по ПВП на высоте до 450 м MSL (Mean sea level). Подобное воздушное движение малой авиации через зону аэродрома никак не отражается на взаимной работе органов ОВД аэроузла, но в случае вылета ВС с курсом взлета  $255^\circ$  создается угроза безопасности полетов. Заход на посадку на ВПП 08 ВС, выполняющего полет по правилам полетов по приборам (ППП), тоже не является исключением, так как г.т. TORSI находится в 3 км от точки входа в глиссаду (ТВГ) (рис. 3).

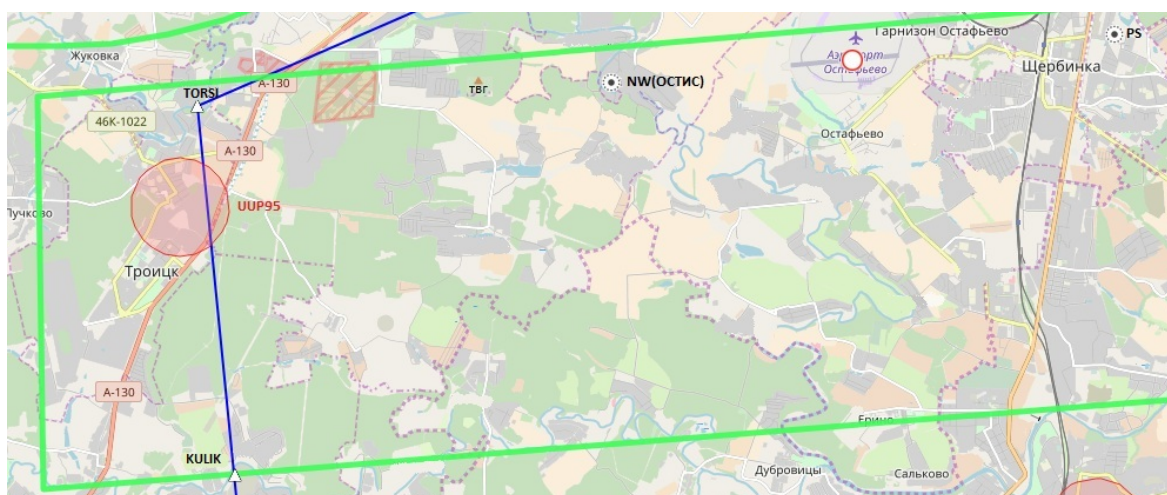


Рис. 3. Западная часть района аэродрома Остафьево  
Fig. 3. The western part of the Ostafyevo Terminal Control Area

Как видно на рис. 3, ситуацию усугубляет запретная зона UUP95 (от уровня земли до 250 м MSL). Воздушным судам малой и сверхлегкой авиации приходится ее обходить восточнее, ближе к ВПП аэропорта Остафьево. Соответственно, требуется оперативное и заблаговременное согласование между органами ОВД ВДПП Внуково-подход 1, Остафьево и Внуково-Круг.

### ВПП 08 ОСТАФЬЕВО И ВПП 14 ПРАВАЯ ДОМОДЕДОВО

При выполнении взлета и посадки с курсом  $75^\circ$  организация взаимодействия между органами ОВД является еще более затруднительной, особенно при работе в аэропорту Домодедово ВПП 14 правая. Рассмотрим порядок взаимодействия при вылете ВС из аэропорта Остафьево в западном направлении. В этом случае маршрут полета будет, как правило, проходить через точку выхода WZ (Каменка). На удалении 4,7 км от торца ВПП 26 Остафьево находится рубеж зон ответственности между ДПК Внуково и ДПК Домодедово (рис. 4). Он же является рубежом между ВДПП Внуково-подход 1 и ВДПП Внуково-подход 2. После взлета ВС будет находиться

в зоне ответственности ДПК Домодедово, что может создать ПКС между потоком ВС, заходящих на посадку и вылетающих из аэропорта Домодедово из-за нарушения правил эшелонирования. Таким образом, диспетчер ДПСР или ДП «Вышка» Остафьево должен:

- заблаговременно согласовать вылет ВС с ДПК Внуково, выдав такие условия вылета, при которых ВС не будет заходить в зону ДПК Домодедово;
- проинформировать диспетчера ДПК Домодедово о том, что в данный момент будет производиться взлет в направлении его зоны, но ВС не будет в нее заходить;
- дать указание экипажу ВС после взлета выполнить разворот таким образом, чтобы не зайти в зону ДПК Домодедово;
- получить от диспетчера ДПК Внуково разрешение на взлет.

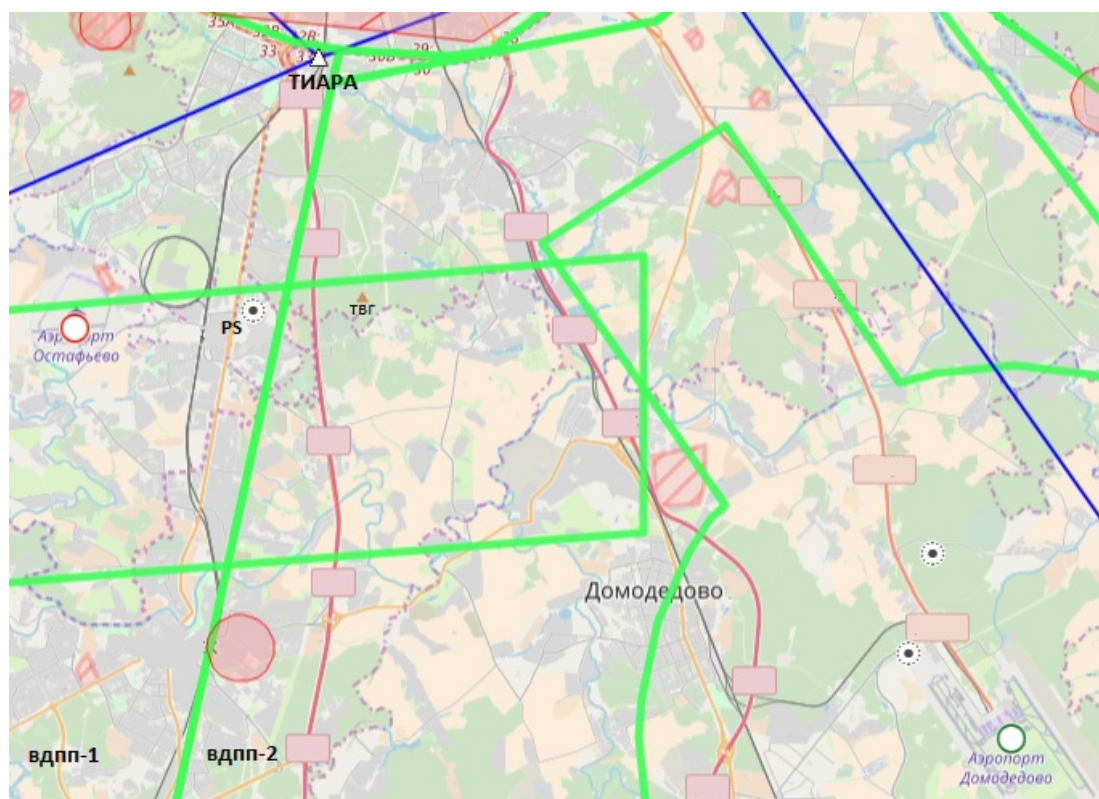


Рис. 4. Восточная часть района аэродрома Остафьево  
Fig. 4. The eastern part of the Ostafyevo Terminal Control Area

Вылет одного ВС требует минимум четырех операций по согласованию со смежными органами ОВД. Диспетчер круга не имеет возможности сразу ответить на вызов по ГГС диспетчеру Остафьево вследствие высокой интенсивности воздушного движения. Необходимо обратить внимание, что диспетчеру Остафьево необходимо убедиться в наличии плана полета у одного из двух ДПК и получить от них код ответчика.

Точка выхода из района аэродрома зависит от пункта назначения и может находиться в зоне ответственности ДПК Домодедово. Процесс согласования в данном случае будет схож с предыдущим с некоторыми изменениями. Информировать о взлете ВС, не заходящего в зону информируемого аэропорта, придется в этом случае диспетчера ДПК Внуково.

Разобранный процесс согласования описывает взаимодействие органов ОВД при одном ВС, находящемся на управлении диспетчера аэропорта Остафьево [11, 12]. Подобная интенсивность воздушного движения бывает крайне редко. Все это позволяет нам ясно увидеть острую необходимость совершенствования технологии взаимодействия органов ОВД.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс совершенствования технологии взаимодействия органов ОВД должен осуществляться в таких направлениях, как:

- совершенствование фразеологии, используемой при связи органов ОВД по ГГС;
- переход от речевого к автоматизированному согласованию вопросов взаимодействия;
- разработка и внедрение таких структуры воздушного пространства, рубежей приема-передачи ответственности между органами ОВД, схем прибытия и вылета ВС, а также схем захода на посадку, которые заведомо будут бесконфликтными;
- уведомление органов ОВД смежных секторов плановой информацией, расчетным и фактическим временем (время запуска двигателей ВС, начала руления, прохождения ПОД-в и т. д.) в режиме реального времени;
- стандартизированная технология взаимодействия между органами ОВД узлового диспетчерского района;
- совершенствование отечественной нормативно-правовой базы, регламентирующей взаимодействие органов ОВД аэроузла, органов ОВД гражданской и ведомственной авиации в соответствии с рекомендациями ИКАО.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вопросы расследования авиационных событий с факторами организации воздушного движения (ОрВД): монография / под ред. С.А. Сулаева; ОРАП. М.: Авиаиздат, 2015. 435 с.
2. **Борсоев В.А.** Принятие решения в задачах управления воздушным движением. Методы и алгоритмы / Г.Н. Лебедев, В.Б. Малыгин, Е.Е. Нечаев, А.О. Никулин, Пхон Чжо Тин. М.: Радиотехника, 2018. 432 с.
3. **Хашагульгов Р.А.-М., Ходор М.А.** Частная авиация – новая угроза безопасности воздушного движения в России // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2015. Т. 7, № 3. С. 22–26.
4. **Малыгин В.Б., Нечаев Е.Е.** Метод снижения конфликтности на стандартных маршрутах вылета и прибытия // Научный Вестник МГТУ ГА. 2014. № 209(11). С. 117–123.
5. **Скрышник О.Н.** Обеспечение посадки воздушных судов на основе синхронной системы обмена данными // Вестник ИрГТУ. 2009. № 4(40). С. 202–204.
6. **Акзигитов А.Р., Акзигитов Р.А.** Существующая система CNS/ATM: ее структура, недостатки и перспективы развития // Решетневские чтения. 2010. Т. 1, № 14. С. 271–272.
7. **Турков А.Н., Чехов И.А., Нечаев Е.Е.** Вероятностный метод определения пропускной способности в системе УВД // Научный Вестник МГТУ ГА. 2015. № 221(11). С. 148–152.
8. **Исаев В.К., Золотухин В.В.** Построение плоских маневров воздушных судов для обеспечения безопасности воздушного движения // Вестник ННГУ. 2011. № 4(5). С. 2205–2206.
9. **Панферов В.В.** Подходы к решению задач траекторного управления в активной системе организации воздушного движения / А.П. Плясовских, Ю.Е. Хорошавцев, В.В. Купин // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 6(43). С. 64–69.
10. **Реутович Г.А.** Обслуживание воздушного движения: учебное пособие. М.: Институт аэронавигации, 2013.
11. **Лебедев Г.Н., Малыгин В.Б., Михайлин Д.А.** Постановка и решение задачи оперативной коррекции потоков прилета и вылета воздушных судов в районе аэродрома с помощью генетического алгоритма // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 4. С. 8–17.
12. **Нечаев Е.Е., Суринт П.С.** Анализ организации воздушного движения на аэродромах с низкой интенсивностью полетов в зарубежных странах // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 4. С. 59–68.



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Кулаков Михаил Викторович**, аспирант МГТУ ГА, mihail-sev@mail.ru.

**Чехов Игорь Анатольевич**, кандидат военных наук, доцент кафедры управления воздушным движением МГТУ ГА, i.chehov@mstuca.aero.

## ANALYSIS OF THE COORDINATION TECHNOLOGY BETWEEN ATC AT THE BOUNDARIES OF CONTROL EXCHANGE

**Mikhail V. Kulakov<sup>1</sup>, Igor A. Chekhov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia*

### ABSTRACT

Due to the constantly increasing intensity of the air traffic flow, the capacity of a particular sector of airspace reaches its predetermined value. More than 60% of all air traffic of the Russian Federation falls on the Moscow airspace and its intensity is constantly growing. The effective organization of air traffic in an aviation hub control area depends on the ability of air traffic controllers to correctly align the order of arrival and departure of aircraft with the existing traffic intensity, prohibitions and restrictions, meteorological conditions and other factors. This article considers the problematic aspects of the coordination between ATC units, leading to delays in departing and approaching aircraft, affecting the safety, efficiency and regularity of air traffic. The rules of coordination between adjacent ATC sectors, providing aerodrome dispatching service in the Russian Federation are described. The description of the coordination process between the Ostafievo Airport ATCs and the controllers of adjacent dispatch centers is given. These adjacent ATCs are the following: the Vnukovo-Radar, the Domodedovo-Radar, the FIS Vnukovo-1 and the FIS Vnukovo-2, also the ATC Tower of the state aviation. The analysis of the existing technology of ATC coordination in one aviation hub is carried out. Recommendations for improving the effectiveness of the coordination system between ATC units are presented.

**Key words:** Air Traffic Control, aircraft, airfield, capacity, aviation hub, coordination between Air Traffic Controllers.

### REFERENCES

1. *Voprosy rassledovaniya aviatsionnyh sobytii s faktorami organizatsii vozdušnogo dvizheniya (OrVD)* [Questions of investigation of aviation events with factors of air traffic management (air traffic management)]. *Monografiya* [The monograph] / *Pod red. S.A. Sulaeva; ORAP* [Ed. S.A. Sulaev; ORAP]. Moscow: Aviaizdat, 2015. 435 p. (in Russian)
2. **Borsoev, V.A., Lebedev, G.N., Malygin, V.B., Nechaev, E.E., Nikulin, A.O. and Tin, Pkhon Chzho.** (2018). *Prinyatie resheniya v zadachakh upravleniya vozdušnym dvizheniyem. Metody i algoritmy* [Decision Making in Air Traffic Management Tasks. Methods and Algorithms]. Moscow: Radiotekhnika, 432 p. (in Russian)
3. **Khashagulgov, R.A.-M. and Khodor, M.A.** (2015). *Chastnaya aviatsiya – novaya ugroza bezopasnosti vozdušnogo dvizheniya v Rossii* [Private aviation is a new threat to air traffic safety in Russia]. H&ES Research, vol. 7, no. 3, pp. 22–26. (in Russian)
4. **Malygin, V.B. and Nechaev, E.E.** (2014). *Metod snizheniya konfliktnosti na standartnikh marshrutakh vileta i pribitiya* [Method of reducing conflicts on standard departure and arrival routes]. Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation, vol. 11, no. 209, pp. 117– 123 p. (in Russian)
5. **Skrypnik, O.N.** (2009). *Obespechenie posadki vozdušnyh sudov na osnove sinkhronnoy sistemy obmena dannymi* [Securing of aircraft landing based on synchronous system of data exchange]. Proceedings of Irkutsk State Technical University, vol. 4, no. 40, pp. 202–204. (in Russian)

6. **Akzigitov, A.R. and Akzigitov, R.A.** (2010). *Sushchestvuyushchaya sistema CNS/ATM: ee struktura, nedostatki i perspektivy razvitiya* [CNS/ATM system: its structure, drawbacks and future development]. *Reshetnevskie chteniya*, vol. 1, no. 14, pp. 271–272. (in Russian)
7. **Turkov, A.N., Chekhov, I.A. and Nechaev, E.E.** (2015). *Veroyatnostnyy metod opredeleniya propusknoy sposobnosti v sisteme UVD* [Probabilistic method to determine the capacity of the ATC system]. *Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation*, no. 221, pp. 148–152. (in Russian)
8. **Isaev, V.K. and Zolotukhin, V.V.** (2011). *Postroenie ploskikh manevrov vozdushnykh sudov dlya obespecheniya bezopasnosti vozdushnogo dvizheniya* [Construction of plane maneuvers of aircraft for air traffic safety]. *Vestnik NNGU*, vol. 4, no. 5, pp. 2205–2206. (in Russian)
9. **Panferov, V.V., Plyasovskikh, A.P., Khoroshavtsev, YU.E. and Kupin, V.V.** (2012). *Podkhody k resheniyu zadach traektorного upravleniya v aktivnoy sisteme organizatsii vozdushnogo dvizheniya* [Approaches to solving trajectory management tasks in active air traffic management system]. *Transport Rossiyskoy Federatsii* [Transport of the Russian Federation], vol. 6, no. 43, pp. 64–69. (in Russian)
10. **Reutovich, G.A.** (2013). *Obsluzhivanie vozdushnogo dvizheniya* [Service of air traffic]. *Uchebnoe posobie* [Manual]. Moscow: Institut aeronavigatsii. (in Russian)
11. **Lebedev, G.N., Malygin, V.B. and Mikhaylin, D.A.** (2017). *Postanovka i reshenie zadachi operativnoy korrektsii potokov prileta i vyleta vozdushnykh sudov v rayone aerodroma s pomoshchyu geneticheskogo algoritma* [Problem setting and solution of the response correction of arrival and departure of air traffic flow in the vicinity of the field by means of the genetic algorithm]. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 20, no. 4, pp. 8–7. (in Russian)
12. **Nechaev, E.E. and Surint, P.S.** (2017). *Analiz organizatsii vozdushnogo dvizheniya na aerodromakh s nizkoy intensivnostyu poletov v zarubezhnykh stranakh* [Analysis of air traffic control management at airports with low flight intensity in foreign countries]. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 20, no. 4, pp. 59–68. (in Russian)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Mikhail V. Kulakov**, Post-graduate student, Moscow State Technical University of Civil Aviation, mihail-sev@mail.ru.

**Igor A. Chekhov**, Candidate of National Defense Sciences, Associate Professor of the Air Traffic Management Chair, Moscow State Technical University of Civil Aviation, i.chehov@mstuca.aero.

Поступила в редакцию 16.03.2018  
Принята в печать 18.09.2018

Received 16.03.2018  
Accepted for publication 18.09.2018