

УДК 656.7

DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-6-31-42

## АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ «СИНХРОН» АЭРОПОРТА ШЕРЕМЕТЬЕВО В СЛОЖНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Е.Е. НЕЧАЕВ<sup>1</sup>, А.О. НИКУЛИН<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Международный аэропорт Шереметьево, г. Москва, Россия

Работа выполнена при материальной поддержке РФФИ (грант № 16-08-00070)

Система совместного принятия решений в аэропорту (A-CDM) – это инструмент для совместного управления процессами в соответствии с согласованными процедурами для повышения эффективности работы всех партнеров в любых ситуациях. Система A-CDM для аэропорта является звеном в цикле процессов управления прилетающим и вылетающим потоками воздушных судов, наземным обслуживанием и управлением по маршрутам полета. Внедрение элемента A-CDM «Неблагоприятные условия» в аэропорту Шереметьево позволяет контролировать снижение пропускной способности аэропорта и облегчает процесс быстрого ее восстановления. Данные по повышению показателей прогнозируемости после внедрения элемента A-CDM «Неблагоприятные условия» в аэропорту Шереметьево следующие: прогнозируемость времени посадки воздушного судна (ВС) – 98,7 % (повышение на 12,9 %); прогнозируемость времени занятости места стоянки (МС) – 93,1 % (повышение на 17,1 %); прогнозируемость времени руления ВС – 92,6 % (повышение на 2,5 %); прогнозируемость времени отправления ВС – 97,2 % (повышение на 2,1 %); пунктуальность отправления ВС по расписанию – 83,55 % (повышение на 0,3 %); пунктуальность отправления ВС по расчетному времени – 94 % (повышение на 1,2 %); количество задержанных рейсов более 15 мин – 16,45 % (сокращение на 22,6 %); среднее время руления от посадки до прибытия ВС – 7,5 мин (сокращение на 7 %); среднее время руления от отправления до взлета ВС – 11,9 мин (сокращение на 3 %). Разработанное совместно с ПАО «Аэрофлот» и специалистами Шереметьевского центра ОВД «Соглашение об утверждении сценариев расчета взлетно-посадочных операций для обеспечения максимального значения пропускной способности комплекса ИВПП» привязано к уровню изменения пропускной способности, что повышает гибкость системы планирования.

**Ключевые слова:** система совместного принятия решений в аэропорту (A-CDM), сложные метеорологические условия, аэропорт.

### ВВЕДЕНИЕ

Зимний период работы любого аэропорта всегда характеризуется сложными метеорологическими условиями и опасными явлениями (ливневой снег, замерзающий дождь и т. п.), которые могут нарушить нормальное функционирование аэропорта и снизить его пропускную способность до уровня, который будет существенно ниже, чем при работе в штатном режиме [1, 2, 9–11].

Перечень наиболее значимых прогнозируемых неблагоприятных условий:

- погода и соответствующее состояние взлетно-посадочной полосы и рулежных дорожек;
- ветер, который оказывает особенно сильное влияние на выполнение взлетно-посадочных операций.

Состояние погоды и ветра в основном и определяет пропускную способность аэродрома, которая возможна в данный период времени в аэропорту.

Необходимость проведения противообледенительной обработки воздушных судов (ВС) также сказывается на пропускной способности.

Сложные метеорологические условия могут быть оценены с более или менее высокой точностью на основании метеопрогнозов, а их влияние и возможные последствия предсказаны на основании опыта работы персонала аэропорта. Поэтому при формировании мероприятий по работе аэропорта в неблагоприятных метеоусловиях требуется расширенное планирование.

В европейских аэропортах при наступлении сложных метеорологических условий и опасных метеоявлений отменяются сотни рейсов, десятки тысяч пассажиров скапливаются в терминалах в ожидании возможности улететь по своему направлению, что подтверждается негативными отзывами в прессе и социальных сетях<sup>1</sup>.

В Европе 26 аэропортов под руководством Евроконтроля полностью внедрили систему совместного принятия решений (A-CDM)<sup>2</sup>, но реализованные мероприятия не всегда спасают от сбойной ситуации. Большинство аэропортов разработало определенные процедуры и определило конкретные меры при работе в неблагоприятных условиях. На данный момент не все процедуры одинаково эффективны, и они часто применяются непоследовательно или без надлежащей координации между партнерами, задействованными в процессе обеспечения полетов.

Влияние прогнозируемых неблагоприятных условий в европейских аэропортах сопоставимо с различными «аварийными уровнями». Для каждого аварийного уровня назначены определенные процедуры. Когда партнеры получают информацию о природе нарушения, им также направляется предупреждающее сообщение, соответствующее уровню возникающего неблагоприятного условия. Основным требованием при возникновении неблагоприятных условий является то, что все партнеры должны выполнять предварительно согласованные процедуры, соответствующим образом распределять свои ресурсы и сводить влияние неблагоприятных условий к минимуму.

На сегодняшний день не существует единой методики, которая позволила бы проанализировать эффективность процедур и идентифицировать области, которые нуждаются в улучшении. Однако есть определенные общие показатели, которые являются основой для всех процедур независимо от их локальных различий<sup>3</sup>.

Для эффективной работы аэропорта в сложных метеоусловиях необходимо:

- сформировать перечень процедур и мер для работы в неблагоприятных условиях или план действий в кризисных ситуациях;
- убедиться, что процедуры совпадают с процедурами, применимыми при работе в штатном режиме;
- убедиться, что все партнеры знакомы с процедурами;
- назначить руководителя, который будет ответственен за координацию действий.

<sup>1</sup> Hundreds of passengers stranded at Schiphol as snow disrupts planes, trains and roads [Электронный ресурс] // Dutchnews.nl. Режим доступа: <http://www.dutchnews.nl/news/archives/2017/12/hundreds-of-passengers-stranded-at-schiphol-as-snow-disrupts-planes-trains-and-roads/> (дата обращения: 31.08.2018); Calder S. British airways: 50,000 passengers stranded after de-icing meltdown at Heathrow [Электронный ресурс] // Independent. Режим доступа: <http://www.independent.co.uk/travel/news-and-advice/british-airways-50000-passengers-stranded-de-icing-meltdown-heathrow-delays-diversions-a8102761.html> (дата обращения: 30.08.2018); Burrows T. Airports plunged into snow meltdown: Thousands of British Airways, Emirates, easyJet and Ryanair passengers are stranded around world as weather sparks chaos [Электронный ресурс] // Mail online. Режим доступа: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-5166433/Airports-plunged-snow-meltdown.html> (дата обращения 29.08.2018); Haag M. Passengers Face Hours-long Delays as Snowstorm Snarls Heathrow Airport [Электронный ресурс] // The New York Times. Режим доступа: <https://www.nytimes.com/2017/12/10/travel/heathrow-airport-snow-delays.html> (дата обращения: 28.08.2018); Snow disrupts schools, travel in UK, Netherlands [Электронный ресурс] // Reuters. Режим доступа: <https://www.reuters.com/article/us-netherlands-britain-weather/snow-disrupts-schools-travel-in-uk-netherlands-idUSKBN1E51R1> (дата обращения: 28.08.2018).

<sup>2</sup> Проект документа Евроконтроля по A-CDM [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.eurocontrol.int/articles/airport-collaborative-decision-making-cdm> (дата обращения: 28.08.2018).

<sup>3</sup> Информационный бюллетень FlightStats [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.flightstats.com/company/monthly-performance-reports/airports/> (дата обращения: 02.09.2018).

Специалисты аэропорта Шереметьево совместно с ПАО «Аэрофлот» и ФГУП ГК ОрВД проанализировали практику работы зарубежных аэропортов по применению процедур минимизации неблагоприятных последствий.

Для этих целей разработаны и внедрены инструменты эффективного управления аэропортом:

- элементы концепции системы совместного принятия решений (A-CDM);
- методики взаимодействия аэропорта, операторов, эксплуатантов ВС и ГК ОрВД по управлению действиями на аэродроме;
- алгоритмы действий персонала при работе аэродрома Шереметьево в условиях сильного бокового ветра, грозы над аэродромом, корректировки сроков закрытия взлетно-посадочных полос с искусственным покрытием (ИВПП) на очистку и снижения пропускной способности аэродрома.

Внедрение элемента A-CDM «Неблагоприятные условия» в аэропорту Шереметьево позволяет контролировать снижение пропускной способности и облегчает процесс быстрого ее восстановления. Внедрение данного элемента гарантирует, что противообледенительная обработка на месте стоянки становится частью общего процесса наземного обслуживания воздушного судна. Время, необходимое для проведения противообледенительной обработки, учитывается в расчетах различных плановых временных показателей.

Данные по повышению показателей прогнозируемости после внедрения элемента A-CDM «Неблагоприятные условия» в аэропорту Шереметьево следующие:

- прогнозируемость времени посадки ВС – 98,7 % (повышение на 12,9 %);
- прогнозируемость времени занятости места стоянки (МС) – 93,1 % (повышение на 17,1 %);
- прогнозируемость времени руления ВС – 92,6 % (повышение на 2,5 %);
- прогнозируемость времени отправления ВС – 97,2 % (повышение на 2,1 %);
- пунктуальность отправления ВС по расписанию – 83,55 % (повышение на 0,3 %);
- пунктуальность отправления ВС по расчетному времени – 94 % (повышение на 1,2 %);
- количество задержанных рейсов более 15 минут – 16,45 % (сокращение на 22,6 %);
- среднее время руления от посадки до прибытия ВС – 7,5 мин (сокращение на 7 %);
- среднее время руления от отправления до взлета ВС – 11,9 мин (сокращение на 3 %).

Разработанное совместно с ПАО «Аэрофлот» и специалистами Шереметьевского центра ОВД «Соглашение об утверждении сценариев расчета взлетно-посадочных операций для обеспечения максимального значения пропускной способности комплекса ИВПП» не связано с определенным видом неблагоприятных метеоусловий, а привязано к уровню изменения пропускной способности, что повышает гибкость системы планирования.

Оперативное управление производственной деятельностью в аэропорту Шереметьево осуществляется Центром управления аэропортом (ЦУА). ЦУА включает в себя представителей 15 ключевых подразделений аэропорта, а также сторонних операторов, авиакомпаний и госорганов. ЦУА, созданный с учетом лучших европейских стандартов по управлению производственной деятельностью, является уникальным объектом для аэропортов России.

При работе в штатных и нештатных ситуациях ЦУА отвечает за:

- организацию и координацию работы всех участников (аэропорта, авиакомпаний, государственных органов и операторов);
- стратегическое и тактическое планирование деятельности аэропорта;
- выявление и прогнозирование факторов, способных привести к сбою в работе;
- оперативное информирование всех участников;
- принятие стратегических решений в сбойных ситуациях;

- проведение тренировок по отработке действий персонала, партнеров и государственных органов в сбойных и чрезвычайных ситуациях;
- подготовку к работе и управление деятельностью.

Оперативным ответственным за координацию деятельности обслуживающих операторов и производственных процессов является сменный начальник аэропорта ЦУА, досконально знающий процедуры при работе в неблагоприятных условиях и взаимодействующий с лицами, заинтересованными в данном вопросе и принимающими необходимые решения.

Сменный начальник аэропорта и применяемые процедуры элемента А-СДМ «Неблагоприятные условия» играют центральную роль в выполнении обязательств по информированию Центра ОВД о снижении пропускной способности аэропорта или о повышении вероятности дальнейшего ее снижения, что может оказать положительное влияние на работу всей сети организации потоков воздушного движения (ОПВД).

Даже если для неблагоприятных условий были назначены стандартные процедуры, часто возникает необходимость в их утверждении, особенно если фактическая ситуация немного отличается от той, которая была спрогнозирована. Органом оперативных действий и решений в сбойной ситуации в аэропорту Шереметьево является оперативный штаб. Работа оперативного штаба с использованием имеющихся инструментариев, методик и технологий позволяет в кратчайшие сроки устранить развитие сбойной ситуации и обеспечить качественное обслуживание пассажиров.

С целью поддержания готовности персонала структурных подразделений аэропорта, операторов, авиакомпаний и органов организации воздушного движения (ОВД) в аэропорту Шереметьево еженедельно проводятся специальные тренировки по действиям в нештатных и сбойных ситуациях:

- 17 видов специальных тренировок (отработка нештатных и сбойных ситуаций);
- 7 видов специальных тренировок (отработка аварийного плана).

Действия участников тренировок регламентированы:

- 12 алгоритмами;
- 93 контрольными листами.

Качественная подготовка персонала является одним из ключевых моментов эффективной работы в сбойных ситуациях, поэтому тренировки проводятся по утвержденным сценариям с привлечением рядовых работников и руководителей организаций.

## **МЕРОПРИЯТИЯ В АЭРОПОРТУ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

Для обеспечения соответствующей пропускной способности каждый аэропорт имеет набор технических ресурсов, доступность которых контролируется. Если уровень доступности ресурсов изменяется, то оценивается влияние такого изменения на пропускную способность аэродрома. Данная информация в аэропорту Шереметьево незамедлительно распространяется среди всех партнеров А-СДМ.

При прогнозировании неблагоприятных погодных условий на предтактическом этапе планирования полетов сменный начальник аэропорта организует мероприятия по планированию деятельности аэропорта в период прогнозируемых сложных метеорологических условий.

Для этих целей обеспечивается:

- сбор и сопоставление важной информации о сложных метеоусловиях (прогноз от ФГБУ ГАМЦ ТАФ/SPECI (рис. 1), табель выделения ресурсов и резервы), влияющей на снижение пропускной способности аэропорта;
- принятие совместных решений на более высоком уровне, касающихся деятельности аэропорта в период неблагоприятных условий;
- определение ограничивающих факторов, оказывающих максимальное влияние на пропускную способность аэропорта;

- оповещение производственных подразделений и обслуживающих операторов о событии;
- оповещение эксплуатантов ВС и операторов о прогнозируемых условиях и мероприятиях в аэропорту средствами электронной почты и телеграфных каналов связи;
- проведение анализа суточного плана полетов и прогнозируемой пропускной способности аэропорта;
- определение значения пропускной способности комплекса ИВПП по согласованным сценариям с ФГУП ГК ОрВД;
- опубликование НОТАМ о сложных метеорологических условиях и снижении пропускной способности аэродрома;
- корректировка суточного плана полетов совместно с эксплуатантами ВС в соответствии с пропускной способностью аэродрома.

На тактическом этапе планирования полетов сменный начальник аэропорта организует мероприятия по планированию и координированию деятельности в период сложных метеорологических условий.

Для этих целей обеспечивается:

- проведение постоянного контроля над влиянием фактических погодных условий на пропускную способность аэродрома (рис. 1);
- оценка и объявление фактической пропускной способности аэропорта, а при необходимости ее корректировка;
- проведение телефонных переговоров с эксплуатантами ВС, обслуживающими операторами и производственными подразделениями аэропорта;
- постановка задач, определение резервов ресурсов, доведение планируемых мероприятий до всех партнеров;
- координирование запуска по мере необходимости специальных процедур и решений;
- контроль над партнерами по применению согласованных в аэропорту процедур;
- оперативная корректировка суточного плана полетов;
- предоставление соответствующим сторонам информации о текущей ситуации в аэропорту;
- проведение анализа и оценка выполнения процедур и действий партнеров;
- определение времени восстановления работоспособности аэропорта после неблагоприятных условий по согласованным ключевым показателям эффективности.

## ПОДГОТОВКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ К ВЫЛЕТУ

Основные процессы A-CDM в аэропорту начинаются с момента поступления данных о расчетном времени посадки ВС. При поступлении точных данных о расчетном времени посадки ВС в IT-платформу A-CDM, информация обрабатывается и распространяется всем партнерам для планирования своих операций и предоставления информации по модифицированным временам.

От расчетного времени посадки ВС, с учетом индивидуализированного времени руления, вычисляется время прибытия ВС на стоянку. Определяется технологическое время наземного обслуживания ВС и плановое время отправления ВС с места стоянки.

С учетом индивидуализированного времени руления ВС на вылет и пропускной способности комплекса ИВПП от планового времени отправления ВС с места стоянки вычисляется расчетное время взлета, которое распространяется всем партнерам для планирования своих операций.

Интерфейс суточного плана полетов в центральной аэропортовой базе данных (ЦАБД) «Синхрон» для прилетающих рейсов предоставляет партнерам по A-CDM модифицированную информацию о статусе прилетающих рейсов, местоположении, расчетном и фактическом вре-

мени посадки и прибытия на МС. Расчетное время посадки постоянно обновляется от момента входа в Московскую зону до окончательного захода на посадку. Эти данные позволяют операторам более точно спрогнозировать распределение ресурсов для обслуживания прилетающего рейса и определить скорректированное время отправления ВС с места стоянки, если фактическое время прибытия ВС отличается от времени по расписанию. Эксплуатанты ВС могут заблаговременно скорректировать ротацию ВС и спрогнозировать время отправления ВС при ожидании групп трансферных пассажиров.

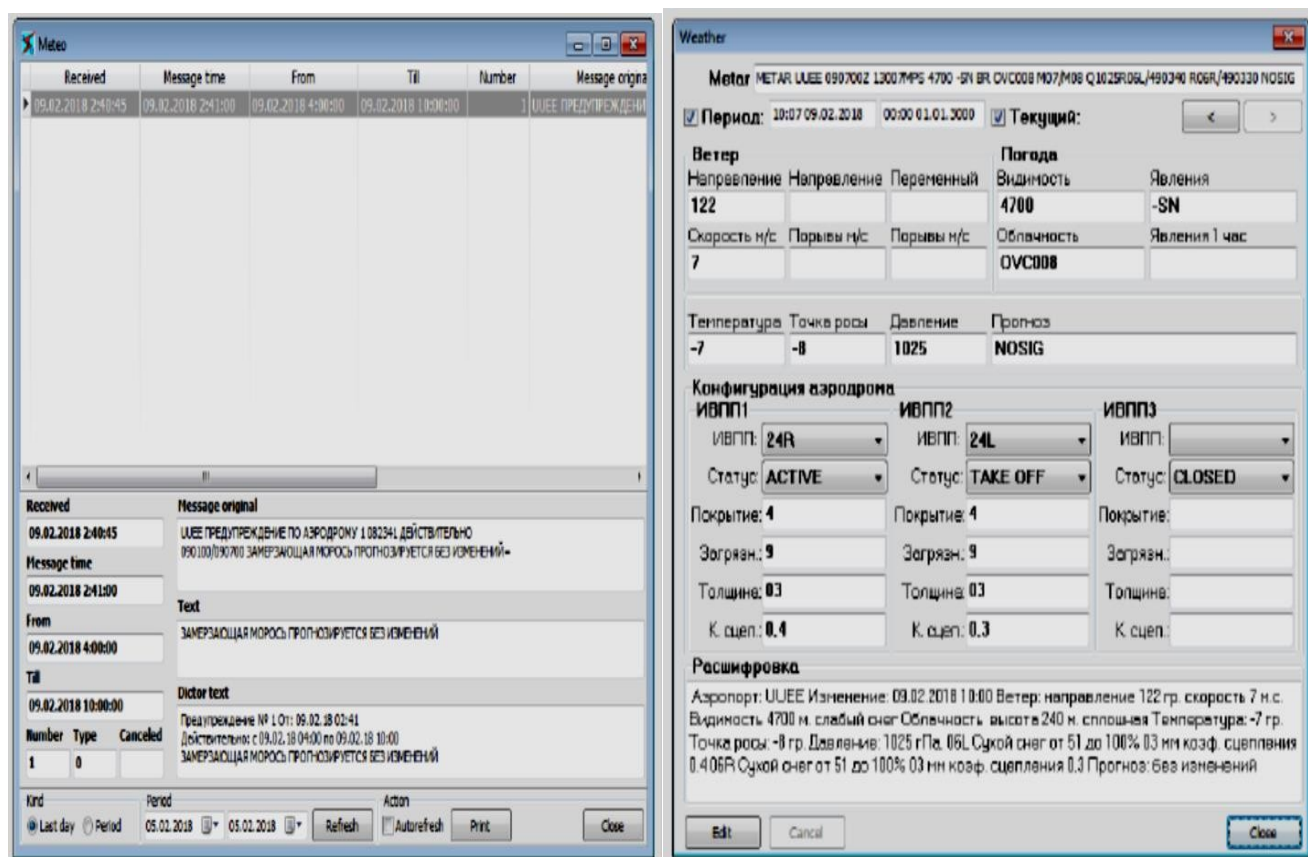


Рис. 1. Интерфейсы «Синхрон». Сводки METAR/SPECI  
Fig. 1. Interfaces "Synchron". Reports METAR/SPECI

Если расчетное время прибытия ВС раньше времени по расписанию, то в стрипе прилетного рейса отображается информация о занятости места стоянки, что позволяет диспетчеру, ответственному за распределение МС, своевременно назначить новое место стоянки непунктуально прибывающему рейсу и проинформировать всех партнеров А-СДМ.

Интерфейс суточного плана полетов в ЦАБД «Синхрон» для вылетающих рейсов предоставляет партнерам по А-СДМ модифицированную информацию о статусе рейсов: время начала наземного обслуживания ВС, готовность ВС к посадке пассажиров и окончание посадки, разрешение АТC Clearance, целевое и фактическое время запроса, подтверждения запуска двигателей, целевое и фактическое время руления, отправления и взлета, плановое и фактическое время противообледенительной обработки ВС и т. п.

На основании данных по прилетающему рейсу вычисляется минимальное время разворота ВС и определяется целевое время отправления и запуска двигателей, которое доводится до заинтересованных партнеров для дальнейшего планирования операций в зоне своей ответственности.

Данные о фактической пропускной способности комплекса ИВПП при публикации НОТАМ, ввода интервалов, ограничивающих вылет, ограничений по боковой составляющей ветра по типам ВС и/или снижении пропускной способности при закрытии одной из полос на очистку, оперативно предоставляются партнерам по А-СДМ через интерфейс Day Runway в ЦАБД «Синхрон». Расчет текущей пропускной способности комплекса ИВПП производится автоматически при вводе данных, ограничивающих пропускную способность ВПП, методом дифференцированной оценки «скользящего часа» с учетом безопасных временных интервалов по турбулентности спутного следа.

Дополнительно через интерфейс Day Runway распространяется информация по сводке METAR (бегущая строка), о статусе рейсов на прилет и вылет, приоритетах авиакомпаний по очередности вылета рейсов.

### **ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

Противообледенительная обработка оказывает существенное влияние на пропускную способность аэропорта Шереметьево и делает ее важным элементом при работе в неблагоприятных условиях.

Чтобы сформировать эффективную последовательность действий в случае необходимости проведения противообледенительной обработки, партнерам выдается следующая информация:

- планируемое (целевое) время начала движения ВС;
- планируемое (целевое) время получения разрешения к запуску двигателей;
- расчетное/ожидаемое/планируемое (целевое) время взлета;
- место проведения противообледенительной обработки ВС (на месте стоянки или удаленно);
- тип воздушного судна.

Для учета времени, затрачиваемого на противообледенительную обработку, определены дополнительные важные временные параметры:

- назначенное/расчетное/фактическое время готовности ВС к противообледенительной обработке;
- назначенное/расчетное/фактическое время начала противообледенительной обработки ВС;
- назначенное/расчетное/фактическое время окончания противообледенительной обработки ВС;
- расчетное/фактическое время продолжительности противообледенительной обработки ВС.

Противообледенительная обработка ВС в аэропорту Шереметьево может проводиться на местах стоянки ВС или на удаленных специализированных площадках. В штатных условиях обработка ВС производится в основном на удаленных специализированных площадках. Но при необходимости массового облива ВС и в целях исключения создания очередей на маршрутах руления обработка ВС производится и на местах стоянки.

Противообледенительная обработка на месте стоянки в аэропорту Шереметьево – это часть процесса обслуживания ВС на стоянке, за данный процесс несет ответственность оператор, осуществляющий противообледенительную обработку и наземное обслуживание. Продолжительность противообледенительной обработки учитывается в качестве параметра при расчете планового времени отправления ВС.

По каждому рейсу оператор, осуществляющий наземное обслуживание ВС, предоставляет оператору, осуществляющему противообледенительную обработку ВС, предполагаемые временные значения, характеризующие момент, когда воздушное судно будет готово к прове-

дению противообледенительных мероприятий. Оператор, осуществляющий наземное обслуживание ВС, определяет последовательность проведения обработки для всех рейсов на основе предоставленных расчетных времен готовности ВС. Затем для каждого рейса оператор, осуществляющий противообледенительную обработку, определяет приблизительное время начала и продолжительности обработки ВС. Такая последовательность обработки обновляется в режиме реального времени, принимая во внимание текущий статус рейса.

Для конкретного рейса оператор, осуществляющий наземное обслуживание, определяет плановое время начала движения ВС. Центр управления аэропортом определяет последовательность отправки рейсов для противообледенительной обработки. В результате для каждого рейса определена величина планового времени разрешения запуска и расчетное значение времени начала противообледенительной обработки, эти оба расчетных параметра тесно связаны друг с другом, а также с расчетным временем выруливания с места стоянки.

### **АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПАРТНЕРАМИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЦЕДУР, СВЯЗАННЫХ С НЕБЛАГОПРИЯТНЫМИ МЕТЕОУСЛОВИЯМИ**

Для проведения анализа и оценки числа задержанных рейсов в аэропорту Шереметьево применяются следующие ключевые показатели эффективности.

1. Определение эффективности организации работы:
  - определение периода воздействия неблагоприятных условий: «время окончания действия неблагоприятных условий» – «время начала действия неблагоприятных условий»;
  - определение периода сниженной заявленной пропускной способности аэропорта (ПСА): «время окончания сниженной заявленной ПСА» – «время начала сниженной ПСА»;
  - сравнение длительности: «периода сниженной заявленной ПСА» с длительностью «периода действия неблагоприятных условий»;
  - определение времени возвращения к нормальной работе: «период нормальной заявленной ПСА» – «время окончания действия неблагоприятных условий»;
  - сравнение длительности: «периода возвращения к нормальной работе» с длительностью «периода действия неблагоприятных условий».
2. Определение числа рейсов, которые пострадали:
  - определение числа взлетно-посадочных операций (ВПО), которые не были выполнены в период действия неблагоприятных условий (включая отмены);
  - определение степени пунктуальности (прилет/вылет) в период действия неблагоприятных условий;
  - определение средней продолжительности задержки рейса (в минутах) в период действия неблагоприятных условий: «сумма задержек в минутах/количество задержанных рейсов».
3. Определение степени выполнения операций по наземному обслуживанию:
  - определение числа операций, которые не были выполнены в период действия неблагоприятных условий (включая отмены);
  - определение средней продолжительности задержки выполнения операций в период действия неблагоприятных условий.

За счет повышения точности прогнозирования времени выполнения операций в аэропорту повышается предсказуемость и точность данных для центра ОВД и всех заинтересованных сторон, что способствует сокращению задержек и затрачиваемого времени на планирование ресурсов. Система совместного принятия решений для аэропорта объединяет партнеров, работающих на территории аэродрома и принимающих решения, основываясь на более точной и бо-



лее качественной информации, где каждый бит информации имеет одинаковое значение для каждого участника.

Реализация технологий CDM позволяет каждому партнеру, участвующему в применении данной системы, оптимизировать свои решения, принимая во внимание предпочтения и ограничения, а также реальную и прогнозируемую ситуацию.

На сегодняшний день при обслуживании воздушного движения применяется принцип приоритетности для прилетающего потока ВС. В штатных ситуациях данный принцип не оказывает критического влияния на работоспособность аэропорта при условии соответствующей пунктуальности и сбалансированного расписания полетов. При наступлении сложных метеоусловий центром ОВД вводятся ограничения для вылетающих рейсов. ВС начинают скапливаться на маршрутах руления, свободные и резервные места стоянок заполняются, и возникают *«инфраструктурные ограничения аэропорта»*.

В зарубежных аэропортах давно применяются технологии управления потоками воздушного движения (AMAN/DMAN). Под управлением понимается организация прилетающего и вылетающего потока ВС как непрерывность цикла для снятия критических нагрузок на инфраструктуру аэропорта и воздушного пространства за счет формирования конфигураций операций «посадка-взлет». В 1990-х годах это называли «схемой ипподром».

Технологии AMAN/DMAN позволяют регулировать (кратковременно задерживать) выполнение операций по взлету и посадке за счет назначения целевых времен (target landing time (TLDT) и calculated take off time (CTOT)/target take off time (TTOT)). За счет выполнения процедур слотирования, операций «взлет-посадка» и достигается непрерывность цикла, исключающего искусственное создание перегрузок инфраструктуры аэропорта и воздушного пространства в районе аэродрома.

Анализируя объемы перевозок и прогнозируя увеличение показателей в соответствии с тенденцией роста перевозок, аэропорт Шереметьево комплексно подходит к развитию инфраструктуры, полностью обеспечивающей спрос на авиаперевозки.

Развитие элементов инфраструктуры следующее:

2018 г.:

- терминал В с пропускной способностью 20 млн пассажиров в год;
- межтерминальный переход – пропускная способность 11,5 млн пассажиров в год;
- топливозаправочный комплекс – проектная мощность до 1 млн тонн в год;
- автоматизированный грузовой комплекс с пропускной способностью 380 тыс. тонн в год;
- ИВП-3 – до 90 взлетно-посадочных операций на аэродроме (комплекс из трех ВПП);

2019 г.: терминал С1 – пропускная способность до 20 млн пассажиров в год;

2024 г.: терминал С2 – пропускная способность до 10 млн пассажиров в год.

В целях оптимизации процессов обмена информацией о статусах рейсов и полетах с марта по июнь 2017 года специалистами АО «МАШ» и ООО «НИТА» проделана комплексная работа по отладке и тестированию сопряжения IT-платформы А-CDM (ЦАБД «Синхрон») и КСА УВД «Альфа» из состава РК «Москва-Резерв» в части сопряжения и обмена информацией о статусе рейсов. Внедренные мероприятия базируются на документах EUROCONTROL Specification for ATS Data Exchange Presentation (ADEXP) Edition 3.1, ED-145 и обеспечивают техническую возможность реализации процедур AMAN/DMAN.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При прогнозировании неблагоприятных метеоусловий необходимо проводить совместный с органами ОрВД/ОВД комплексный анализ прогнозируемой интенсивности движения ВС на аэродроме и в воздушном пространстве в рамках авиационного узла, а не только

одного аэропорта. По итогам анализа необходимо разрабатывать и в дальнейшем применять координирующие, а не ограничивающие меры, которые должны быть понятны всем участникам процесса.

Внедренные процедуры и действия партнеров должны выполняться, анализироваться и оцениваться после каждого случая наступления неблагоприятных условий. Цель мероприятий состоит в оценке эффективности, а именно: как долго удавалось поддерживать плановый уровень пропускной способности аэропорта и как близко было значение времени «возврата к нормальной пропускной способности».

С целью предотвращения возникновения сбойной ситуации или скорейшей ее локализации в период сложных метеоусловий в аэропорту Шереметьево внедрены инновационные технологии и IT-решения, методики и сценарии управления производственной деятельностью по всем видам сбойных ситуаций [3–8].

Применяемые IT-решения обеспечивают:

- единое информационное поле для работы всех операторов в аэропорту;
- мониторинг работы аэропорта более чем по 900 параметрам при работе в штатных и сбойных ситуациях;
- оперативное информирование всех партнеров с принятием необходимых производственных решений;
- формирование единой базы данных по выявленным и отремонтированным участкам аэродромных покрытий;
- обеспечение контроля текущего состояния искусственных покрытий аэродрома;
- прогнозирование и планирование объемов средств и ресурсов, требуемых для выполнения работ по текущему ремонту аэродромных покрытий.

Качественная подготовка персонала является одним из ключевых моментов эффективной работы аэропорта. Анализ, внедрение рекомендаций по результатам работы в сложных метеоусловиях, обучение персонала обеспечивают постоянное совершенствование процессов управления производственной деятельностью в условиях сбойной ситуации.

Работа оперативного штаба с использованием имеющегося инструментария, методик и технологий позволяет в кратчайшие сроки устранить развитие сбойной ситуации и обеспечить качественное обслуживание пассажиров.

Система совместного принятия решений в аэропорту (A-CDM) – это инструмент для совместного управления процессами в соответствии с согласованными процедурами для повышения эффективности работы всех партнеров в любых ситуациях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **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. С. 351–414.
2. **Никулин А.О., Попов А.А.** Внедрение процедур A-CDM в аэропорту Шереметьево // Научный Вестник МГТУ ГА. 2015. № 221. С. 68–80.
3. **Малыгин В.Б., Нечаев Е.Е.** Метод снижения конфликтности на стандартных маршрутах вылета и прибытия // Научный Вестник МГТУ ГА. 2014. № 209. С. 117–123.
4. **Пятко С.Г.** Повышение эффективности управления воздушным движением в Московской зоне ЕС ОрВД [Электронный ресурс] // Aviation explorer. Режим доступа: <https://www.aex.ru/docs/4/2017/12/22/2701> (дата обращения: 22.12.2017).
5. **Людмир А.В., Орлов В.С.** Имитационное моделирование динамической воздушной обстановки в управляемом воздушном пространстве // Прикладная информатика. 2014. № 5(53). С. 89–97.

6. Золотухин В.В., Исаев В.К., Давидсон Б.Х. Некоторые актуальные задачи управления воздушным движением // Труды МФТИ. 2009. Т. 1, № 3. С. 94–114.
7. Ozlem Sahin Meric. Optimum Arrival Routes for Flight Efficiency // Journal of Power and Energy Engineering. 2015. № 3. С. 449–452.
8. Paninski L. Design of experiments via information theory / ed. S. Thrun, L.K. Saul, B. Schölkopf. Advances in Neural Information Processing Systems 16. MIT Press, 2004. Pp. 1319–1326.
9. Белинский И.А., Смородов Ю.А., Соколов В.С. Зимнее содержание аэродромов. М.: Транспорт, 1982. 158 с.
10. Часовников В.Г. Исследование глиссирования колес самолетов на мокрых аэродромных покрытиях: дис. ... канд. техн. наук. Л., 1972.
11. Gerthoffert J. Modelling of aircraft braking coefficient from IMAG friction measurements / C. Grosjean, V. Cerezo, Minh-Tan. Do // Airports in Urban Networks. 2014. Paris.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Нечаев Евгений Евгеньевич**, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой управления воздушным движением МГТУ ГА, [eenetchaev@mail.ru](mailto:eenetchaev@mail.ru).

**Никулин Андрей Олегович**, первый заместитель генерального директора международного аэропорта Шереметьево по производству, [nao@svo.aero](mailto:nao@svo.aero).

## THE ANALYTICAL TREATMENT OF THE SYSTEM "SYNCHRON" AT SHEREMETYEVO AIRPORT IN ADVERSE WEATHER CONDITIONS

**Evgeniy E. Nechaev<sup>1</sup>, Andrey O. Nikulin<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>*Sheremetyevo international airport, Moscow, Russia*

### ABSTRACT

The study was conducted with support of the Russian Foundation for Basic Research, grant № 16-08-00070

Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) is a collaborative process management tool in accordance with agreed procedures to improve the performance of all partners in all situations. The A-CDM system for the airport is a part in the control process cycle of arriving and departing aircraft flows, ground handling operation and management along the routes of the flight. The introduction of the A-CDM element "Adverse Conditions" at Sheremetyevo airport makes it possible to control the reduction of the airport capacity and facilitates the process of its rapid recovery. Data on the increase in predictability after the introduction of the element A-CDM "Adverse Conditions" at Sheremetyevo airport are: predictability time of the landing aircraft is – 98.7% (increased by 12.9%); predictability time of employment parking areas (PA) is – 93.1% (increased by 17.1%); predictability time of the taxiing aircraft is – 92.6% (increase by 2.5%); predictability of the departure time of the aircraft – 97.2% (increased by 2.1%); punctuality of scheduled the aircraft departure – 83.55% (increase by 0.3%); punctuality of the departure aircraft at the estimated time – 94% (increased by 1.2%); number of delayed flights more than 15 minutes – 16.45% (decrease by 22.6%); average taxiing time from planting to the arrival – 7.5 minutes (a reduction of 7%); average taxiing time from the departure to take-off aircraft – 11.9 min (decrease by 3%). "The agreement on approval of scenarios for calculating take-off and landing operations to ensure the maximum capacity of the runway complex" was developed jointly PJSC "Aeroflot" and the specialists of Sheremetyevo ATC center, is tied to the level of capacity change, which increases the flexibility of the planning system.

**Key words:** Airport Collaborative Decision Making (A-CDM), adverse weather conditions, an airport.

## REFERENCES

1. **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., pp. 351–414. (in Russian)
2. **Nikulin, A.O. and Popov, A.A.** (2015). *Vnedrenie protsedur A-CDM v aeroportu Sheremetevo* [Implementation of A-CDM procedures at Sheremetyevo airport]. The Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation, no. 221, pp. 68–80. (in Russian)
3. **Malygin, V.B. and Nechaev, E.E.** (2014). *Metod snizheniya konfliktnosti na standartnikh marshrutakh vyleta i pribitiya* [Method of conflict resolution on standard departure and arrival routes]. The Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation, no. 209, pp. 117–123. (in Russian)
4. **Pyatko, S.G.** (2017). *Povishenie effektivnosti upravleniya vozdušnim dvizheniem v Moskovskoy zone ES OrVD* [Improving the efficiency of air traffic management in Moscow zone of the ATM]. Aviation explorer. URL: <https://www.aex.ru/docs/4/2017/12/22/2701> (accessed 22.12.2017). (in Russian)
5. **Lyudomir, A.V. and Orlov, V.S.** (2014). *Imitatsionnoe modelirovanie dinamicheskoy vozdušnoy obstanovki v upravlyaemom vozdušnom prostranstve* [Simulation modeling of dynamic air conditions in controlled airspace]. *Prikladnaya informatika* [Applied Informatics], vol. 5, no. 53, pp. 89–97. (in Russian)
6. **Zolotukhin, V.V., Isaev, V.K. and Davidson, B.Kh.** (2009). *Nekotorye aktualnye zadachi upravleniya vozdušnym dvizheniem* [Some actual problems of air traffic control]. Proceedings of MIPT, vol. 1, no. 3. pp. 94–114. (in Russian)
7. **Ozlem, Sahin Meric** (2015). *Optimum Arrival Routes for Flight Efficiency*. Journal of Power and Energy Engineering, no. 3, pp. 449–452.
8. **Paninski, L.** (2004). *Design of experiments via information theory*. Ed. S. Thrun, L.K. Saul and B. Schölkopf. Advances in Neural Information Processing Systems 16, pp. 1319–1326. MIT Press.
9. **Belinskiy, I.A., Smorodov, Yu.A. and Sokolov, V.S.** (1982). *Zimnee soderzhanie aerodromov* [Winter maintenance of airfields]. Moscow: Transport, 158 p. (in Russian)
10. **Chasovnikov, V.G.** (1972). *Issledovanie glissirovaniya koles samoletov na mokryikh aerodromnykh pokryitiyakh: dis. ... kand. tehn. nauk* [Research glissirovaniya wheels of planes on wet air field coverings: the dissertation of a Cand. Tech. Sci.]. Leningrad. (in Russian)
11. **Gerthoffert, J., Grosjean, C., Cerezo, V. and Do, Minh-Tan.** (2014). *Modelling of aircraft braking coefficient from IMAG friction measurements*. Airports in Urban Networks. Paris.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Evgeniy E. Nechaev**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Air Traffic Management Chair, Moscow State Technical University of Civil Aviation, [eenetchaev@mail.ru](mailto:eenetchaev@mail.ru).

**Andrey O. Nikulin**, First Deputy General Director in Production of Sheremetyevo International Airport, [nao@svo.aero](mailto:nao@svo.aero).

Поступила в редакцию  
Принята в печать

09.02.2018  
20.11.2018

Received  
Accepted for publication

09.02.2018  
20.11.2018