

**ТРАНСПОРТ**

*05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте;*

*05.22.08 – Управление процессами перевозок;*

*05.22.13 – Навигация и управление воздушным движением;*

*05.22.14 – Эксплуатация воздушного транспорта*

УДК 351.814.3

DOI: 10.26467/2079-0619-2021-24-4-8-19

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛУЖБЫ  
ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ  
И АЭРОДРОМНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ АЭРОПОРТА**

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

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

В статье рассмотрен процесс взаимодействия службы обслуживания воздушного движения и аэродромно-технической службы аэропорта. В рамках анализа были рассмотрены процедуры взаимодействия при осмотре взлетно-посадочной полосы (ВПП) перед началом выполнения полетов, выполнением взлета и посадки воздушного судна, которые охватывают целый ряд совместных операций. Для каждой процедуры оценены затраты времени задержки воздушных судов. Оценка производилась путем синтеза хронологии взаимодействия служб в реальных условиях. На основе собранных данных построены блок-схемы взаимодействия служб обеспечения полетов аэропорта и службы обслуживания воздушного движения. Для наглядного сравнения существующей и предлагаемой модели взаимодействия служб были построены сетевые технологические графики взаимодействия служб на основе математической модели графа. Сетевой технологический график устанавливает последовательность событий обеспечения вылета одного воздушного судна, выполняющего регулярный рейс авиакомпании. В обеспечении вылета в рамках данного исследования задействованы служба обслуживания воздушного движения и аэродромно-техническая служба. Взаимодействие с производственно-диспетчерской службой аэропорта и экипажем воздушного судна носят условный характер, так как они в данном случае не влияют на технологию взаимодействия. Граф – это определенный набор точек (вершин), соединенных между собой линиями (ребрами). В случае нашего исследования вершины – это события (выполненные работы). Направленные отрезки (линии) – работы, связывающие события между собой. При оценке процесса взаимодействия при прилете и вылете рассматривались два случая: ВПП занята и ВПП свободна. ВПП могла быть занята по различным причинам: при нахождении на ней техники, людей или животных, а также при наличии стаи птиц. Исследование технологии взаимодействия проводилось в течение 12 месяцев выполнения регулярных полетов в аэропортах Жуковский и Остафьево на основе суточных планов полетов.

**Ключевые слова:** обслуживание воздушного движения, воздушное судно, аэродром, пропускная способность, взаимодействие органов обслуживания воздушного движения, аэродромно-техническая служба, осмотр ВПП.

**ВВЕДЕНИЕ**

Аэропорт – это сложно организованная система, каждый из элементов которой отвечает за определенные операции. По мере развития мировой авиации эта система вместе со своими элементами совершенствовалась и приобретала современные очертания. Развиваясь, элементы системы совершенствовались связи между собой. Уровень отлаженности связей между элементами и совершенство применяемых технологий определяют эффективность использования воздушного пространства (ИВП) и ресурсные затраты авиакомпаний, а также безопасность полетов. В данном исследовании рассматривается декомпозиция авиатранспортной системы на два элемента: службу обслуживания воздушного движения (ОВД) и аэродромно-техническую службу аэропорта (АТС) [1].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для графического описания процесса взаимодействия рассматриваемых служб аэропорта используется блок-схема, в которой отдельные лица или службы изображаются в виде блоков, соединенных между собой линиями, указывающими направление взаимодействия. Линии подразделяются по типу связи между блоками: радиосвязь, связь по телефону, какое-либо действие или устный доклад (команда).

В рамках анализа, а также для дальнейшей разработки технологии взаимодействия служб обеспечения полетов аэропорта целесообразно использовать математическую модель графа [2, 3]. Маршрутом называется череда последовательно соединенных вершин  $x_i$  и ребер  $e_i$ .

$$x = x_0, e_0, x_1, e_1, \dots, e_{n-1}, x_n = g,$$

где  $e_i = (x_i, x_{i+1})$ ,  $x$  – начало маршрута,  $g$  – конец маршрута.

В маршруте  $e$  и  $x$  могут повторяться. Если все  $e$  различны, то маршрут называется «цепь». В цепи  $x$  могут повторяться. В том случае когда все  $x$  отличаются, она называется «простая цепь».

Последовательность вершин на рис. 1  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_6, x_4, x_5$  есть маршрут из  $x_1$  в  $x_5$ , а вершины  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  определяют простой путь из  $x_1$  в  $x_5$ .

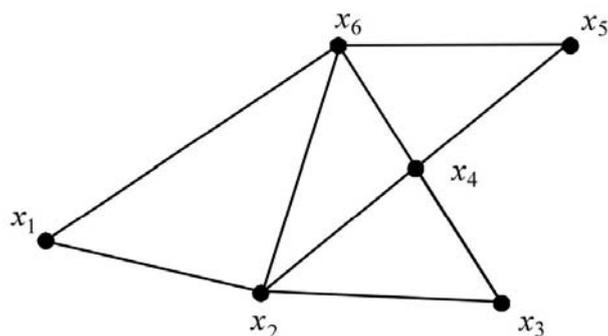


Рис. 1. Маршрут в графе  
Fig. 1. Route in the graph

Безусловно, затраченное время на каждую отдельную работу, показанную на сетевом графике, можно определить математическим путем, зная несколько вводных. Но данные, полученные в реальных условиях, несут в себе больше достоверности и отвечают главной цели – оценить и улучшить процесс.

Чтобы качественно оценить эффективность технологии взаимодействия, рассмотрен такой параметр, как время. Был произведен сбор аналитической информации по затраченному времени службами ОВД, АТС и ПДС на выполнение 9-ти различных видов работ. Перечень исследуемых работ показан в табл. 1. Исключение случайных событий обеспечил существенный объем выборки – 12 месяцев выполнения полетов.

На первом этапе производились хронометрические исследования процесса обеспечения вылета воздушного судна (ВС) при условии, что взлетно-посадочная полоса (ВПП) свободна. На основании собранных данных строился сетевой график с использованием математической модели – графа. Сетевой график представлен на рис. 3.

На втором этапе производились хронометрические исследования процесса обеспечения вылета ВС при условии, что ВПП занята. На основании собранных данных строился сетевой

график, представленный на рис. 5. ВПП была заблокирована по различным причинам: техника, люди, животные, птицы.

Сетевой технологический график устанавливает последовательность событий обеспечения вылета одного ВС, выполняющего регулярный рейс авиакомпании. Обеспечением вылета в рамках данного исследования занимаются два действующих лица: служба ОВД и АТС. Влияние службы ПДС и экипажа ВС на данный процесс носят условный характер, потому что от них в данном случае не зависит технология взаимодействия между службами ОВД и АТС.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В аэропортах с переменной интенсивностью воздушного движения в перерывах между часами пик необходимо выполнять контрольный осмотр ВПП. Осмотр выполняется АТС с целью проверки ВПП на наличие птиц, животных, людей и посторонних предметов. В момент осмотра ВПП считается занятой, на диспетчерском пункте (ДП) включается табло «ВПП ЗАНЯТА». После осмотра специалист АТС докладывает по громкоговорящей связи (ГГС) об освобождении ВПП и ее состоянии, а руководитель полетов делает соответствующую запись в журнале учета состояния летного поля. Диспетчером УВД выключается табло «ВПП ЗАНЯТА» [4, 5]

При вылете ВС отсутствует строгая необходимость освободить ВПП не позднее определенного момента. Правильная технология взаимодействия подразумевает освобождение ВПП непосредственно перед разрешением экипажу ВС занять исполнительный старт (ИС). Рассмотрим подробнее технологию взаимодействия служб ОВД и АТС при обеспечении вылета гражданского ВС.

Есть два варианта начала процедуры вылета в технологии взаимодействия служб обеспечения полета:

- ПДС докладывает диспетчеру ДПР о готовности ВС к выталкиванию с места стоянки и запуску двигателей, а также сообщает точку запуска для ВС;
- экипаж ВС запрашивает у диспетчера ДПР погоду на аэродроме (при отсутствии ATIS).

Далее экипаж ВС запрашивает у диспетчера ДПР разрешение на выталкивание и запуск двигателей. Диспетчер ДПР выдает разрешение экипажу ВС, параллельно вызывает ответственного лица (ОЛ) АТС для осмотра ВПП. ОЛ АТС в момент вызова на ВПП может находиться в любой части аэродрома, что приводит к тому, что выезд машины АТС на ВПП занимает неопределенное время.

Экипаж ВС после запуска запрашивает у диспетчера ДПР разрешение на занятие предварительного старта. Диспетчер ДПР разрешает экипажу ВС руление, сообщает маршрут руления, ВПП, используемую для взлета и при необходимости указывает следовать за машиной сопровождения.

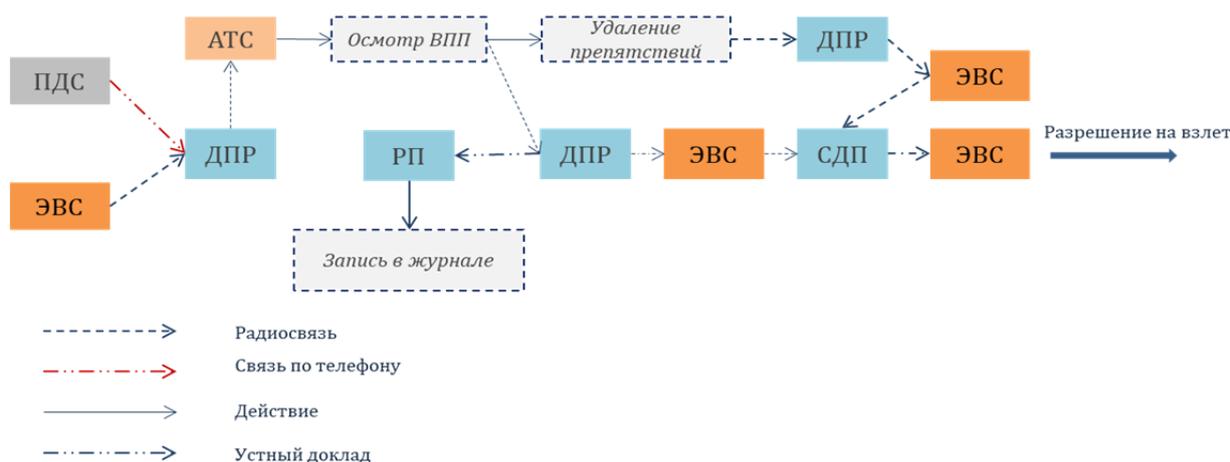
ОЛ АТС после осмотра освобождает ВПП по ближайшей рулежной дорожке, докладывает диспетчеру ДПР об освобождении ВПП и ее состоянии. Руководитель полетов записывает в журнал учета состояния летного поля время осмотра ВПП, ОЛ АТС и новое состояние ВПП. В случае обнаружения ОЛ АТС на ВПП птиц или животных предпринимаются меры по их устранению. Это занимает от 3 до 10 минут.

Если ВС уже заняло предварительный старт, то оно будет ожидать вылета в течение этого времени, что приводит к снижению пропускной способности ВПП и аэродрома, увеличению количества топлива, необходимого для выполнения рейса, и к загрязнению окружающей среды.

В случае обнаружения на ВПП посторонних предметов ОЛ АТС устраняет и сохраняет их для дальнейшего расследования, о чем обязательно докладывает РП.

Широко распространена устоявшаяся практика: ОЛ АТС осматривает ВПП вплоть до занятия ВС исполнительного старта. Экипаж докладывает о готовности к взлету. ОЛ АТС слы-

шит этот доклад и ускоряет осмотр ВПП. Диспетчер ДПР также ускоряет процесс осмотра. При такой практике формально выполнены все требования технологии осмотра ВПП: ВПП осмотрена, запись сделана в журнал, взлет ВС не задержан. Но фактически осмотр произведен некачественно из-за давления со стороны экипажа ВС или диспетчера ДПР. В другом случае ОЛ АТС может выполнить осмотр ВПП в том режиме, в котором он считает необходимым. Тогда, помимо задержки ВС, возможно, придется переносить время вылета в плане полета, так как экипаж ВС не уложится в 30-минутное окно для взлета [6]. Важно помнить: любая спешка – это прямая угроза безопасности полетов.



**Рис. 2.** Технология взаимодействия служб ОВД и АТС при вылете ВС  
**Fig. 2.** Technology of cooperation between the ATM service and ATC during aircraft departure

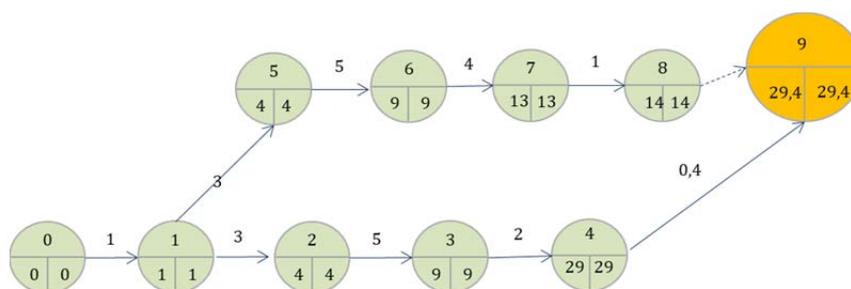
На рис. 2 показана блок-схема модели существующей технологии взаимодействия органов ОВД и АТС при обеспечении вылета одного регулярного рейса авиакомпании. При этом ВПП свободна от любых препятствий. Перечень исследуемых работ показан в табл. 1.

**Таблица 1**  
**Table 1**

Таблица параметров технологического графика взаимодействия службы ОВД и АТС при вылете ВС (ВПП свободна)

Table of the parameters for the operation network of cooperation between the ATM service and ATC during aircraft departure (RWY is clear)

п/п	Наименование работы	Событие		Продолжительность, мин
		нач.	кон.	
1	Звонок от ПДС	0	1	1
2	Связь с машиной АТС	1	2	3
3	Выезд машины АТС на ВПП	2	3	5
4	Осмотр ВПП	3	4	20
5	Буксировка	1	5	3
6	Запуск двигателей	5	6	5
7	Руление на ПС	6	7	4
8	Руление на ИС	7	8	1
9	Взлет	8	9	0,4



**Рис. 3.** Сетевой технологический график взаимодействия службы ОВД и АТС при вылете ВС (ВПП свободна)  
**Fig. 3.** Operation network of cooperation between the ATM service and ATC during aircraft departure (RWY is clear)

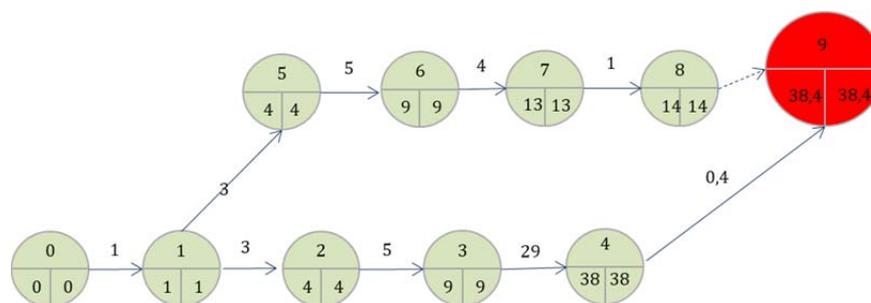
На рис. 3 мы видим, что средний критический путь обеспечения вылета ВС составляет 29,4 минуты, а среднее время занятия самолетом исполнительного старта (ИС) составляет 14 минут. Таким образом, задержка ВС, полностью готового к взлету, составляет 15,4 минуты.

**Таблица 2**  
**Table 2**

Таблица параметров технологического графика взаимодействия службы ОВД и АТС при вылете ВС (ВПП занята)

Table of the parameters for the operation network of cooperation between the ATM service and ATC during aircraft departure (RWY is occupied)

п/п	Наименование работы	Событие		Продолжительность, мин		
		нач.	кон.			
1	Звонок от ПДС	0	1	1		
2	Связь с машиной АТС	1	2	3		
3	Выезд машины АТС на ВПП	2	3	5		
4	Осмотр ВПП	3	4	29		
5	Буксировка	1	5	3		
6	Запуск двигателей	5	6	5		
7	Руление на ПС	6	7	4		
8	Руление на ИС	7	8	1		
9	Взлет			8	9	0,4



**Рис. 4.** Сетевой технологический график взаимодействия службы ОВД и АТС при вылете ВС (ВПП занята)  
**Fig. 4.** Operation network of cooperation between the ATM service and ATC during aircraft departure (RWY is occupied)

На рис. 4 мы видим, что средний критический путь обеспечения вылета ВС составляет 38,4 минуты, а среднее время занятия самолетом исполнительного старта (ИС) составляет 14 минут. Задержка взлета самолета в таком случае – 21,4 минуты. Таким образом, план полета

корректировать не придется, так как установленное окно для вылета ВС – это 30 минут [7]. Но средняя задержка ВС при обнаружении препятствий на ВПП – 21,4 минуты. При этом существенно снижается пропускная способность ВПП, растут эксплуатационные и топливные расходы авиакомпании.

В табл. 3 представлен средний расход топлива различных типов ВС на земле в кг/мин [8, 9].

**Таблица 3**  
**Table 3**

Расход топлива ВС на земле  
Aircraft fuel consumption on the ground

Тип ВС	Расход топлива на земле, кг/мин
F900	9
F7X, E170/175/190/195, АН-24/26	10
АН-12	30
ЯК-42	15
В737	11
A318/319/320/321	10,3

Большинство авиаперевозчиков использует авиационный керосин ТС-1 – ракетное топливо (РТ). Он используется в гражданской и государственной авиации. Средняя стоимость данного топлива на рынке – 40 руб/л [10–12]. Средний расход топлива всех типов ВС составляет 11,7 кг/мин.

При прилете ВС диспетчер СДП дает устное указание диспетчеру ДПР осуществить осмотр ВПП путем вызова ОЛ АТС по внутриаэропортовой связи. Диспетчер ДПР, в зависимости от своей загруженности, вызывает ОЛ АТС для осмотра ВПП с указанием причины: прибытие ВС через 20 минут [13–15].

Для тщательного осмотра ВПП машина АТС должна двигаться со скоростью примерно 30 км/ч, особенно если она движется совместно с тележкой для измерения коэффициента сцепления. ВПП длиной 4600 м машина АТС со скоростью движения 30 км/ч осмотрит за 20 минут, что не позволяет освободить ВПП за 5 минут до посадки ВС. Поэтому ОЛ АТС, как правило, осматривает ВПП гораздо быстрее, что сказывается на качестве осмотра.

В случае обнаружения на ВПП посторонних лиц или предметов, ОЛ АТС предпринимает соответствующие действия для освобождения ВПП. Время работы машины АТС на ВПП может варьироваться от 5 до 15 минут в зависимости от сложности. ВС, прибывающее на аэродром, продолжает полет по траектории и не уходит в зону ожидания, т. к. нельзя спрогнозировать, освободится ли ВПП к моменту посадки ВС или нет [15–17].

На практике ВС, выполняющее заход на посадку, продолжает заход до высоты принятия решения (ВПР). Экипаж ВС находится в ожидании разрешения на посадку или указания ухода на второй круг от диспетчера СДП. Если ОЛ АТС не успевает завершить работы на ВПП и освободить ее, ВС уходит на второй круг.

Безусловно, ситуация с блокированием ВПП и уходом ВС на второй круг является хорошим примером грамотно отработанной технологии взаимодействия службы ОВД и АТС в случае обнаружения на ВПП посторонних лиц или предметов. Безопасность полетов в таком случае была бы обеспечена. Но нередко встречаются ситуации, когда было возможно заблаговременно освободить ВПП или даже превентивными мерами не допустить ее блокировки [18].

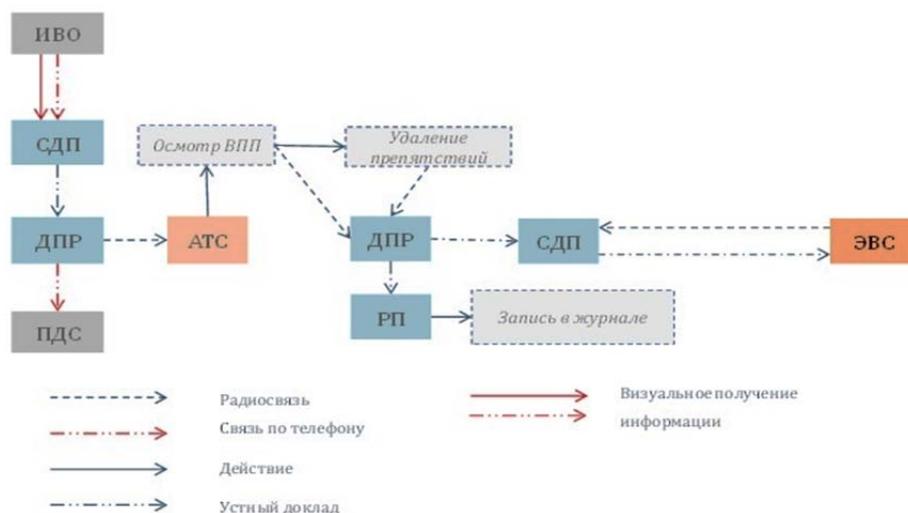


Рис. 5. Технология взаимодействия служб ОВД и АТС при прилете ВС  
Fig. 5. Technology of cooperation between the ATM service and ATC during aircraft arrival

На рис. 5 показана блок-схема модели существующей технологии взаимодействия органов ОВД и АТС при обеспечении прилета одного регулярного рейса авиакомпании. При этом ВПП свободна от любых препятствий. Был произведен сбор аналитической информации по затраченному времени службами ОВД, АТС и ПДС на выполнение девяти различных работ. Перечень исследуемых работ показан в табл. 4 [19, 20].

Таблица 4  
Table 4

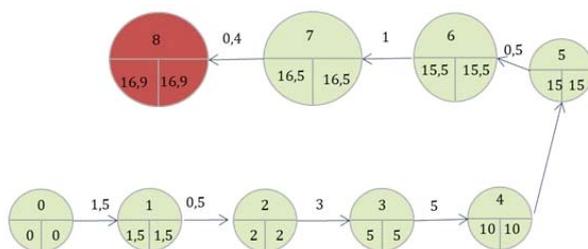
Таблица параметров технологического графика взаимодействия службы ОВД и АТС при прилете ВС (ВПП свободна)

Table of the parameters for the operation network of cooperation between the ATM service and ATC during aircraft arrival (RWY is clear)

п/п	Наименование работы	Событие		Продолжительность, мин
		нач.	кон.	
1	Связь с экипажем ВС	0	1	1,5
2	Связь диспетчеров между собой	1	2	0,5
3	Связь с машиной АТС	2	3	3
4	Выезд машины АТС на ВПП	3	4	5
5	Осмотр ВПП	4	5	5
6	Связь диспетчеров между собой	5	6	0,5
7	Посадка ВС	6	7	1
8	Освобождение ВПП	7	8	0,4

Из табл. 4 видно, что машина АТС произвела осмотр ВПП в 4 раза быстрее, чем при вылете ВС. Это устоявшаяся практика, так как вылет возможно задержать, а прилет – нет. Осмотр ВПП длиной в 5600 м невозможно произвести на должном уровне в течение 5 минут.

Если экипаж ВС, доживший время своего прибытия через 17 минут после установления связи с диспетчером, прибудет вовремя, то машина АТС успеет освободить ВПП. Если ВС прибудет раньше (спрямление, попутный ветер), то диспетчером будет дана команда экипажу ВС по уходу на второй круг.



**Рис. 6.** Сетевой технологический график взаимодействия службы ОВД и АТС при прилете ВС (ВПП свободна)  
**Fig. 6.** Operation network of cooperation between the ATM service and ATC during aircraft arrival (RWY is clear)

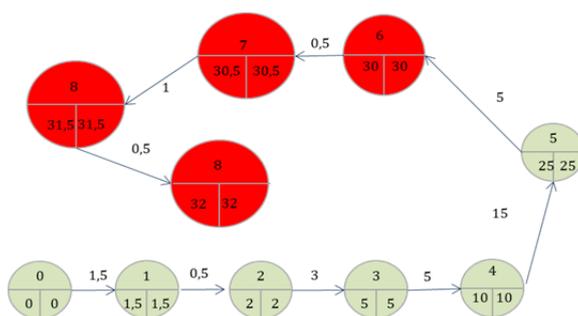
Длина критического пути для данного процесса составила 16,9 минуты.

**Таблица 5**  
**Table 5**

Таблица параметров технологического графика взаимодействия службы ОВД и АТС при вылете ВС (ВПП занята)

Table of the parameters for the operation network of cooperation between the ATM service and ATC during aircraft departure (RWY is occupied)

п/п	Наименование работы	Событие		Продолжительность, мин
		нач.	кон.	
1	Связь с экипажем ВС	0	1	1,5
2	Связь диспетчеров между собой	1	2	0,5
3	Связь с машиной АТС	2	3	3
4	Выезд машины АТС на ВПП	3	4	5
5	Осмотр ВПП	4	5	15
6	Уход на второй круг	5	6	5
7	Связь диспетчеров между собой	6	7	0,5
8	Посадка ВС	6	7	1
9	Освобождение ВПП	7	8	0,5



**Рис. 7.** Сетевой технологический график взаимодействия службы ОВД и АТС при прилете ВС (ВПП занята)  
**Fig. 7.** Operation network of cooperation between the ATM service and ATC during aircraft arrival (RWY is occupied)

На рис. 7 мы видим, что средний критический путь обеспечения прилета ВС составляет 32 минуты, при этом ВС выполнило уход на второй круг. Задержка посадки ВС в таком случае – 5 минут. Также это является дополнительным стресс-фактором для экипажа. При этом существенно снижается пропускная способность ВПП, растут эксплуатационные и топливные расходы авиакомпании. Безопасность полетов также снижается, т. к. любой уход на второй круг является дополнительным фактором стресса для экипажа.

## ВЫВОДЫ

Выполнено исследование технологии взаимодействия служб ОВД и АТС при осмотре ВПП перед вылетом и прилетом ВС. Исследование показало, что существующая технология взаимодействия имеет ряд существенных недостатков, влияющих на пропускную способность аэродрома, расход топлива ВС, а также на безопасность полетов.

1. Анализ технологии взаимодействия при обеспечении вылета одного регулярного рейса выявил возможность задержки ВС при свободной ВПП на 15,4 минуты. Задержка образуется по ряду причин, связанных с невозможностью заблаговременного осмотра ВПП ОЛ АТС.

2. При занятой ВПП задержка ВС может составить 21,4 минуты, а среднее время занятия самолетом исполнительного старта составляет 14 минут.

3. Анализ технологии взаимодействия при обеспечении прилета ВС показал возможную задержку на 5 минут в случае ухода ВС на второй круг. Уход ВС на второй круг по причине занятой ВПП несет дополнительные топливные расходы для авиакомпании. Задержка образуется вследствие того, что фактическое время, выделяемое ОЛ АТС на осмотр ВПП, недостаточно для выполнения ее осмотра до посадки ВС, что приводит к снижению качества осмотра ВПП и уровня безопасности полетов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулаков М.В., Чехов И.А. Анализ технологии взаимодействия органов ОВД на рубежах приема-передачи управления // Научный Вестник МГТУ ГА. 2018. Т. 21, № 5. С. 23–33. DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-5-23-32

2. Берцун В.Н. Математическое моделирование на графах. Часть 1: учеб. пособие. Томск: Изд-во НТЛ, 2006. 88 с.

3. Kuznetsova N.B. Transmission of information and communication as a human factor crucial in aircraft maintenance // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2017. № 2. С. 240–246.

4. Козлов А.С. Человеческий фактор и система обеспечения безопасности полетов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2012. № 182. С. 84–88.

5. Степнова А.И. Анализ эффективности программы совместной тренажерной подготовки авиадиспетчеров и пилотов / А.И. Степнова, С.М. Степанов, В.В. Борсоева, В.А. Борсоев // Научный Вестник МГТУ ГА. 2019. Т. 22, № 5. С. 32–42. DOI: 10.26467/2079-0619-2019-22-5-32-42

6. Шумилов И.С. Авиационные происшествия. Причины возникновения и возможности предотвращения. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 328 с.

7. Артюхович М.В., Феоктистова О.Г. Роль инженерно-технического персонала в обеспечении безопасности полетов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2014. № 204. С. 39–43.

8. Золотых В.И. О состоянии безопасности полетов // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2017. № 3 (3). С. 59–67.

9. Плотников Н.И. Ресурсы пилота. Надежность: монография. Новосибирск: ЗАО ИПЦ «АвиаМенеджер», 2013. 264 с.

10. Лушкин А.М. Методика оценивания уровня безопасности полетов по совокупности авиационных событий // Научный Вестник МГТУ ГА. 2010. № 162. С. 125–130.

11. Евстигнеев Д.А. Подготовка авиационного персонала в области человеческого фактора: метод. указания по изучению дисциплины. Ульяновск: УВАУ ГА, 2009. 65 с.

12. **Борисов В.Е.** Определение вероятности безошибочной работы диспетчера / В.Е. Борисов, В.В. Борсоев, С.М. Степанов, А.И. Степнова // Научный Вестник МГТУ ГА. 2018. Т. 21, № 3. С. 47–55. DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-3-47-55
13. **Борсоев В.А.** Принятие решения в задачах управления воздушным движением. Методы и алгоритмы / В.А. Борсоев, Г.Н. Лебедев, В.Б. Малыгин, Е.Е. Нечаев, А.О. Никулин, Тин Пхон Чжо / Под ред. Е.Е. Нечаева. М.: Радиотехника, 2018. 432 с.
14. **Анодина Т.Г., Кузнецов А.А., Маркович Е.Д.** Автоматизация управления воздушным движением: учебник для вузов / Под ред. А.А. Кузнецова. М.: Транспорт, 1992. 279 с.
15. **Зубков Б.В., Рыбалкин В.В.** Человеческий фактор и безопасность полетов: учеб. пособие. М.: МГТУ ГА, 1994. 68 с.
16. **Лебедев А.М.** Метод расчета ожидаемого предотвращенного ущерба от авиационных происшествий: монография. Ульяновск: УВАУ ГА, 2007. 155 с.
17. **Кузьмина Н.М., Ридли М.К.** Об автоматическом построении в информационных системах гражданской авиации онтологий предметной области по корпусу текстов // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2018. № 21. С. 122–131.
18. **Попов Ю.В., Авдеев Н.Н.** Кластерный анализ пилотов, которые совершили авиационные события // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2019. № 25. С. 87–93.
19. **Далецкий С.С., Далецкий С.В., Плешаков А.И.** Терминологическое обеспечение технической эксплуатации гражданской авиационной техники // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2016. № 15 (326). С. 40–47.
20. **Кошкин Р.П.** Математические модели процессов создания и функционирования поисковоаналитических информационных систем гражданской авиации // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2014. № 5 (316). С. 39–48.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Баталов Кирилл Александрович**, аспирант МГТУ ГА, старший полетный диспетчер, авиакомпания «Россия», kirbatalov@mail.ru.

**Кулаков Михаил Викторович**, аспирант МГТУ ГА, диспетчер УВД, ЛИИ им. М.М. Громова, mihail-sev@mail.ru.

**Чехов Игорь Анатольевич**, кандидат военных наук, доцент кафедры управления воздушным движением МГТУ ГА, cheigov@rambler.ru.

## RESEARCH OF THE COOPERATION TECHNOLOGY BETWEEN THE AIR TRAFFIC CONTROL SERVICE AND THE AERODROME SERVICE

**Kirill A. Batalov<sup>1</sup>, 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

The article considers the process of cooperation between the ATC and airport operation services. The analysis considers the procedures of cooperation while inspecting a runway before performing flights, aircraft departure and arrival that encompass the entire range of coordinated operations. For each procedure, the costs of aircraft delays are calculated. The assessment was carried out by synthesizing the chronology of services cooperation in real conditions. On the basis of the collected data flowcharts of services cooperation to ensure flights of an airport and the ATM services were built. To provide a visual comparison of the existing and proposed models of services cooperation the networks of services cooperation were built based on the mathematical model of the graphic chart. The operation network establishes the sequence of events to provide departure of one aircraft operating a

scheduled flight of an airline. Within the given study the ATC service and the aerodrome service are involved to ensure a departure. Cooperation between the operation and dispatch service of the airport and an aircraft crew is conditional because in this case they do not impact the technology of cooperation. The network is a particular set of dots (summits) interconnected by lines (links). In the case of our study, circles are events (performed work). Directional segments (lines) are work connecting events to each other. While assessing the process of cooperation during arrival and departure, two cases were considered: the runway is occupied or clear. The runway could be occupied for different reasons: available vehicles, people, animals or flocks of birds on the runway. The study of the cooperation technology was carried out for 12 months of making scheduled flights at Zhukovsky and Ostafievo airports on the basis of every day flight plans.

**Key words:** Air Traffic Control, aircraft, airfield, capacity, cooperation of air traffic service units, aerodrome operation service, RW inspection.

## REFERENCES

1. **Kulakov, M.V. and Chekhov, I.A.** (2018). *Analysis of the coordination technology between ATC at the boundaries of control exchange*. Civil Aviation High Technologies, vol. 21, no. 5, pp. 23–33. DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-5-23-32 (in Russian)
2. **Bercun, V.N.** (2006). *Matematicheskoye modelirovaniye na grafakh. Chast 1: uchebnoye posobiye* [Mathematical modelling on graphs. Part 1: Tutorial]. Tomsk: Izdatelstvo NTL, 88 p. (in Russian)
3. **Kuznetsova, N.B.** (2017). *Transmission of information and communication as a human factor crucial in aircraft maintenance*. Crede Experto: transport, society, education, language, no. 2, pp. 240–246.
4. **Kozlov, A.S.** (2012). *The human factor like the main element in system of safety of flight*. Nauchnyy Vestnik MGTU GA, no. 182, pp. 84–88. (in Russian)
5. **Stepnova, A.I., Stepanov, S.M., Borsoeva, V.V. and Borsoev, V.A.** (2019). *Analysis of effectiveness of the program of joined air traffic controllers and pilots training*. Civil Aviation High Technologies, vol. 22, no. 5, pp. 32–42. DOI: 10.26467/2079-0619-2019-22-5-32-42 (in Russian)
6. **Shumilov, I.S.** (2006). *Aviatsionnyye proisshestviya. Prichiny vozniknoveniya i vozmozhnosti predotvrashcheniya* [Aviation accidents. Causes and possibilities of prevention]. Moscow: Izdatelstvo MGTU im. N.E. Baumana, 328 p. (in Russian)
7. **Artyukhovich, M.V. and Feoktistova, O.G.** (2014). *The role of the technical staff in the flight safety*. Nauchnyy Vestnik MGTU GA, no. 204, pp. 39–43. (in Russian)
8. **Zolotykh, V.I.** (2017). *On the aviation units flights safety state problem*. Vozdushno-kosmicheskiye sily. Teoriya i praktika, no. 3 (3), pp. 59–67. (in Russian)
9. **Plotnikov, N.I.** (2013). *Resursy pilota. Nadezhnost: Monografiya* [Pilot resources. Reliability: Monograph]. Novosibirsk: ZAO IPTS «AviaMenedzher», 264 p. (in Russian)
10. **Lushkin, A.M.** (2010). *Method of estimation of flight safety level on set of air events*. Nauchnyy Vestnik MGTU GA, no. 162, pp. 125–130. (in Russian)
11. **Yevstigneyev, D.A.** (2009). *Podgotovka aviatsionnogo personala v oblasti chelovecheskogo faktora: metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu distsipliny* [The aviation crew training in human factor: Training manual]. Ulyanovsk: UVAU GA, 65 p. (in Russian)
12. **Borisov, V.E., Borsoeva, V.V., Stepanov, S.M. and Stepnova, A.I.** (2018). *The probability determination of error-free air traffic controller operation*. Civil Aviation High Technologies, vol. 21, no. 3, pp. 47–55. DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-3-47-55 (in Russian)
13. **Borsoyev, V.A., Lebedev, G.N., Malygin, V.B., Nechayev, Ye.Ye., Nikulin, A.O. and Tin Pkhon Chzho.** (2018). *Prinyatiye resheniya v zadachakh upravleniya vozdushnym dvizheniyem. Metody i algoritmy* [Decision making in tasks of the air traffic control. Methods and algorithms], in Nechaev Ye.Ye. (Ed.). Moscow: Radiotekhnika, 432 p. (in Russian)

14. **Anodina, T.G., Kuznetsov, A.A. and Markovich, E.D.** (1992). *Avtomatizatsiya upravleniya vozdushnym dvizheniyem: uchebnik dlya VUZ* [Automation of air traffic control: Textbook for Universities], in Kuznetsov A.A. (Ed.). Moscow: Transport, 279 p. (in Russian)

15. **Zubkov, B.V. and Ribalkin, V.V.** (1994). *Chelovecheskiy faktor i bezopasnost poletov: uchebnoye posobiye* [Human factor and flight safety: Tutorial]. Moscow: MGTU GA, 68 p. (in Russian)

16. **Lebedev, A.M.** (2007). *Metod rascheta ozhidayemogo predotvrashchennogo ucherba ot aviatsionnykh proisshestviy: Monografiya* [The method of calculating the expected avoided damage from the accident: Monography]. Ulyanovsk: UVAU GA, 155 p. (in Russian)

17. **Kuzmina, N.M. and Ridley, M.K.** (2018). *About automatic construction in information systems of civil aviation ontology of the subject field on the corps of texts*. Scientific Bulletin of the State Scientific Research Institute of Civil Aviation (GosNII GA), no. 21, pp. 122–131. (in Russian)

18. **Popov, Yu.V. and Avdeev, N.N.** (2019). *The cluster analysis of pilots who made aviation events*. Scientific Bulletin of the State Scientific Research Institute of Civil Aviation (GosNII GA), no. 25, pp. 87–93. (in Russian)

19. **Daletskiy, S.S., Daletskiy, S.V. and Pleshakov, A.I.** (2016). *Terminological providing technical operating civil aviation*. Scientific Bulletin of the State Scientific Research Institute of Civil Aviation (GosNII GA), no. 15 (326), pp. 40–47. (in Russian)

20. **Koshkin, R.P.** (2014). *The mathematical models of the processes with establishment and operation of search and analytical information systems in the field of civil aviation*. Scientific Bulletin of the State Scientific Research Institute of Civil Aviation (GosNII GA), no. 5 (316), pp. 39–48. (in Russian)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Kirill A. Batalov**, Post Graduate, Moscow State Technical University of Civil Aviation, Chief Flight Dispatcher, Rossiya Airlines, kirbatalov@mail.ru.

**Mikhail V. Kulakov**, Post Graduate, Moscow State Technical University of Civil Aviation, Air Traffic Controller, Gromov FRI, mihail-sev@mail.ru.

**Igor A. Chekhov**, Candidate of Military Sciences, Associate Professor of the Air Traffic Management Chair, Moscow State Technical University of Civil Aviation, cheigov@rambler.ru.

Поступила в редакцию 21.03.2021  
Принята в печать 22.07.2021

Received 21.03.2021  
Accepted for publication 22.07.2021