

УДК: 351.814.33

DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-6-47-57

Особенности организации планирования использования воздушного пространства в Российской Федерации на примере Московской воздушной зоны

В.К. Печенежский¹, Е.К. Чуви́ковская¹

¹*Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Россия*

Аннотация: Для решения задач по увеличению пропускной способности секторов обслуживания воздушного движения (ОВД), предполагается задействовать ряд мер регулирования потоков воздушного движения на этапах стратегического и предтактического планирования. На практике применение таких мер оказывается малоэффективным в связи с отклонением параметров фактических полетов от заявленных при подаче планов полетов. Цель настоящего исследования состоит в выявлении основных проблем в системе планирования воздушного движения для последующего предложения мер по совершенствованию регулирования потоков воздушного движения (ВД) и недопущению конфликтных ситуаций (КС) на этапах стратегического и предтактического планирования. Для достижения поставленной цели были проанализированы основные документы планирования ВД, проведен анализ параметров полета на разных этапах планирования на примере Московского зонального центра Единой системы организации воздушного движения (МЗЦ ЕС ОрВД). Анализ основных документов, регламентирующих планирование воздушного движения (ПВД) в РФ и рекомендаций ИКАО показывает сложности в согласовании и обмене информацией между заинтересованными сторонами в использовании воздушного пространства РФ. Рассчитаны отклонения от расписания при прилете/вылете воздушных судов на примере аэропорта Домодедово. Проанализировано количество поданных и отмененных заявок на использование воздушного пространства при планировании ВД в МЗЦ ЕС ОрВД. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о состоянии системы организации планирования ВД и обосновать нецелесообразность выявления и предотвращения КС на этапе предтактического планирования. В ходе исследований были выявлены основные недостатки организации планирования ВД в РФ, которые могут оказывать существенное негативное воздействие на безопасность и экономическую эффективность полетов воздушных судов.

Ключевые слова: организация потоков воздушного движения, план полетов, центры планирования воздушного движения, конфликтные ситуации, стратегическое планирование, предтактическое планирование.

Для цитирования: Печенежский В.К., Чуви́ковская Е.К. Особенности организации планирования использования воздушного пространства в Российской Федерации на примере Московской воздушной зоны // Научный Вестник МГТУ ГА. 2023. Т. 26, № 6. С. 47–57. DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-6-47-57

Features of the organizational concept of airspace management planning in the Russian Federation on the example of the Moscow airspace

V.K. Pechenezhsky¹, E.K. Chuvikovskaya¹

¹*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia*

Abstract: In order to solve the tasks of increasing capacity of the air traffic service sectors (ATS), it is planned to use a number of measures to regulate air traffic flows at the stages of strategic and pre-tactical planning. In practice, the application of such measures is ineffective due to the deviation of the parameters of actual flights from those stated when submitting flight plans. The purpose of this study is to identify the main problems in the air traffic planning organization for the subsequent proposal of measures to improve the regulation of air traffic flows and prevent conflict situations at the stages of strategic and pre-tactical planning. To achieve this goal, the key documents of air traffic planning were analyzed, the analysis of flight parameters at different stages of planning was conducted on the example of the Moscow Area Center of the Unified Air Traffic Management System (UATMS).

The review of the key documents regulating air traffic planning in the Russian Federation and the ICAO recommendations shows difficulties in coordinating and exchanging information between the parties concerned in the Russian Federation airspace management. Deviations from the schedule during the aircraft arrival/departure are calculated using the example of Domodedovo Airport. The number of submitted and canceled applications for the airspace management (ASM) during the air traffic planning in the Moscow Area Center of the UATMS is analyzed. The conducted studies allow us to draw up a conclusion about the state of the air traffic planning system and justify the inexpediency of detecting and preventing conflict situations at the stage of pre-tactical planning. The research revealed the obvious shortcomings of air traffic management in the Russian Federation, which can have a significant negative impact on the safety and economic efficiency of aircraft flights.

Key words: Air traffic flow management, flight plan, air traffic planning centers, conflict situations, strategic planning, pre-tactical planning.

For citation: Pechenezhskij, V.K., Chuvikovskaya, E.K. (2023). Features of the organizational concept of airspace management planning in the Russian Federation on the example of the Moscow airspace. Civil Aviation High Technologies, vol. 26, no. 6, pp. 47–57. DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-6-47-57

Введение

Постоянный рост спроса на воздушное пространство в Московской зоне до начала 2022 года выдвигал на первый план проблемы в области планирования воздушного движения. Грамотный подход к планированию воздушного движения позволяет решать проблемы превышения пропускной способности (ПС) секторов обслуживания воздушного движения (ОВД) и возможных конфликтных ситуаций (КС) между воздушными судами уже на этапе стратегического и предтактического планирования, что невозможно при отклонении параметров рабочих планов полета и фактических.

Целью настоящего исследования является выявление основных проблем в системе планирования воздушного движения (ПВД), разработка и обоснование мер по совершенствованию регулирования потоков воздушного движения (ВД) и недопущению конфликтных ситуаций на этапах стратегического и предтактического планирования.

Для достижения указанной цели проведен анализ основных документов, регламентирующих подход к планированию воздушного движения в РФ, на предмет их соответствия рекомендациям ИКАО, а именно приложению ICAO 6, приложению ICAO 11, документам ICAO 4444, 8168, 9971. Выполнен сбор и обработка статистических данных параметров фактически выполненных полетов и их сравнение с заявленной плановой информацией на примере Московского зональ-

ного центра Единой системы организации воздушного движения (МЗЦ ЕС ОрВД) и аэропорта Домодедово.

Большой объем информации, необходимый для планирования использования воздушного пространства (ПИБП), поступает от разных заинтересованных сторон [1]. Так как все они используют разное программное обеспечение для планирования полетов, возникает проблема согласованности поданной информации для ее дальнейшего использования в целях ОВД [2, 3].

Приведенные в статье исследования позволяют выявить основные недостатки в системе планирования полетов в РФ, избавившись от которых в дальнейшем можно будет повысить безопасность и экономическую эффективность полетов.

Анализ заявок при планировании воздушного движения в Московском зональном центре Единой системы организации воздушного движения

Для количественного анализа поданных и обработанных заявок в МЗЦ ЕС ОрВД были использованы статистические данные за 2020 год. При обработке статистики по полетам в воздушном пространстве (ВП) Московской зоны ЕС ОрВД были получены следующие результаты.

В МЗЦ ЕС ОрВД в 2020 году было подано 295 206 заявок на ИВП, при этом аннулировано 88 924 из них, что составляет 30 % от

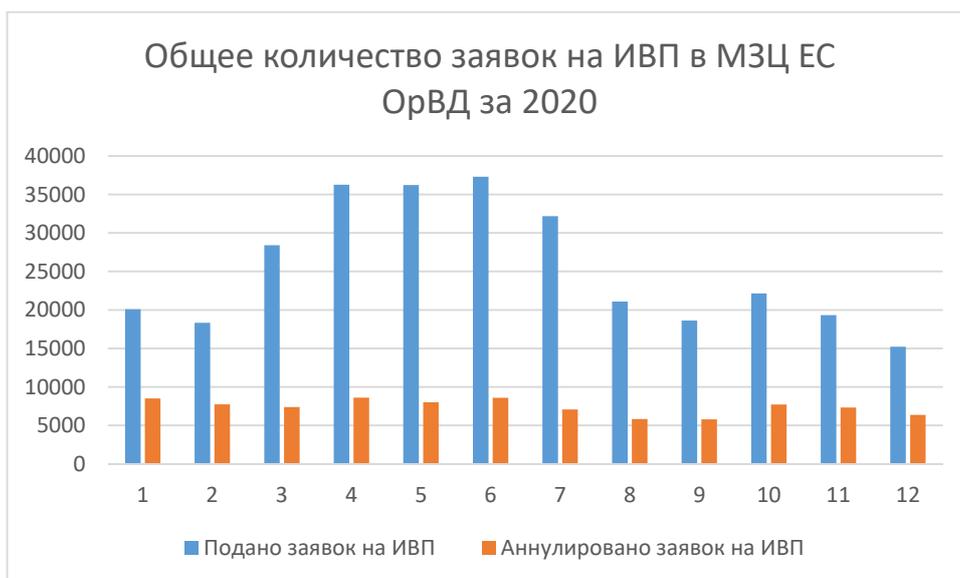


Рис. 1. Общее количество заявок на ИВП в МЗЦ ЕС ОрВД за 2020 год
Fig. 1. Total number of applications for the ASM in the Moscow Area Center of the Unified ATM system for 2020

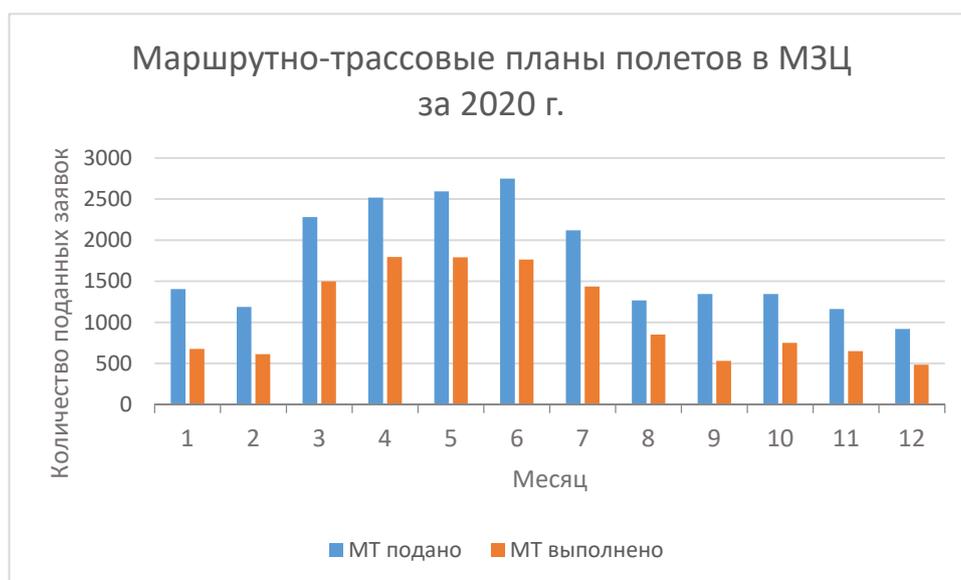


Рис. 2. Маршрутно-трассовые планы полетов в МЗЦ за 2020 год
Fig. 2. Route and local air routes flight plans in the Moscow Area Center of the Unified ATM system for 2020

общего количества. Заявки аннулируются по следующим причинам:

- неправильное оформление;
- нарушение срока подачи;
- отсутствие своевременного подтверждения на ИВП;
- метеоусловия.

Из графика 1 (рис. 1) видно, что от 25 до 50 % заявок аннулируются на этапе предтактического планирования (менее чем за 2 суток до начала ИВП, но не позднее его нача-

ла), и, следовательно, подобные рейсы не выполняются.

Данные по маршрутным и маршрутно-трассовым полетам представлены на графиках 2 и 3 (рис. 2, 3).

Анализ данных, представленных на графиках 2 и 3, показывает, что чуть менее половины полетов от запланированных не выполняется. В среднем за 2020 год было выполнено 61 % от поступивших заявок для

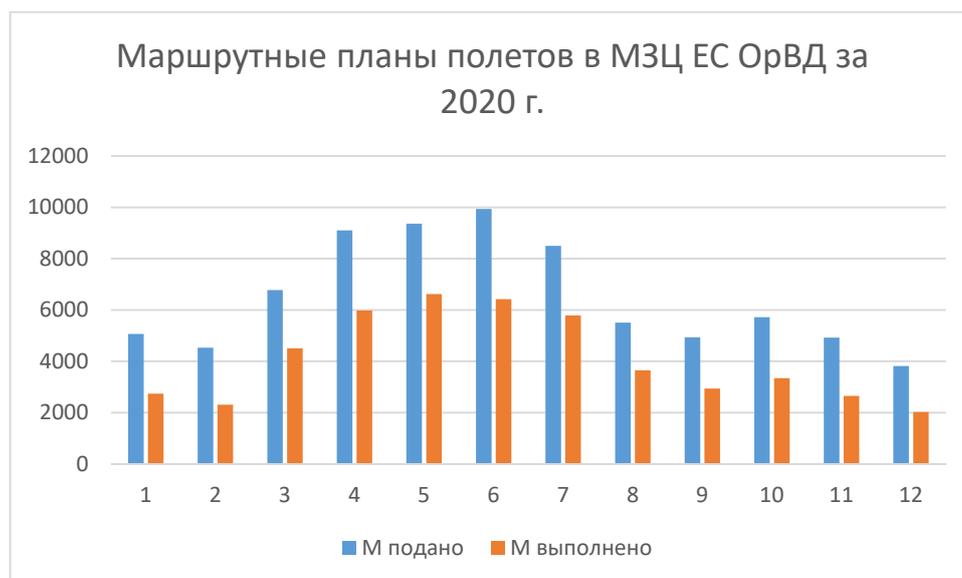


Рис. 3. Маршрутные планы полетов в МЗЦ ЕС ОрВД за 2020 год
Fig. 3. Route flight plans in the Moscow Area Center of the Unified ATM system for 2020

* Плановый													
UDD	TOGMO	UPLOP	DOSAG	ULKID	DEDUG	ABAGI	IPLEG	TAKIB	NANEP	ULPON	ERELI	RUBEK	UWWW
F000	F260	F290	F390	F330	F250	F150	F000						
13.41	13.57	13.58	14.03	14.08	14.12	14.17	14.24	14.28	14.35	14.37	14.41	14.47	15.01

* Текущий													
14L	СИД	TOGMO	UPLOP	DOSAG	ULKID	DEDUG	ABAGI	IPLEG	TAKIB				
F000	ТОГМОЗМ	F265	F280	F330	F360	F370	F390	F390	F390				
13.41		13.58	13.59	14.03	14.07	14.11	14.15	14.24	14.27				

Рис. 4. Пример маршрутной части плана полета в АС ОрВД
Fig. 4. Example of the route part of the flight plan in the Automated System of the ATM system

маршрутно-трассовых и 63 % от маршрутных планов полетов.

Становится очевидным, что на этапе пред- тактического планирования в настоящее время нецелесообразно проводить мероприятия по выявлению и недопущению КС между ВС, так как около половины поданных заявок впоследствии отменяются.

Анализ фактического выдерживания временных параметров планов полета

Поступающие из главного центра Единой системы организации воздушного движения (ГЦ ЕС ОрВД) суточные планы полетов обрабатываются в автоматизированной системе

управления воздушным движением (АС УВД) и становятся доступны пользователю (в том числе диспетчеру ОВД) в виде окна ФПЛ [4, 5].

Обработанный план содержит описание маршрутной части полета с разбивкой по точкам пути, эшелону и времени пролета данной точки (рис. 4) [6].

Маршрутная часть плановой информации доступна в трех видах [7]:

- текущая;
- плановая;
- пройденная.

Анализ статистических данных выдерживания времени пролета точек пути за период с 03.11.2021 по 10.11.2021 для ВС, следующих в аэропорт Домодедово с южного на- правления, показывает несоответствие плани-

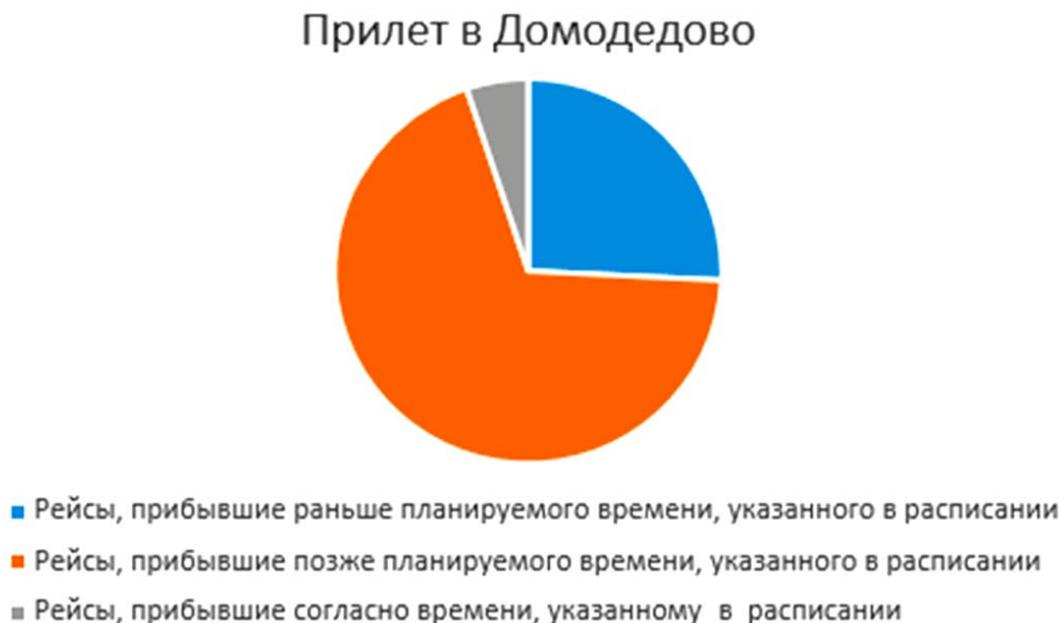


Рис. 5. Прилет ВС в аэропорт Домодедово
Fig. 5. Domodedovo arrival

руемого времени прохождения точек пути и фактического.

В среднем ВС проходит точку пути с разницей 3–4 минуты относительно плана.

Максимальное время отклонения составляет:

- пролет точки пути на 7 минут раньше планируемого времени;
- пролет точки пути на 6 минут позже планируемого времени.

Одним из главных факторов изменения времени пролета точек пути в МЗЦ ЕС ОВД является спрямление маршрута [8]. Маршрутная часть 73 % планов полетов была изменена в результате решения диспетчера ОВД, который не учитывает планового времени пролета точек пути.

Данная ситуация приводит к тому, что:

- оперативное изменение траектории полета ВС может привести к необходимости изменения планов полетов других участников ВД;
- эффективность прогнозирования КС на этапе предтактического планирования становится неэффективной из-за невыдерживания ВС времени пролета точек пути.

Анализ выдерживания запланированного времени прилета/вылета ВС на примере аэропорта Домодедово

В целях планирования производственной деятельности аэропорты предлагают авиакомпаниям выбрать временные интервалы на пользование инфраструктурой аэропорта и разрешение на вылет или прилет в этот аэропорт в определенное время и дату [9]. Данная процедура формируется за счет выделения слотов (Slot-time), которые используются в РФ в соответствии со стандартами ИАТА.

Анализ статистических данных по времени прилетов и вылетов 113 рейсов в аэропорту Домодедово за 9 апреля 2022 года показал низкую дисциплину выдерживания времени прилета. При анализе сравнивалось отклонение временных параметров прибытия/вылета согласно расписанию (± 1 минута).

При сравнении фактического и запланированного времени прилетов по 62 рейсам получены следующие данные (рис. 5):

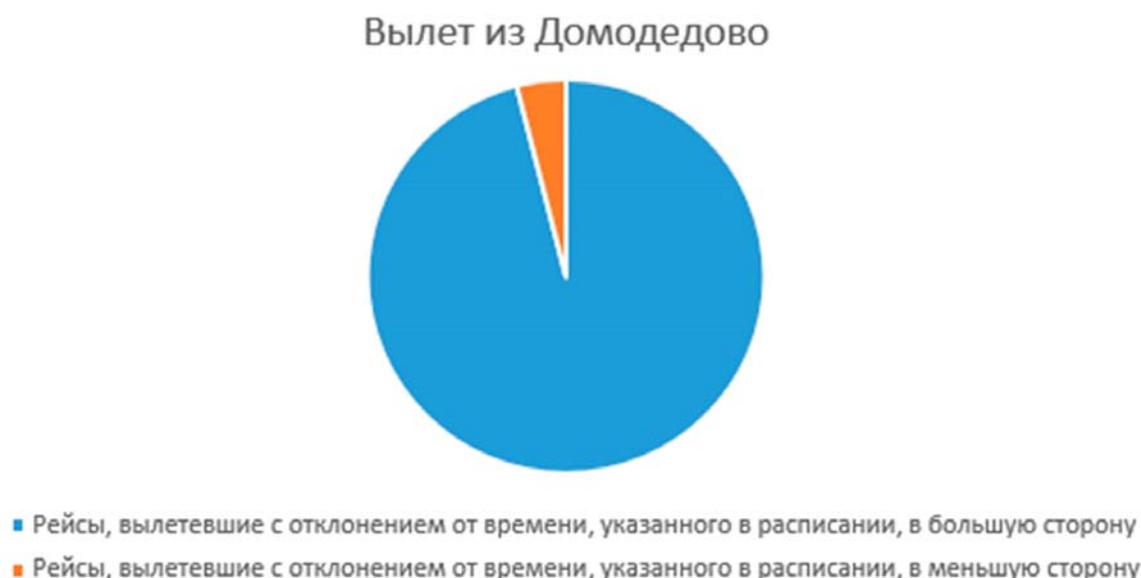


Рис. 6. Вылет ВС из аэропорта Домодедово
Fig. 6. Domodedovo departure

- у 40 % рейсов планируемое время прилета дублировалось с другим рейсом;
- 25 % рейсов прибыли раньше расписания, при этом максимальное отклонение составило 38 минут;
- 67 % рейсов прибыло позже расписания, максимальное отклонение составило 230 минут;
- 5 % рейсов выдержали запланированное время прилета.

При сравнении фактического и запланированного времени вылетов по 51 рейсу получены следующие данные (рис. 6):

- у 41 % рейсов планируемое время вылета совпадало с другим рейсом;
- 96 % рейсов вылетели с отклонением от запланированного времени, максимальное отклонение вылета составило 37 минут;
- 4 % рейсов вылетело раньше расписания;
- ни один из рейсов не выдержал запланированного времени вылета.

Полученные результаты могут свидетельствовать о проблемах в системе планирования еще на этапе выделения слотов. Статистические данные говорят о наличии одинаковых слотов для нескольких рейсов, что может повлечь за собой смещение времени прилета и вылета. В то же время задержка

вылета рейсов приводит к дальнейшей задержке по маршруту и, следовательно, невозможности на этапах стратегического и предтактического планирования решать вопросы, связанные с предотвращением КС [10].

Концепция ОПВД (ATFM)

Концепция организации потоков воздушного движения – это механизм, позволяющий повысить эффективность организации воздушного движения. Введение концепции организации потоков воздушного движения (ОПВД) позволит создать глобальную скоординированную систему ОПВД во всем мире и стандартизировать все процессы.

Эта концепция ИКАО предназначена для регулирования потребностей воздушного движения и должна быть использована на всех этапах планирования (стратегическом, предтактическом и тактическом) [11].

Достижение целей ОПВД невозможно без четкого взаимодействия всех заинтересованных в ИВП сторон [12].

В будущем, из-за взаимосвязи воздушного движения во всем мире, данная система должна выходить за пределы границ государства. Однако на начальном этапе следует от-

работать все меры ОПВД на отдельных районах полетной информации.

Использование ОПВД позволяет повысить уровень безопасности полетов, свести к минимуму скачки интенсивности воздушного движения, решить проблемы, связанные с ограничением полетов и непредвиденными ситуациями, влияющими на пропускную способность [13], скоординировать пользователей ВП и своевременно обеспечить их всей необходимой информацией, согласовать все системы ОрВД [14].

Помимо всего прочего, концепция ОПВД предполагает введение ряда мер, направленных на снижение негативного влияния в случае возникновения непредвиденных обстоятельств или нарушений функционирования какого-либо ресурса из системы [14]. Подобные меры могут представлять собой заранее оговоренные всеми пользователями воздушного пространства планы при появлении непредвиденных факторов, осложняющих ИВП. Данные меры должны быть согласованы всеми заинтересованными в ИВП сторонами и предлагаться на стратегическом и предтактическом этапах. К таким мерам могут относиться [2]:

- программа задержек на земле (Ground Delay Program GDP);
- изменение маршрута;
- ожидание на земле;
- интервал эшелонирования с учетом спутного следа в минутах/милях (MIT/MINIT);
- минимальные интервалы вылета (MDI);
- согласование контрольных точек;
- ограничение эшелона.

Часть подобных мер, например изменение маршрута и ограничение эшелона, в настоящее время используется при ОВД в Московской зоне ОрВД, но все это происходит на этапе текущего планирования и без предварительного согласования с пользователями воздушного пространства.

Организация ИВП в РФ

В РФ основным документом, регламентирующим планирование использования воздушного пространства (ПИВП), является

ФАП «Организация планирования использования воздушного пространства в РФ».

В соответствии с ФАП «Организация планирования использования воздушного пространства в РФ» к ПИВП относятся:

- сбор и обработка информации о планах полетов ВС, а также информации по разрешительному и уведомительному порядку ИВП;
- координирование ИВП для его распределения между всеми заинтересованными пользователями на этапах стратегического, предтактического и тактического планирования;
- взаимодействие всех заинтересованных в ИВП сторон, включая органы ПВО.

Согласно ФАП «Организация планирования использования воздушного пространства в РФ» выделяются три этапа планирования ИВП – стратегический, предтактический и тактический (текущий) этапы. Каждый из этих этапов имеет свои цели, временные рамки и выполняется определенным центром Единой системы организации воздушного движения (ЕС ОрВД) РФ [7]. Однако к основной задаче всех этапов планирования можно отнести недопущение превышения пропускной способности секторов УВД. Всем центрам ЕС ОрВД дано право принимать регулирующие меры относительно пользователей воздушного пространства.

Регулирующие меры могут приниматься центрами ЕС ОрВД в таких случаях, как прогнозируемое превышение пропускной способности органов ОВД, изменение метеоусловий и аэронавигационной информации. Но на практике центры ЕС ОрВД не в полной мере используют эту возможность.

Рассмотрим пример, произошедший в Московской зоне ОВД 02.11.2020. В связи с ухудшением метеоусловий ВС не могли произвести посадку на аэродромах Московского аэроузла, и принималось решение ждать в зонах ожиданий улучшения метеоусловий. При этом те ВС, что еще не вылетели или не вошли в Московскую зону, но следующие на те же аэродромы, не получив от центра ЕС ОрВД запрета на ИВП или изменений в ранее выданные разрешения, принимают решение на вылет или на продолжение следования на аэродром назначе-

ния, несмотря на то, что посадку по метеоусловиям они произвести не смогут.

Это происходит потому, что у авиакомпаний есть юридическая ответственность и отмена вылета без оснований, в данном случае запрета на вылет от ЕС ОрВД, будет являться нарушением обязательств перед пассажирами. В такой ситуации количество ВС в воздухе увеличивается, вызывая перегрузку секторов ОВД, а также перерасход топлива всеми ВС, которые могли бы ожидать на земле. Все это пагубно отражается на безопасности полетов и их экономической эффективности.

Европейский опыт подсказывает, что своевременное введение ограничительных мер, например временный запрет на вылет на определенный аэродром для ВС с категорией ниже необходимой для посадки или запрет на вход в перегруженные в настоящий момент зоны/сектора, поможет минимизировать негативный эффект [9, 11].

Сравнение целей и задач на разных этапах планирования ВД в РФ с рекомендациями ИКАО

Основные документы, регулирующие организацию планирования ВД в РФ, в целом во многом соответствуют рекомендациям ИКАО. В РФ осуществляются те же три этапа планирования – стратегический, предтактический и тактический. Кроме того, центры ЕС ОрВД наделяются возможностью регулирования потоков ВД теми же методами, что предложены в концепции ОПВД.

Реальное состояние системы планирования показывает, что на практике многие меры ОПВД не применяются или применяются только на этапе текущего планирования. Использование регулирующих мер не обсуждается с пользователями ВП, не выбираются и не согласовываются на этапах стратегического и предтактического планирования, что идет в разрез с рекомендациями ИКАО [12]. Это приводит к увеличению количества согласований на этапе текущего планирования между ВС и органом ОВД и увеличивает время ведения радиосвязи, что в нестандарт-

ных ситуациях может привести к снижению уровня безопасности полетов.

Можно выделить основные проблемы в ОПВД в РФ:

- отсутствие процессов совместного принятия решений между органами ОВД и пользователями ВП в РФ;
- проблема с обменом информацией между пользователями ВП и органами ОВД, когда пользователи не получают полную актуальную информацию о воздушной обстановке от органов ОВД;
- организационно-технические сложности согласований на всех этапах планирования;
- недостаточное использование возможностей центров ЕС ОрВД по планированию потоков ВД на этапах стратегического и предтактического планирования.

Заключение

Текущее состояние системы организации ВД в РФ в целом, согласно основополагающим документам, максимально приближено к рекомендациям ИКАО. Недостатки, выявленные в процессе исследований, не позволяют в полной мере использовать все меры организации потоков воздушного движения в РФ.

Выполненная работа позволила получить следующие результаты.

1. Регулярные отклонения ВС от запланированного времени прохождения точек пути усложняет оперативное прогнозирование ВД в органах ОВД.

2. Обоснована нецелесообразность проведения мер по выявлению и недопущению КС на этапе предтактического планирования из-за большого количества отменяемых планов полетов.

3. На примере аэропорта Домодедово показана низкая дисциплина выдерживания временных слотов, выделяемых авиакомпаниям в соответствии со стандартами ИАТА, опубликованными в Worldwide Slot Guidelines (WSG).

Проведенные исследования показывают необходимость совершенствования системы ПВД РФ. Основными проблемами в организации планирования ВП является низкая ко-

ординация взаимодействия между звеньями ЕС, дублирование функций на разных этапах планирования, сложности в информационном обмене между всеми задействованными сторонами ИВП.

Список литературы

1. Луговая А.В., Коновалов А.Е. Совместное принятие решения о потоках прилета и вылета воздушных судов при организации воздушного движения // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 4. С. 78–87. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-78-87

2. Жильцов И.Е., Митрофанов А.К., Рудельсон Л.Е. Оценка пропускной способности в задаче совместного планирования потоков воздушных судов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2018. Т. 21, № 2. С. 83–95. DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-2-83-95

3. 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. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-8-17

4. Ассоров Н.А. К вопросу построения прилетного потока воздушных судов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 4. С. 52–58. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-52-58

5. Чехов И.А. Пути развития систем навигации в рамках внедрения концепции CNS/ATM // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 4. С. 98–106. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-98-106

6. Тельпуховская О.Н. Моделирование воздушной обстановки с использованием объектно-ориентированной системы программирования // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 4. С. 107–113. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-107-113

7. Рудельсон Л.Е., Смородский С.Н., Степаненко А.С. Стратегия контроля целостности данных в концепции управления общесистемной информацией // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 4. С. 114–126. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-114-126

8. Wilson S., Suzić R., Stricht S. The SESAR ATM information reference model within the new ATM system // 2014 Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference (ICNS) Conference Proceedings, 2014. Pp. L3-1–L3-13. DOI: 10.1109/ICNSurv.2014.6819999

9. Шумилов И.С. Авиационные происшествия. Причины возникновения и возможности предотвращения. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 384 с.

10. Байташева Г.У., Шарипбаева А.М. Негативное влияние увеличения количества автотранспорта на воздушный бассейн // Вестник Казахского национального женского педагогического университета. 2018. № 3. С. 6–11.

11. Лебедев Г.Н., Малыгин В.Б. Формирование частных критериев эффективности А-СДМ с учетом интересов участников процесса принятия решений в динамической обстановке // Научный Вестник МГТУ ГА. 2020. Т. 23, № 6. С. 53–64. DOI: 10.26467/2079-0619-2020-23-6-53-64

12. Volkovska A. Methods and models for passenger transportations forecasting on air routes // The Scientific Heritage. 2021. № 61-1. Pp. 44–48.

13. Фурар Х.Э. Оценка рисков при обеспечении безопасности бортовых систем воздушного судна / Х.Э. Фурар, Б.Д. Огунвоул, В.Д. Будаев, Ф. Лаши // Научный Вестник МГТУ ГА. 2020. Т. 23, № 4. С. 84–95. DOI: 10.26467/2079-0619-2020-23-4-84-95

14. Major L. Key human-centered transition issues for future oceanic air traffic control systems / L. Major, H. Johannsson, H. Davison, E.T. Hvannberg, R.J. Hansman [Электронный ресурс] // ICAT-Reports and Papers, 2004. 7 p. URL: <http://hdl.handle.net/1721.1/35756> (дата обращения: 04.11.2022).

References

1. Lugovaya, A.V., Konovalov, A.E. (2017). Collaborative decision-making on the inbound and outbound air traffic flow in air traffic management. *Civil Aviation High Technolo-*

gies, vol. 20, no. 4, pp. 78–87. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-78-87 (in Russian)

2. **Zhiltsov, I.E., Mitrofanov, A.K., Rudel'son, L.E.** (2018). Air space capacity assessment regarding the problem of the collaborative management of air traffic flows. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 21, no. 2, pp. 83–95. DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-2-83-95 (in Russian)

3. **Lebedev, G.N., Malygin, V.B., Mikhaylin, D.A.** (2017). Problem setting and solution of the response correction of arrival and departure air traffic flow in the vicinity of the field by means of the genetic algorithm. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 20, no. 4, pp. 8–17. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-8-17 (in Russian)

4. **Assorov, N.A.** (2017). On the arrival traffic flow organization. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 20, no. 4, pp. 52–58. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-52-58 (in Russian)

5. **Chekhov, I.A.** (2017). Ways of navigation systems development within the implementation of the CNS/ATM concept. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 20, no. 4, pp. 98–106. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-98-106 (in Russian)

6. **Telpukhovskaya, O.N.** (2017). The modeling of air situation using object-oriented programming system. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 20, no. 4, pp. 107–113. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-107-113 (in Russian)

7. **Rudelson, L.E., Smorodskiy, S.N., Stepanenko, A.S.** (2017). Strategy of data integrity control for system wide information management concept. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 20, no. 4, pp. 114–126. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-4-114-126 (in Russian)

8. **Wilson, S., Suzić, R., Stricht, S.** (2014). The SESAR ATM information reference model within the new ATM system. In: *2014 Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference (ICNS) Conference Proceedings*, pp. L3-1–L3-13. DOI: 10.1109/ICNSurv.2014.6819999

9. **Shumilov, I.S.** (2006). Aviation accidents. Causes and prevention options. Moscow: MGTU im. N.E. Baumana, 384 p. (in Russian)

10. **Baitasheva, G.U., Sharipbaeva, A.M.** (2018). The negative effect of the traffic growth to the air basin. *Bulletin of Kazakh National Women's Teacher Training University*, no. 3, pp. 6–11.

11. **Lebedev, G.N., Malygin, V.B.** (2020). Creating private criteria for A-CDM effectiveness to take into account the interests of decision-making participants in a dynamic environment. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 23, no. 6, pp. 53–64. DOI: 10.26467/2079-0619-2020-23-6-53-64 (in Russian)

12. **Volkovska, A.** (2021). Methods and models for passenger transportations forecasting on air routes. *The Scientific Heritage*, no. 61-1, pp. 44–48.

13. **Fourar, H.E., Ogunvoul, B.D., Budaev, V.D., Lashi, F.** (2020). Risk assessment in ensuring aircraft on-board systems safety. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 23, no. 4, pp. 84–95. DOI: 10.26467/2079-0619-2020-23-4-84-95 (in Russian)

14. **Major, L., Johannsson, H., Davison, H., Hvannberg, E.T., Hansman, R.J.** (2004). Key human-centered transition issues for future oceanic air traffic control systems. *ICAT – Reports and Papers*, 7 p. Available at: <http://hdl.handle.net/1721.1/35756> (accessed: 04.11.2022).

Сведения об авторах

Печенежский Владимир Константинович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления воздушным движением МГТУ ГА, pvk_nikulino@mail.ru.

Чуви́ковская Евгения Константиновна, аспирант МГТУ ГА, evgeniya.chuvik@mail.ru.

Information about the authors

Vladimir K. Pechenezhsky, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Air Traffic Management Chair, Moscow State Technical University of Civil Aviation, pvk_nikulino@mail.ru.

Evgeniya K. Chuvikovskaya, Postgraduate Student, Moscow State Technical University of Civil Aviation, evgeniya.chuvik@mail.ru.

Поступила в редакцию	27.01.2023	Received	27.01.2023
Одобрена после рецензирования	09.06.2023	Approved after reviewing	09.06.2023
Принята в печать	21.11.2023	Accepted for publication	21.11.2023