

УДК 621.396.96

DOI: 10.26467/2079-0619-2024-27-3-50-66

Предложения по проектированию организации воздушного пространства секторов ОВД районного диспетчерского центра Хошимина с целью повышения его пропускной способности

Нгуен Нгок Хоанг Куан^{1,2}, В.Н. Нечаев¹

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

²Вьетнамская авиационная академия, г. Хошимин, Вьетнам

Аннотация: По оценкам Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA), Вьетнам входит в число стран с быстрым развитием гражданской авиации (ГА). Данное развитие является положительным знаком для повышения роли и положения ГА Вьетнама в мировой ГА, но в то же время увеличение полетов воздушных судов (ВС) создает проблемы в области обеспечения безопасности полетов, увеличивает нагрузку на воздушное пространство (ВП) и аэропорты, а также загрязняет окружающую среду. ВП Хошимина – одно из крупнейших и наиболее загруженных в Юго-Восточной Азии. Каждый год тысячи рейсов вылетают, прилетают и пересекают ВП Хошимина. Кроме того, деятельность авиации в ВП Хошимина становится все более сложной (она включает деятельность государственной авиации, ГА и авиации общего назначения), что требует постоянного совершенствования организации воздушного пространства (ОрВП). ОрВП в свою очередь требует определенной гибкости и быстрого реагирования на сложности, возникающие в ВП. Одной из важных составляющих ВП Хошимина является ВП районного диспетчерского центра (РДЦ). В настоящее время структура ВП РДЦ Хошимина, разделенного на шесть секторов, демонстрирует признаки перегруженности, что ведет к увеличению рабочей нагрузки авиадиспетчеров. Поэтому перераспределение ВП РДЦ Хошимина крайне необходимо. В связи с этим авторы статьи рассматривают вопрос разделения ВП РДЦ Хошимина на восемь секторов и предложения, необходимые для его реализации. По мнению авторов, перераспределение ВП будет способствовать повышению качества организации воздушного движения (ОрВД), увеличению пропускной способности (ПС) ВП и снижению рабочей нагрузки авиадиспетчеров.

Ключевые слова: воздушное пространство, воздушное пространство районного диспетчерского центра Хошимина, организация воздушного движения, сектор, авиадиспетчер, полетная деятельность, пропускная способность воздушное пространство, гражданская авиация.

Для цитирования: Хоанг Куан Н.Н., Нечаев В.Н. Предложения по проектированию организации воздушного пространства секторов ОВД районного диспетчерского центра Хошимина с целью повышения его пропускной способности // Научный Вестник МГТУ ГА. 2024. Т. 27, № 3. С. 50–66. DOI: 10.26467/2079-0619-2024-27-3-50-66

Proposals for designing the airspace management of the ATM sectors of the Ho Chi Minh City Area Control Center to increase its capacity

Nguyen Ngoc Hoang Quan^{1,2}, V.N. Nechaev¹

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

²Vietnam Aviation Academy, Ho Chi Minh City, Viet Nam

Abstract: According to the International Air Transport Association (IATA), Vietnam is among the countries with the rapid development of civil aviation (CA). This development is a positive sign to enhance the role and position of Vietnam civil aviation in the civil aviation community. But at the same time, the increase in flight operations poses challenges to flight safety, increases the load on airspace and airports, and pollutes the environment. The Ho Chi Minh City (HCM) airspace is one of the largest and busiest airspace in Southeast Asia. Every year, thousands of flights depart, arrive, and cross the HCM (VVTs) airspace. In addition, aviation operations in the HCM airspace are becoming increasingly complex (they include activity of state aviation, civil and general aviation), which requires the continuous improvement of airspace management. Airspace management, in turn, requires a certain flexibility and a quick response to difficulties arising in the airspace. One of the important components of the HCM airspace

is the airspace of the HCM Area Control Centre (ACC¹ airspace). At present, the structure of the HCM ACC airspace, which is divided into 6 sectors, shows signs of congestion, which leads to an increase in the workload of air traffic controllers (ATC). Therefore, the HCM ACC airspace redesign is imperative. In this regard, the authors of the article consider the issue of dividing the HCM ACC airspace into 8 sectors and the proposals which are necessary for its implementation. According to the authors, the HCM airspace redesign will contribute to improving air traffic management (ATM) quality, increasing airspace capacity, and reducing ATC workload.

Key words: airspace, HCM ACC airspace, air traffic management, sector, air traffic controller, flight operation, airspace capacity, civil aviation.

For citation: Hoang Quan, N.N., Nechaev, V.N. (2024). Proposals for designing the airspace management of the ATM sectors of the Ho Chi Minh City Area Control Center to increase its capacity. Civil Aviation High Technologies, vol. 27, no. 3, pp. 50–66. DOI: 10.26467/2079-0619-2024-27-3-50-66

Введение

Согласно отчету Управления гражданской авиации Вьетнама², авиационный рынок Вьетнама в 2023 году восстановился после воздействия пандемии COVID-19. Общий пассажиропоток за 9 месяцев через аэропорты составил 89 млн пассажиров, что на 20 % больше, чем за аналогичный период 2022 года. Число иностранных пассажиров достигло 23,7 млн, что на 266,8 % больше по сравнению с аналогичным периодом 2022 года. Общий объем грузоперевозок через аэропорты Вьетнама составил 887,5 тыс. т, из них: международных: 637 тыс. т, внутренний объем: 250,4 тыс. т.

На рынке внутренних авиаперевозок Вьетнама действуют 5 крупных авиакомпаний, выполняющих полеты почти по 70 внутренним маршрутам с более чем 650 рейсами в день. Что касается международных авиаперевозок, то 64 иностранные авиакомпании и 5 вьетнамских выполняют полеты по 169 международным маршрутам, соединяющим Вьетнам с 28 странами и территориями. Среди них 10 с наибольшим количеством пассажиров, перевезенных во Вьетнам, включая Корею, Таиланд, Тайвань, Японию, Китай, Сингапур, Малайзию, Гонконг, Австралию и Индию.

¹ ACC – Area Control Center.

² Sản lượng hành khách thông qua các cảng hàng không trên cả nước trong 9 tháng đầu năm tăng 20 % so với cùng kỳ năm trước [Электронный ресурс] // CAAV. URL: [https://caa.gov.vn/hoat-dong-nganh/san-luong-hanh-khach-thong-qua-cac-cang-hang-khong-tren-ca-nuoc-trong-9-thang-dau-nam-tang-20-so-voi-cung-ky-nam-truoc-20230925141432841.htm](https://caa.gov.vn/hoat-dong-nganh/san-luong-hanh-khach-thong-qua-cac-cang-hang-khong-tren-ca-nuoc-trong-9-thang-dau-nam-tang-20-so-voi-cung-ky-nam-truoc) (дата обращения: 11.05.2023).

При вышеуказанных темпах роста авиaperевозок во многих аэропортах и воздушном пространстве (ВП) Вьетнама прогнозируются признаки перегруженности ВП, особенно ВП районного диспетчерского центра (РДЦ) Хошимина. Исходя из этого необходимо своевременно адаптироваться к темпам роста применения гражданской авиации (ГА), все более разнообразному и сложному характеру ее деятельности, обеспечить безопасность полетов и эффективность использования ВП, таким образом, реорганизация ВП РДЦ Хошимина становится все более актуальной и необходимой.

Организационная структура и секторизация ВП РДЦ Хошимина³

ВП РДЦ Хошимина в настоящее время включает 6 секторов (рис. 1) со следующими границами.

Вертикальная граница ВП

От поверхности земли (воды) до неограниченной высоты, за исключением зон маневрирования (ТМА (терминальная зона маневрирования (*Terminal Control Area*)) Тан Сон Нхат (ТСН), ТМА Дананг, ТМА Камрань и Диспетчерская зона (*TWR* – аэродромный диспетчерский пункт (*Tower (Aerodrome Control)*)) в ВП РДЦ Хошимина.

Горизонтальная граница ВП

Координаты границы ВП РДЦ Хошимина представлены в табл. 1.

³ Aeronautical information publication of Vietnam.

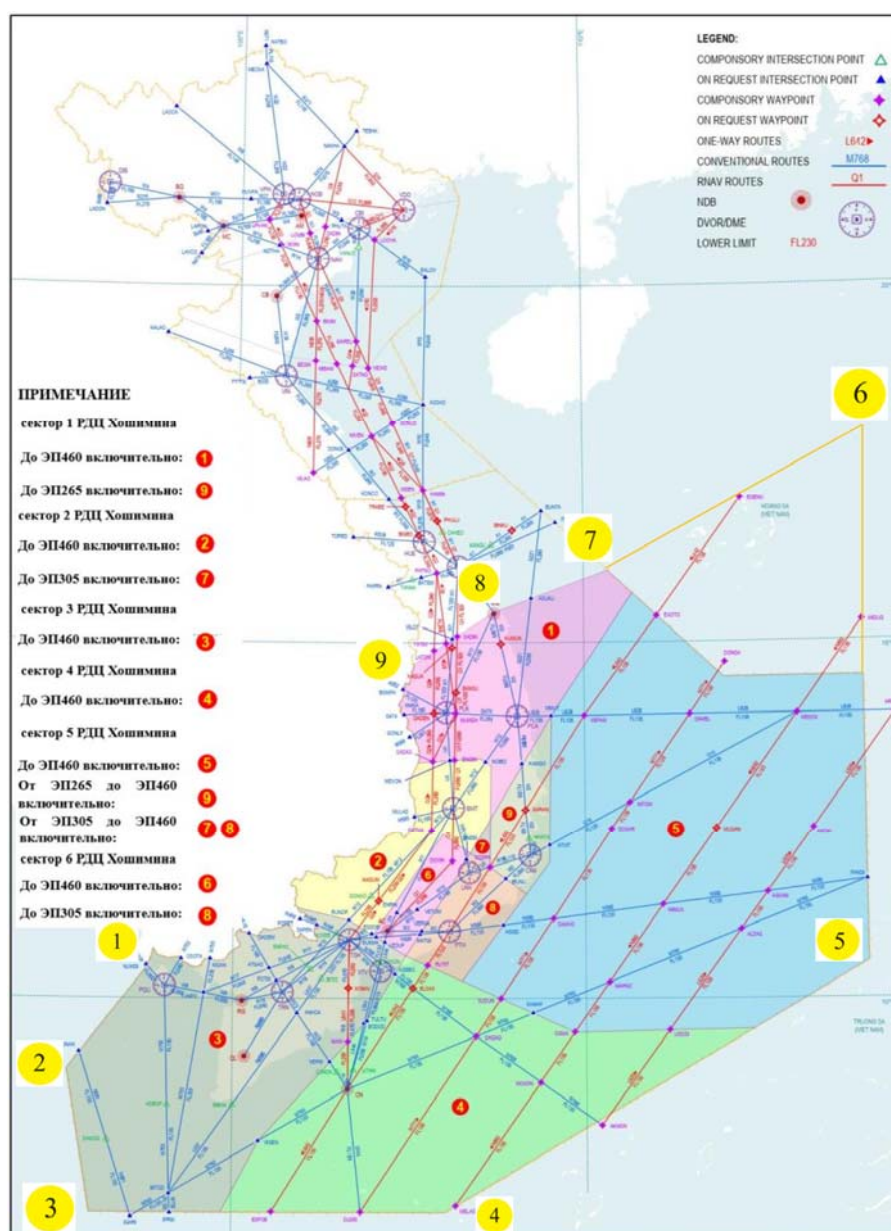


Рис. 1. Шесть секторов и границы ВП РДЦ Хошимина⁴
Fig. 1. The HCM ACC airspace boundaries and 6 sectors⁴

Текущая ситуация использования ВП РДЦ Хошимина

В добавлении II-С ИКАО Doc 9971⁴ приводится пример упрощенной методики определения пропускной способности (ПС) сектора в РДЦ. Указанная методика основана на

процессе, разработанном Федеральным авиационным управлением (ФАУ) для установления ПС сектора. ПС сектора определяется с использованием данных о среднем времени полетов в секторе в минутах с 7:00 до 19:00 с понедельника по пятницу в течение любого 15-минутного периода времени. ПС секторов ВП РДЦ Хошимина на основе данной методики представлена в табл. 2.

Однако оптимальная ПС будет корректироваться в зависимости от сложности сектора. Сложность сектора зависит от многих

⁴ Doc 9971: Руководство по совместной организации потоков воздушного движения (ОПВД), добавление II-С. 3-е изд. // ИКАО, 2018. 62 с.

Таблица 1
Table 1

Координаты границы ВП РДЦ Хошимина
Coordinates of the HCM ACC airspace
boundaries

Точка	Долгота – Широта
1	10°22'00" с. ш. – 103°44'00" в. д.
2	09°00'00" с. ш. – 102°40'00" в. д.
3	07°00'00" с. ш. – 103°00'00" в. д.
4	07°00'00" с. ш. – 108°00'00" в. д.
5	10°30'00" с. ш. – 114°00'00" в. д.
6	16°40'00" с. ш. – 114°00'00" в. д.
7	16°00'12" с. ш. – 110°20'43" в. д.
8	15°24'44" с. ш. – 108°42'16" в. д.
9	14°41'10" с. ш. – 107°33'24" в. д.

факторов, таких как плотность трафика, сложность маршрутов ОВД, объем ВП (в вертикальной и горизонтальной плоскостях), типы CNS (*Communications, Navigation, Surveillance* – связь, навигация, наблюдение), полеты государственной авиации и т. д.

По данным статистики, в РДЦ Хошимина с 22 по 24 июля 2023 г. в часы пик в секторах 1, 2, 3, 5 и 6 ВП было перегружено, особенно критично в секторах 1, 3 и 5. Так, в секторе 1 количество воздушных судов (ВС), входящих в пиковые часы, достигло 105–125 % оптимального значения ПС (табл. 2), особенно в период с 10:30 до 11:00 23 июля, когда количество ВС достигает 126,67 % оптимального значения ПС. Аналогичным образом в секторах 3 и 5 количество ВС достигло 105–122 % оптимального значения ПС. Максимум был достигнут в секторе 3 на временном интервале с 11:30 до 11:45 23 июля и в секторе 5 на временном интервале с 10:45 до 11:00 и с 11:30 до 11:45 23 июля – 122,22 % (подробности – рис. 2). Сектор 1 и 3 представляют собой связующие секторы между странами Юга (Сингапур, Малайзия и т. д.) и странами Севера (Китай, Россия и т. д.), а сектор 5 – между странами Запада (Таиланд, Камбоджа и т. д.) и странами Востока (Япония, Корея и т. д.). В Азиатско-Тихоокеанском регионе высокий уровень перегрузки в этих секторах приводит к задержкам и стагнации авиационной активности, что сказывается на экономическом развитии региона.

Таблица 2
Table 2

ПС сектора в ВП АСС Хошимина
(упрощенная методика)
Sector capacity of the HCM ACC airspace
(simplified methodology)

Сектор	Среднее время полета в секторе	Оптимальное значение ПС в секторе за 15 минут
1	09	15
2	12	18
3	12	18
4	16	18
5	20	18
6	09	15

В праздничные дни количество ВС, как правило, увеличивается, а вероятность перегруженности секторов возрастает. Например, за 7 дней лунного нового, 2023 г. (20–26 января) общее количество взлетающих и прибывающих ВС в аэропортах Вьетнама достигло 13 657 (в то время как средний показатель за 7 дней июля 2023 г. составлял всего около 8 тыс. взлетно-посадочных операций). При большом количестве ВС и высокой плотности воздушного движения диспетчеры в процессе осуществления управления воздушным движением (УВД) в ВП РДЦ Хошимина имеют высокий уровень загруженности, близкий к предельно допустимым значениям, что приводит к возникновению стрессовых ситуаций.

Кроме того, в секторах 3 и 5 периодически возникают случаи перегрузки радиосвязи VHF (*VHF* – очень высокие частоты – частоты от 30 до 300 МГц и соответственно метровые – от 1 до 10 м – радиоволны⁵), что затрудняет обеспечение безопасности, эффективности и непрерывности ОВД. Согласно методу оценки Eurocontrol⁶ порог рабочей

⁵ Словарь терминов радиосвязи для настройки параметров и программирования радиостанций и меню рации [Электронный ресурс] // Комбат. URL: <https://combat-center.ru/blog/detail/glossariy-terminy-radiosvyazi/> (дата обращения: 11.05.2023).

⁶ Евроконтроль, Пессимистичная оценка потенциала сектора, 2003.

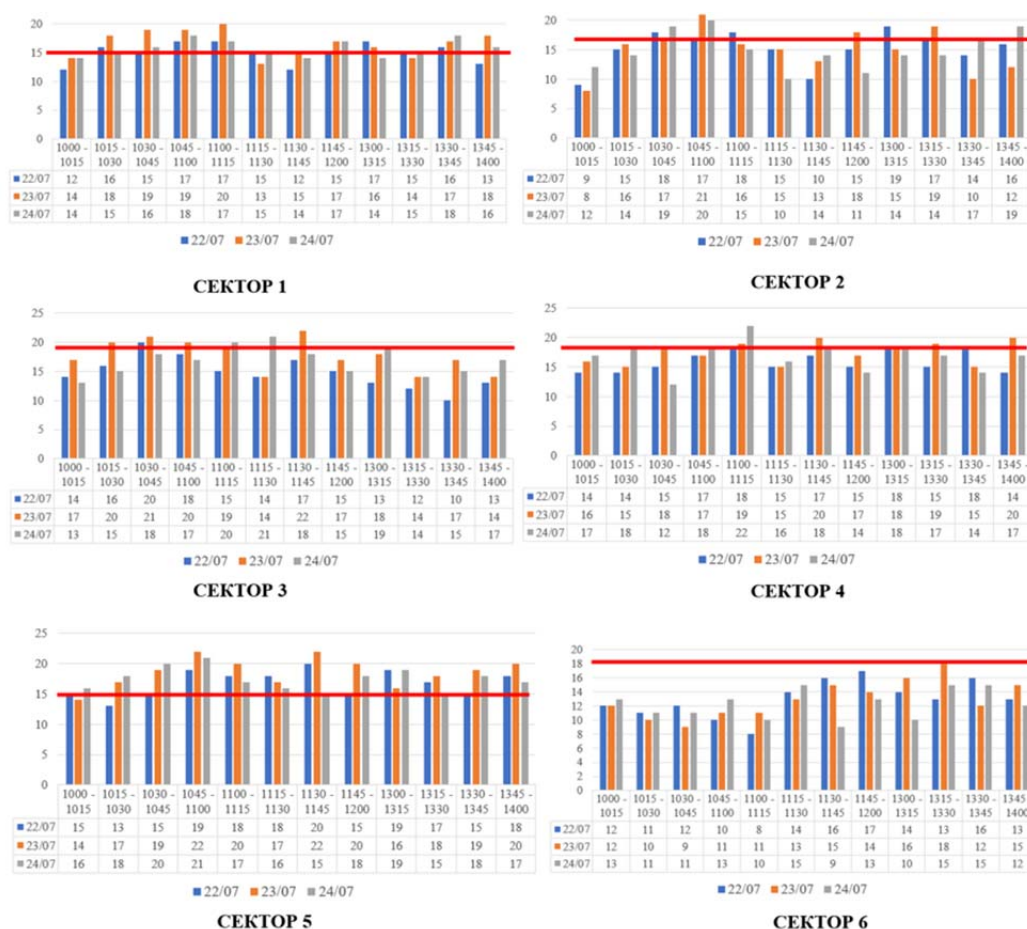


Рис. 2. Плотность воздушного движения в секторах РДЦ Хошимина с 22 по 24 июля 2023 г.
Fig. 2. Air traffic density in the sectors of the HCM ACC from July 22, 2023 to July 24, 2023

нагрузки (workload threshold) – это процент времени, потраченный на ведение радиосвязи диспетчером в час. Эта рабочая нагрузка определяется для каждого рабочего места диспетчера.

Например, 1 июня 2023 г. в секторе 3 диспетчер радиолокационного контроля / диспетчер процедурного контроля превысили порог времени использования VHF (рис. 3). В периоды времени 02:00, 03:00, 04:00, 05:00, 06:00, 07:00 UTC, особенно в 06:00 UTC, диспетчеру радиолокационного контроля приходится вести радиообмен с экипажами ВС 51 минуту в течение часа для осуществления УВД, включая время выдачи разрешения и указаний, у диспетчера есть всего 9 минут на то, чтобы анализировать обстановку и принимать решения в нестандартных ситуациях, если таковые возникают.

Аналогично в секторе 5, хотя порог рабочей нагрузки в нем меньше, есть некоторые временные рамки, которые превышают допустимый порог. Например, в 02:00 UTC диспетчеру радиолокационного контроля пришлось вести радиообмен 48 минут в течение часа.

Кроме того, ИКАО прокомментировала рост перегруженности некоторых маршрутов ОВД и ВП в Азиатско-Тихоокеанском регионе в целом и во Вьетнаме в частности^{7,8}, а также дала рекомендации по организации и перепроектированию ВП. Поэтому перепроектирование ОрВП является насущной необходимостью.

⁷ Каталог маршрутов ОВД Азиатско-Тихоокеанского региона. Версия 21.2 // ИКАО, 2022. 56 с.

⁸ Азиатско-Тихоокеанский региональный план авиационной безопасности на 2023–2025 гг // ИКАО, 2022. 120 с.

Таблица 3
Table 3

Порог рабочей нагрузки⁷
Workload threshold⁷

Порог, % Threshold, %	Интерпретация Interpretation	Записанное рабочее время в течение 1 часа, мин Recorded Working Time during 1 hour
70 или выше	Перегрузка Overload	42+
54–69	Тяжелая нагрузка Heavy load	32–41
30–53	Средняя нагрузка Medium load	18–31
18–29	Легкая нагрузка Light load	11–17
0–17	Очень легкая нагрузка Very light load	0–10

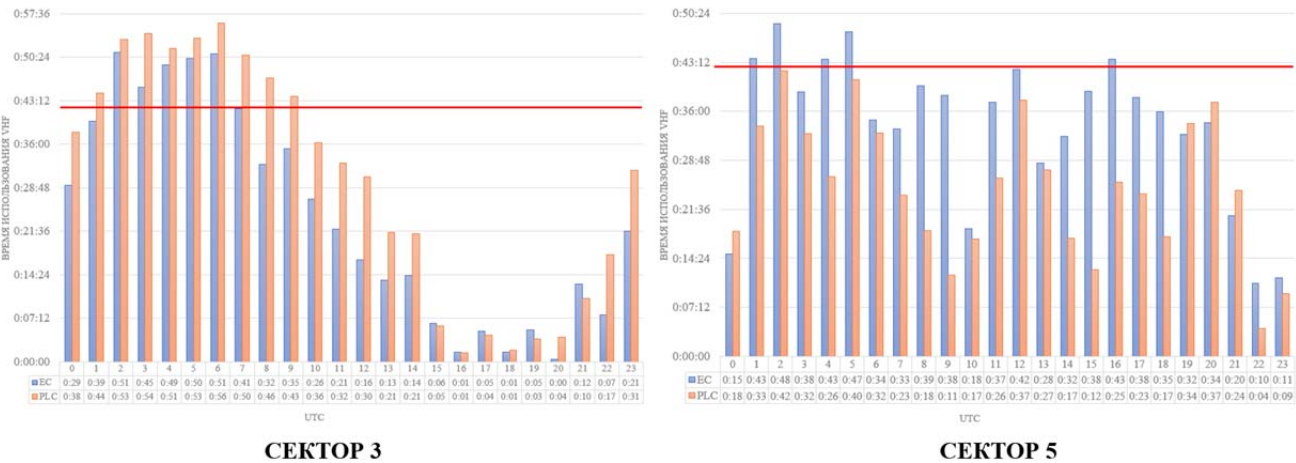


Рис. 3. Время использования VHF на позиции диспетчер радиолокационного контроля / диспетчер процедурного контроля сектор 3 и 5 1 июня 2023 г.
Fig. 3. VHF usage time at a Radar Controller position / Procedural Air Traffic Controller position, sector 3 and 5 on June 1, 2023

В настоящее время в мире проведено множество исследований по реорганизации ВП с целью оптимизации ПС и применения передовых алгоритмических моделей [1–9]. Кроме того, проводятся исследования по оптимизации маршрутов ОВД [10–14]. Однако во Вьетнаме в этих двух областях исследования почти не проводились, за исключением нескольких исследований авторов и их коллег [15–18]. Поэтому с целью повышения ПС, оптимизации ВП Вьетнама, предотвращения

перегруженности ВП Хошимина авторы планируют провести исследования по двум вышеуказанным направлениям.

Методы и методология исследования

Методы и методология исследования, использованные авторами в статье:

- статистический метод (сбор, обобщение и обработка информации и данных о коли-

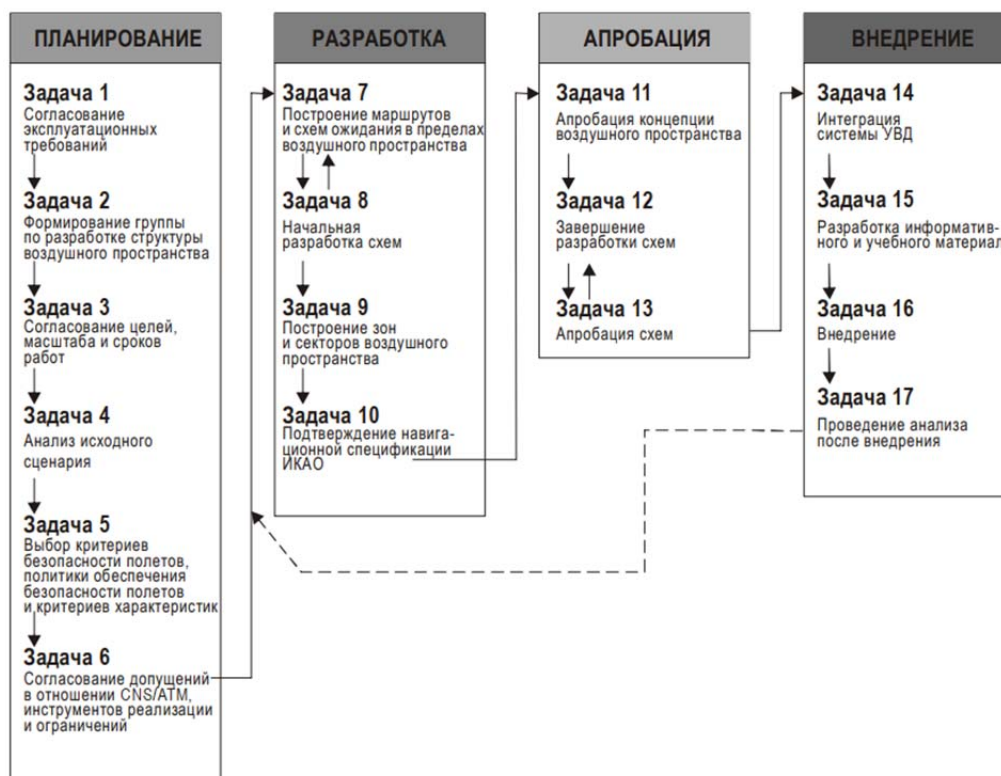


Рис. 4. Процесс разработки и внедрения концепции воздушного пространства
Fig. 4. Airspace concept development and implementation process

честве рейсов, выполняемых в ВП Хошимина);

- аналитический метод (анализ и оценка информации и документов для выявления проблем и теоретических основ как основы решения проблем);
- логический метод (основан на логических правилах и принципах рассуждать и делать выводы на основе доступной информации).

Результаты исследования и их описание

Общий процесс проектирования организации воздушного пространства

Согласно рекомендациям ИКАО, содержащимся в Doc 9992⁹, процесс проектирова-

ния и реализации воздушного пространства можно разделить на четыре этапа: планирование, проектирование, тестирование и реализация. Эти четыре этапа состоят из 17 отдельных шагов. Проектирование организации воздушного пространства часто инициируется в связи с возникающими эксплуатационными требованиями с целью повышения безопасности, ПС и эффективности эксплуатации, снижения воздействия на окружающую среду и т. д. (рис. 4).

Кроме того, по мнению М. Горбенко [1], некоторые показатели оценки эффективности ОрВП можно рассматривать при проектировании, например:

- показатель δ неортодромичности маршрутов движения для потоков ВС в зоне УВД;
- показатель Q общего расхода авиационного топлива всеми ВС в зоне УВД в течение анализируемого периода времени (месяца пик);
- показатель E ожидаемого количества потенциальных конфликтных ситуаций (ПКС) в точках схождения и пересечения маршру-

⁹ Doc 9992: Руководство по использованию навигации, основанной на характеристиках (PBN), при построении воздушного пространства // ИКАО, 2013. 56 с.

рутов в часы пик в зоне УВД с разбивкой по секторам УВД;

- показатель CR риска столкновений ВС (в единицах катастроф на летный час) в зоне УВД в целом и на отдельных элементах ВП (смежные эшелоны полета, параллельные маршруты, точки пересечения маршрутов и т. п.);
- показатель η общего количества секторов в анализируемой зоне УВД, при котором ОВД возможно без нарушения установленных нормативов ПС секторов УВД в часы пик;
- показатель N загруженности секторов УВД по количеству ВС одновременно на управлении в часы пик.

В качестве дополнительных показателей эффективности ОрВП при сравнении альтернативных вариантов ОрВП могут применяться:

- общее количество точек схождения и пересечения маршрутов движения ВС;
- количество точек, имеющих два или более сходящихся потоков с переменным профилем полета;
- количество точек, имеющих три или более секторов УВД, принимающих участие в формировании интервалов движения;
- количество и протяженность участков воздушных трасс двустороннего движения с переменным профилем полета;
- количество участков воздушных трасс или траекторий движения ВС, а также точек пересечения и схождения маршрутов, загруженность которых ВС в часы пик достигает порогового значения, близкого к их ПС;
- удельное количество точек пересечения и схождения маршрутов, в которых, по оценкам экспертов, сложность работы диспетчера в часы пик достигает уровня, когда при формировании интервалов расхождения ВС возникает угроза принятия решения о назначении неуставленного маршрута или неуставленной высоты (промежуточной между эшелонами полета (ЭП)).

После учета перечисленных выше факторов и оценки текущего состояния ВП

секторов ОВД РДЦ Хошимина авторы вносят предложения по проектированию рассматриваемого ВП с целью повышения его ПС.

Преимущества и недостатки существующих шести секторов в ВП РДЦ Хошимина

Сектор 2 и 6

В настоящее время сектор 2 в основном обслуживает исходящие потоки ВС, а сектор 6 обслуживает ВС, прибывающие в аэропорт ТСН. Такое разделение дает ряд преимуществ:

- сокращение времени радиообмена между авиадиспетчерами и пилотами;
- увеличение ПС ВП и взлетно-посадочной полосы (ВПП) аэропорта ТСН;
- оказание помощи ВС для выполнения оптимальных рабочих траекторий, прогнозирование методов захода на посадку и посадки, что повышает безопасность и эффективность выполнения полетов, устранение перегруженности аэропорта ТСН.

ОрВП секторов 2 и 6 сталкиваются с некоторыми конкретными недостатками, а именно:

- выполнение полетов государственной авиации на аэродромах Бьенхоа и Фанранг влияет на полеты в секторах 2 и 6;
- граница сектора 5 (верхний ЭП) и сектора 6 (нижний ЭП) является ЭП305, что усложняет координацию действий между диспетчерами этих секторов;
- ВП сектора 2 Буонметхуот (БМТ) достаточно напряженное, потому что в нем пересекаются 10 маршрутов ОВД, ВС часто меняют эшелон, поэтому нагрузка на авиадиспетчеров здесь очень высокая (рис. 5);



Рис. 5. Точка БМТ – место проведения сложной авиационной деятельности

Fig. 5. BMT point – the location for complex aviation operations

- возникновение потенциальных конфликтов с другими секторами ввиду ограничений в ВП и устаревших систем управления, что может привести к снижению безопасности полетов.

Сектор 1 и 5

Для сектора 1

Применение RNAV 5 на двух параллельных основных маршрутах (Q1–Q2) способствует увеличению ПС ВП сектора 1, обеспечивая безопасность, скоординированность и эффективность использования воздушного пространства (ИВП).



Рис. 6. Направления движения ВС в секторе 1 и 5 часто конфликтуют

Fig. 6. Aircraft movement direction in sectors 1 and 5 frequently conflict

В секторе 1 ВС, выполняющие полет с севера на юг, меняющие ЭП, могут вступить в

конфликт с другими ВС, выполняющими полеты с востока и северо-востока, которые снижаются для выполнения посадки в аэропорт Камрань. Например, прибывающее в аэропорт Камрань ВС снижается с ЭП320 или ЭП360 по маршруту ОВД L642 до ЭП100. В то же время ВС, прибывающие в другие аэропорты от маршрута N500 до точки DAMVO, также используют четные ЭП. В результате часто возникают ПКС между ВС (рис. 6).

Для сектора 5

Граница сектора 5 (верхний ЭП) и сектора 2 (нижний ЭП) является ЭП305 (расположенный между секторами 1, 2 и 6 (рис. 7)), что усложняет координацию действий между диспетчерами этих секторов.

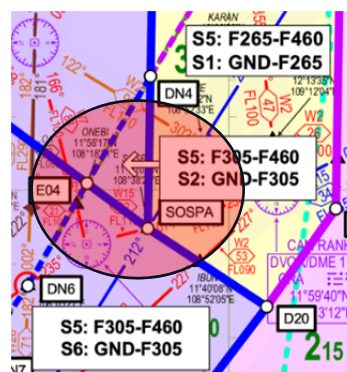


Рис. 7. Треугольная зона, затрудняющая координацию между секторами 1, 2 и 6

Fig. 7. This triangle area hinders the coordination between sectors 1, 2 and 6

Объем ВП сектора 5 составляет почти 40 % ВП Хошимина, поэтому у него относительно высокая ПС. В этом секторе применяется RNP10, что упрощает ОВД. Однако из-за обширной территории и удаленности от берега ИВП подвержено влиянию сложных метеорологических условий, ограниченной обзорности систем наблюдения ОВД и нестабильности работы навигационного оборудования.

Сектор 3 и 4

Для сектора 3

Объем ВП сектора 3 составляет около 20 % ВП Хошимина, в котором осуществля-

ется УВД ВС, вылетающими и прибывающими из шести внутренних аэропортов (ТСН, Кантхо, Ратьзя, Фукуок, Камау и Коншон) и РПИ Куала-Лумпур, Сингапур, Пномпень. В часы пик рабочая нагрузка на диспетчера УВД всегда высока.

В секторе 3 точка BITOD может считаться «горячей» точкой (рис. 8). Она является пересечением многих маршрутов ОВД, таких как L637, M765, M755, M753. ВС, которые следуют по этим маршрутам, могут вылетать или прибывать в аэропорты сектора или выполнять транзитные полеты в соседние страны, поэтому нагрузка на авиадиспетчеров в этом секторе всегда велика.

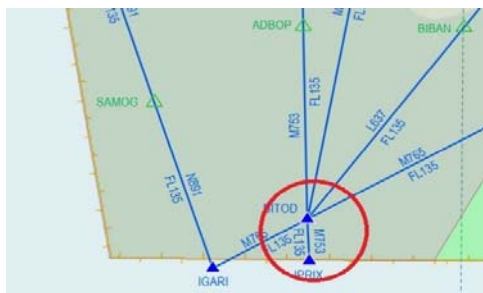


Рис. 8. Точка BITOD – точка с высокой плотностью воздушного движения в секторе 3

Fig. 8. Point BITOD – the high air traffic density point in sector 3

Многие аэропорты расположены близко друг к другу (аэропорты ТСН, Кантхо и Рать-

зя), что повышает вероятность возникновения ПКС при изменении ЭП ВС при выполнении взлетно-посадочных операций.

Предложения по разделению и реорганизации секторов в ВП РДЦ Хошимина

Перераспределение ВП секторов 3, 4 и создание сектора 7 в ВП РДЦ Хошимина Вариант 1

Сектор 7 будет отвечать за ВП, которое будет иметь форму, показанную на рис. 9.

Боковая граница будет представлять собой замкнутую ломаную линию, соединяющую точки: D15 – RUNOP – D18 – D19 – D25 – D26 – D27 – RG – D28 – вдоль границы ВП Хошимина и Пномпеня – D15.

Вертикальная граница будет распространяться от поверхности земли (воды) до ЭП255 включительно, исключая ВП ТМА ТСН и ВП TWR аэропортов в секторе.

После вышеуказанного разделения сектор 7 будет иметь границу, охватывающую все ВП аэропортов ТСН, Кан Тхо, Ратьзя, Ка Мау и Кон Сон (не включая ВП TWR вышеуказанных аэропортов). Это означает, что ответственность за УВД на низком ЭП255 (где ВС будут выполнять маневр перед по-

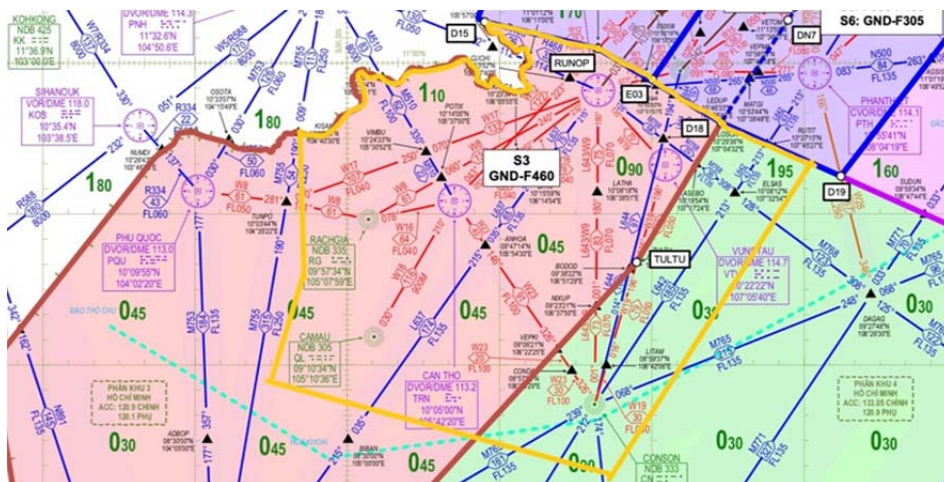


Рис. 9. План создания сектора 7 путем продольного разделения сектора 3 (желтой линией выделена граница ВП сектора 7)

Fig. 9. Plan for creating sector 7 by longitudinal dividing sector 3 (the yellow line marks the airspace boundary of sector 7)

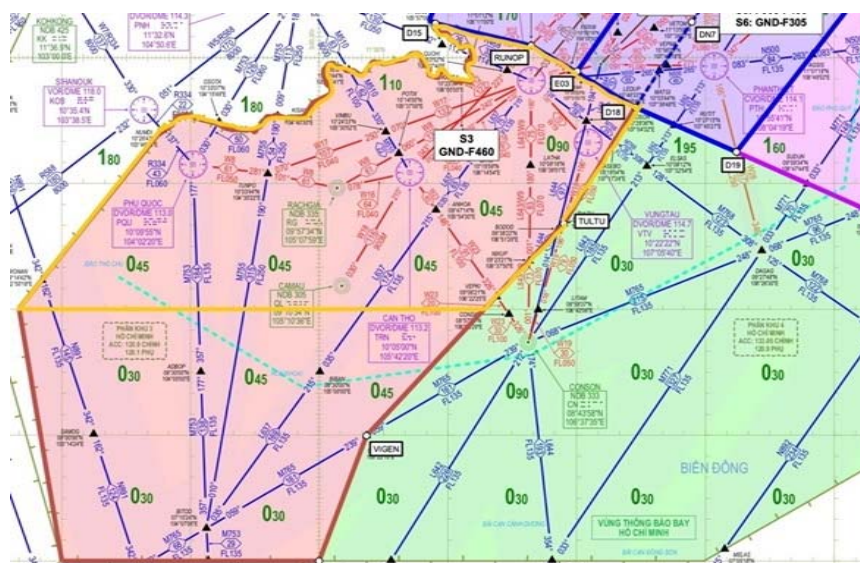


Fig. 10. Plan for creating sector 7 by lateral dividing sector 3 (the yellow line marks the airspace boundary of sector 7)

- ВС, снижающие ЭП, чтобы приблизиться к аэропортам в этом секторе (в частности, ВП вокруг аэропорта Фукуок и в районе точки пересечения воздушных трасс ВТОД (рис. 8)), после чего ответственность за управление будет передана диспетчеру сектора 7;
- ВС, следующие транзитом по маршрутам ОВД в секторе.

- часть ВП сектора 7 авиадиспетчеры сектора 4 будут контролировать на низких ЭП (от ЭП255 до ЭП460 включительно);
- остальное ВП авиадиспетчеры сектора 4 будут контролировать от земли (воды) до ЭП460 включительно.

Вариант 2

При этом варианте ВП сектора 4 не изменится, однако авиадиспетчерам сектора 4 необходимо будет обратить внимание на координацию действий с авиадиспетчерами сектора 3 и вновь создаваемого сектора 7.

Перераспределение ВП сектора 5 и создание сектора 8 в ВП РДЦ Хошимина

60



Fig. 11. Plan for creating sector 8 (the red line marks the airspace boundary of sector 8)

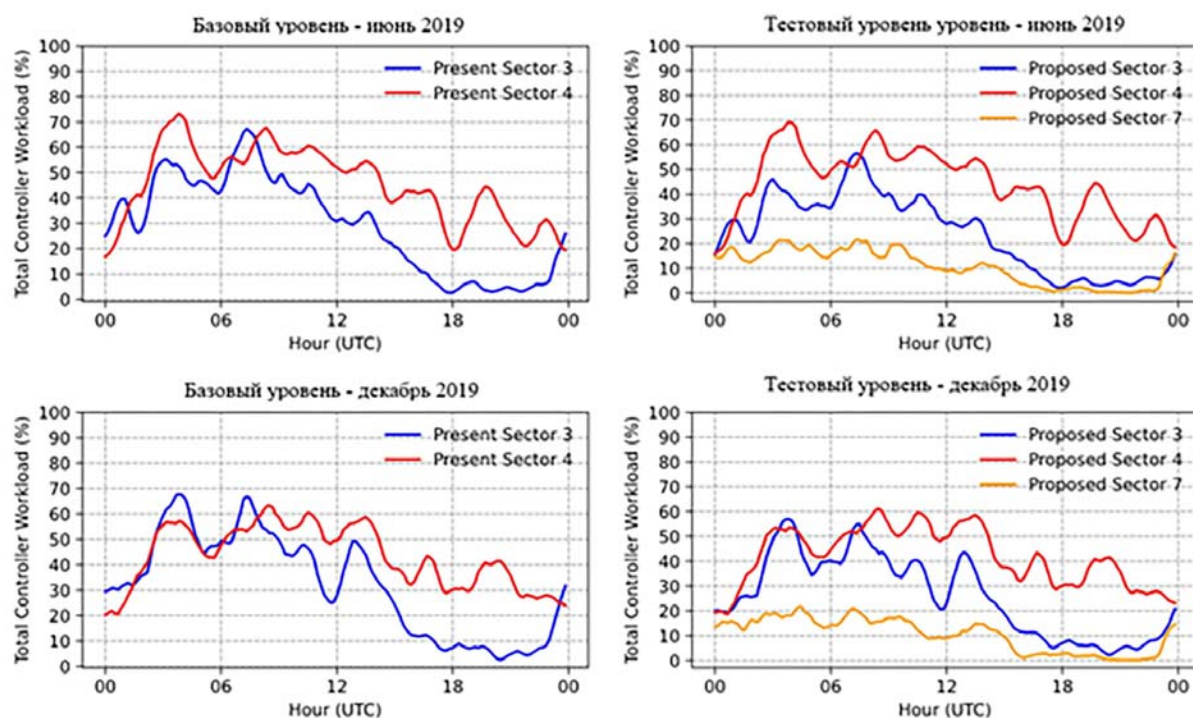


Рис. 12. Результаты оценки варианта 1 по модели Fast-Time Simulation study
Fig. 12. Evaluation results for variant 1 using the “Fast-Time Simulation study” model

вают, что количество операций передачи управления ВС между смежными секторами возросло:

- от базового уровня (в среднем 91 раз в день за июнь, 89 раз за декабрь);
- в текстовом уровне (в среднем 240 раз в день в июне, 203 раза в декабре).

Несмотря на увеличение операций передачи управления, общая рабочая нагрузка диспетчера УВД (с учетом дополнительной рабочей нагрузки, связанной с операциями передачи управления) была уменьшена на тестовом уровне, так что рабочая нагрузка диспетчера УВД для предлагаемого сектора 3 меньше, чем для существующего сектора 3, а для предлагаемого сектора 4 меньше действующего сектора 4 (рис. 12).

Также примечательно, что прибытие в среднем 91 рейса в день (в июне) или 89 рейсов (в декабре) в ТМА ТСН из этих южных секторов (Сингапура, Малайзии и т. д.) полностью переместится из действующего сектора 3 в предлагаемый сектор 7. В случае перегрузки при прибытии ВС в аэропорт ТСН диспетчерская смена сможет передать часть

рабочей нагрузки действующего сектора 3 на предлагаемый сектор 7. Диспетчеры УВД секторов 3, 4 и 7 этого варианта будут иметь больше времени для выполнения других задач (например, таких как: планирование изменения ЭП ВС, раннее обнаружение ПКС и т. д.). В результате ОВД в районе аэропортов и ВП региона, по мнению авторов, позволит обеспечить требуемую ПС и необходимый уровень безопасности полетов.

Недостатки и будущие направления исследований

Однако предложенные варианты секторизации основаны на фактических результатах нынешнего применения сектора 6 и в настоящем на практике они не были реализованы, поэтому оценка эффективности предлагаемого варианта практически не доказана. В будущем авторы планируют разработать и оценить результаты с помощью программы компьютерного моделирования для подтверждения эффективности вариантов.

Заключение

В статье авторами представлен новый вариант деления ВП РДЦ Хошимина путем реорганизации секторов 3, 4, 5 и формирования новых секторов 7 и 8. Этот вариант дает ряд преимуществ, таких как сокращение рабочей нагрузки авиадиспетчеров; повышение безопасности полетов; снижение перегруженности рассматриваемого ВП; снижение времени радиосвязи между авиадиспетчерами и пилотами; повышение ПС при пролете через ВП РДЦ Хошимина; повышение ПС ВПП аэропортов РДЦ Хошимина; улучшение координации между диспетчерами ВП РДЦ Хошимина и другими граничащими органами ОВД.

Помимо преимуществ, предлагаемые варианты создания новых секторов, безусловно, имеют некоторые недостатки, такие как увеличение количества авиадиспетчеров в смене; дополнительное время на подготовку новых авиадиспетчеров; повышение требований к инфраструктуре и технологиям.

Однако вышеуказанные недостатки относительно невелики и могут быть легко преодолены с течением времени, но в результате появятся такие преимущества, как увеличение ПС ВП, повышение безопасности полетов, устранение дисбаланса между секторами и устранение перегруженности ВП.

Таким образом, с быстрым развитием гражданской авиации во Вьетнаме неизбежной тенденцией является разработка программ по улучшению возможностей ОрВД и ВП с целью повышения ПС и оптимизации ВП. Развитие системы ОрВД будет способствовать повышению потенциала отрасли ГА в соответствии с ориентацией развития транспорта на период 2020–2030 гг. во Вьетнаме¹².

¹² Решение 318/QĐ-TTg об утверждении Стратегии развития транспортных услуг до 2020 года с перспективой до 2030 года. Постановления Премьер-министра № 355/QĐ-TTg от 25 февраля 2013 года.

Список литературы

1. **Горбенко В.М.** Методика автоматизированного проектирования организации воздушного пространства в регионе ОВД. М.: Госкорпорация по ОрВД, 2008. 55 с.
2. **Воробьев В.В., Харламов А.С.** Алгоритм предтактического планирования использования ВП // Научный Вестник МГТУ ГА. 2015. № 218. С. 135–141.
3. **Liang H., Zhang S., Kong J.** Study on characteristics and invulnerability of airspace sector network using complex network theory [Электронный ресурс] // Aerospace. 2023. Vol. 10, iss. 225. DOI: 10.3390/aerospace10030225 (дата обращения: 11.05.2023).
4. **Lee U.-J.** Airspace designs and operations for uas traffic management at low altitude / U.-J. Lee, S.-J. Ahn, D.-Y. Choi, S.-M. Chin, D.-S. Jang [Электронный ресурс] // Aerospace. 2023. Vol. 10, iss. 9. DOI: 10.3390/aerospace10090737 (дата обращения: 11.05.2023).
5. **Mykoniatis G.** Air traffic restructuring with airstreams / G. Mykoniatis, S. Moyo, I. Davidson, R. Lima de Carvalho, D. Dohy, F. Mora-Camino // 11th Triennial Symposium on Transportation Analysis conference (TRISTAN XI). Mauritius Island, 19–25 June, 2022. 4 p.
6. **Hirabayashi H., Brown M., Takeichi N.** Feasibility study of free route airspace over the north pacific [Электронный ресурс] // Journal of air transportation. 2022. Vol. 30, no. 2. DOI: 10.2514/1.D0291 (дата обращения: 11.05.2023).
7. **William G.C., Casey L.D., Jeremy C.S.** Effect of airspace characteristics on urban air mobility airspace capacity [Электронный ресурс] // AIAA – Session: Simulation for Air Traffic Management I. USA, 23–27 January 2023. DOI: 10.2514/6.2023-0545 (дата обращения: 11.05.2023).
8. **Arife A.M.** The evaluation of Istanbul airspace design from the perspective of complexity and safety [Электронный ресурс] // Journal of Air Transport Management. 2021. Vol. 97. DOI: 10.2514/6.2023-0545 (дата обращения: 11.05.2023).

9. **Gonzalo M., Laura C., Miquel A.P.** (2023). A STAM model based on spatiotemporal airspace sector interdependencies to minimize tactical flow management regulations [Электронный ресурс] // *Aerospace*. 2023. Vol. 10, iss. 10. DOI: 10.3390/aerospace10100847 (дата обращения: 11.05.2023).

10. **Künne J.-R., Strauss A.K.** The value of flexible flight-to-route assignments in pre-tactical air traffic management // *Transportation Research Part B: Methodological*. 2022. Vol. 160. Pp. 76–96. DOI: 10.1016/j.trb.2022.04.004

11. **Judith R.** Long range air traffic flow management with flight-specific flight performance / R. Judith, E. Asadi, D. Lubig, M. Schultz, H. Fricke // *Future Transportation*. 2022. Vol. 2. Pp. 310–327. DOI: 10.3390/futuretransp2020017

12. **Emani M.** Optimization of a route network in Dakar airspace: surface navigation / M. Emani, A. Coulibaly, S. Diagne, A. Haouba, A. Mby // *American Journal of Operations Research*. 2022. Vol. 12, no. 2. Pp. 64–81. DOI: 10.4236/ajor.2022.122004

13. **Марусин В.С.** Алгоритмы оптимизации маршрута полета летательного аппарата / В.С. Марусин, О.П. Пономарев, О.Г. Столяров, О.П. Темеров // *Вестник Концерна ВКО «Алмаз–Антей»*. 2019. № 1 (28). С. 98–104.

14. **Chen Yu.** General real-time three-dimensional multi-aircraft conflict resolution method using multi-agent reinforcement learning / Yu. Chen, Ya. Xu, L. Yang, M. Hu [Электронный ресурс] // *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2023. Vol. 157. DOI: 10.1016/j.trc.2023.104367 (дата обращения: 11.05.2023).

15. **Neretin E.S., Phuong N.T.L., Quan N.N.H.** An analysis of human interaction and weather effects on aircraft trajectory prediction via artificial intelligence // XIX Technical Scientific Conference on Aviation Dedicated to the Memory of N.E. Zhukovsky (TSCZh). Russian Federation, Moscow, 2022. Pp. 85–89. DOI: 10.1109/TSCZh55469.2022.9802458

16. **Neretin E.S., Nguyen P., Nguyen M.** Using data-driven approach in 4D trajectory prediction: a comparison of learning-based models // *Proceedings of 10th International Confer-*

ence on Recent Advances in Civil Aviation, 2022. Pp. 125–133. DOI: 10.1007/978-981-19-3788-0_11

17. **Nguyen, N.H.Q., Luong, C.H., Truong, H.H.** Plan for reducing ATS Congestion in sectors in ACC HCM airspace // *Journal of the Vietnam Aviation Academy*. 2019. Pp. 40–45.

18. **Седиков Т.О., Комарова Д.М., Нечаев В.Н.** Проблемы развития CNS/ATM // *Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: сборник тезисов докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию отечественной гражданской авиации*. Москва, 18–19 мая 2023 г. М.: ИД Академии имени Н.Е. Жуковского, 2023. С. 469–470.

References

1. **Gorbenko, V.M.** (2008). Methodology for computer-aided design of airspace in the ATS region. Moscow: Goskorporatsiya po OrVD, 55 p. (in Russian)

2. **Orobiev, V.V., Kharlamov, A.S.** (2015). Algorithm for pre-tactical planning of airspace use. *Nauchnyy Vestnik MGTU GA*, no. 218, pp. 135–141. (in Russian)

3. **Liang, H., Zhang, S., Kong, J.** (2023). Study on characteristics and invulnerability of airspace sector network using complex network theory. *Aerospace*, vol. 10, issue 225. DOI: 10.3390/aerospace10030225 (accessed: 11.05.2023).

4. **Lee, U.-J., Ahn, S.-J., Choi, D.-Y., Chin, S.-M., Jang, D.-S.** (2023). Airspace designs and operations for uas traffic management at low altitude. *Aerospace*, vol. 10, issue 9. DOI: 10.3390/aerospace10090737 (accessed: 11.05.2023).

5. **Mykoniatis, G., Moyo, S., Davidson, I., Lima de Carvalho, R., Dohy, D., Mora-Camino, F.** (2022). Air traffic restructuring with airstreams. In: *11th Triennial Symposium on Transportation Analysis conference (TRISTAN XI)*. Mauritius Island, June 19–25, 4 p.

6. **Hirabayashi, H., Brown, M., Takeichi, N.** (2022). Feasibility study of free route airspace over the north pacific. *Journal of air*

transportation, vol. 30, no. 2. DOI: 10.2514/1.D0291 (accessed: 11.05.2023).

7. William, G.C., Casey, L.D., Jeremy, C.S. (2023). Effect of airspace characteristics on urban air mobility airspace capacity. In: *AIAA – Session: Simulation for Air Traffic Management I*. DOI: 10.2514/6.2023-0545 (accessed: 11.05.2023).

8. Arife, A.M. (2021). The evaluation of Istanbul airspace design from the perspective of complexity and safety. *Journal of Air Transport Management*, vol. 97. DOI: 10.2514/6.2023-0545 (accessed: 11.05.2023).

9. Gonzalo, M., Laura, C., Miquel, A.P. (2023). A STAM model based on spatiotemporal airspace sector interdependencies to minimize tactical flow management regulations. *Aerospace*, vol. 10, issue 10. DOI: 10.3390/aerospace10100847 (accessed: 11.05.2023).

10. Künnen, J.-R., Strauss, A.K. (2022). The value of flexible flight-to-route assignments in pre-tactical air traffic management. *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 160, pp. 76–96. DOI: 10.1016/j.trb.2022.04.004

11. Rosenow, J., Asadi, E., Lubig, D., Schultz, M., Fricke, H. (2022). Long range air traffic flow management with flight-specific flight performance. *Future Transportation*, vol. 2, pp. 310–327. DOI: 10.3390/futuretransp2020017

12. Emani, M., Coulibaly, A., Diagne, S., Haouba, A., Mby, A. (2022). Optimization of a route network in Dakar airspace: surface navigation. *American Journal of Operations Research*, vol. 12, no. 2, pp. 64–81. DOI: 10.4236/ajor.2022.122004

13. Marusin, V.S., Ponomarev, O.P., Stolyarov, O.G., Temerov, O.P. (2019). Algorithms for optimizing the aircraft flight route. *Vestnik*

Kontserna VKO “Almaz–Antey”, no. 1 (28), pp. 98–104. (in Russian)

14. Chen, Yu., Xu, Ya., Yang, L., Hu, M. (2023). General real-time three-dimensional multi-aircraft conflict resolution method using multi-agent reinforcement learning. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 157. DOI: 10.1016/j.trc.2023.104367 (accessed: 11.05.2023).

15. Neretin, E.S., Phuong, N.T.L., Quan, N.N.H. (2022). An analysis of human interaction and weather effects on aircraft trajectory prediction via artificial intelligence. In: *XIX Technical Scientific Conference on Aviation Dedicated to the Memory of N.E. Zhukovsky (TSCZh)*. Moscow, pp. 85–89. DOI: 10.1109/TSCZh55469.2022.9802458

16. Neretin, E.S., Nguyen, P., Nguyen, M. (2022). Using data-driven approach in 4D trajectory prediction: a comparison of learning-based models. In: *Proceedings of 10th International Conference on Recent Advances in Civil Aviation*, pp. 125–133. DOI: 10.1007/978-981-19-3788-0_11

17. Nguyen, N.H.Q., Luong, C.H., Truong, H.H. (2019). Plan for reducing ATS Congestion in sectors in ACC HCM airspace. *Journal of the Vietnam Aviation Academy*, pp. 40–45.

18. Sedikov, T.O., Komarova, D.M., Nechaev, V.N. (2023). Problems of CNS/ATM development. In: *Grazhdanskaya aviatsiya na sovremennom etape razvitiya nauki, tekhniki i obshchestva: sbornik tezisov dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu otechestvennoy grazhdanskoy aviatsii*. Moscow: ID Akademii imeni N.Ye. Zhukovskogo, pp. 469–470. (in Russian)

Сведения об авторах

Нгуен Нгок Хоанг Куан, магистр, заведующий кафедрой, помощник по процедурам FPL и полетный диспетчер Вьетнамской авиационной академии, аспирант МГТУ ГА, quannnh@mail.ru.

Нечаев Владимир Николаевич, кандидат исторических наук, доцент, заведующий кафедрой управления воздушным движением МГТУ ГА, v.nechaev@mstuca.aero.

Information about the authors

Nguyen Ngoc Hoang Quan, Master, the Head of the Chair, Assistant on the FPL Procedures, Flight Dispatcher, Vietnam Aviation Academy, Postgraduate Student at the Moscow State Technical University of Civil Aviation, quannnh@mail.ru.

Vladimir N. Nechaev, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, the Head of the Air Traffic Management Chair, Moscow State Technical University of Civil Aviation, v.nechaev@mstuca.aero.

Поступила в редакцию	11.11.2023	Received	11.11.2023
Одобрена после рецензирования	08.02.2024	Approved after reviewing	08.02.2024
Принята в печать	23.05.2024	Accepted for publication	23.05.2024