

Журнал «Мировые цивилизации» / Scientific journal «World civilizations» <https://wcj.world>

2023, №4, Том 8 / 2023, No 4, Vol 8 <https://wcj.world/issue-4-2023.html>

URL статьи: <https://wcj.world/PDF/06ECMZ423.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Рыбкин, С. А. Управление маршрутной сетью авиакомпании в условиях изменения грузовых транспортных потоков в Российской Федерации / С. А. Рыбкин, Н. Ю. Маркевич // Мировые цивилизации. — 2023. — Т. 8. — №4. — URL: <https://wcj.world/PDF/06ECMZ423.pdf>.

For citation:

Rybkin S.A., Markevich N.Y. Management of the airline's route network in the context of changing cargo traffic flows in the Russian Federation. *World civilizations*. 2023; 4(8): 06ECMZ423. Available at: <https://wcj.world/PDF/06ECMZ423.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 338.47

Рыбкин Сергей Анатольевич

Московский Государственный Технический Университет Гражданской Авиации, Москва, Россия
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: rybkine@mail.ru

Маркевич Надежда Юрьевна

Московский Государственный Технический Университет Гражданской Авиации, Москва, Россия
Студент
E-mail: markevichnadia40@gmail.com

Управление маршрутной сетью авиакомпаний в условиях изменения грузовых транспортных потоков в Российской Федерации

Аннотация. В статье рассмотрен алгоритм формирования новых сетей доставки грузов авиакомпаниями, благодаря которому перевозчики смогут сохранить грузооборот по направлениям, связывающих центральную и южную часть России и районы Дальнего востока и севера, в условиях санкций, которые значительно повлияли на отрасль гражданской авиации после февраля 2022 года в части обновления и обслуживания парка воздушных судов. Основные этапы алгоритма: 1) поиск всех возможных маршрутов доставки грузов 2) исключение аэропортов по категориям обрабатываемого груза 3) исключение рейсов в связи с ограничениями по грузу 4) сортировка полученных вариантов. В качестве иллюстрации приведен пример работы алгоритма по подбору новых маршрутов на примере доставки груза (живые животные) из города Сочи в Южно-Сахалинск воздушным транспортом, чтобы изучить, как этот механизм может быть использован на практике. Внедрение такой системы может значительно улучшить эффективность и надежность доставки грузов авиатранспортом, что приведет к формированию новых транспортных потоков, оптимизации логистических процессов в условиях кризиса, когда участники авиационного бизнеса не могут функционировать полноценно. В перспективе это приведет к улучшению общей экономической ситуации в стране в целом.

Ключевые слова: гражданская авиация; авиаперевозки; сеть доставки грузов; управление; логистика; санкции

Введение

В феврале 2022 года гражданская авиация столкнулась с санкциями, которые воздействуют на многие стороны работы отрасли [6, с. 16]. Негативному влиянию санкций подверглись и техническое, и информационное обеспечение авиаперевозок:

- на данный момент российские авиакомпании практически лишены возможности обновления парка ВС (воздушных судов) [2, с. 65]. Полностью отсутствует возможность покупки зарубежных ВС и их лизинг [8, с. 118] (Airbus, Boeing и другие), а возможность пополнения парка за счет ввоза поддержанных ВС стремится к нулю, к тому же производственных мощностей отечественных производителей недостаточно для удовлетворения спроса на определенные модели ВС [10, с. 155];
- также после введения санкций использование зарубежных автоматизированных систем управления на воздушном транспорте, включая управление грузовыми перевозками для российских АК (авиакомпаний), невозможно. Такие зарубежные продукты как Cargosport(Champ), ICargo (ABS), WebVision стали недоступны российским авиакомпаниям.

В связи с протяженностью маршрутов внутри РФ (Российская Федерация) особую озабоченность вызывает обеспеченность маршрутной сети дальнемагистральными широкофюзеляжными типами ВС. В ближайшее время ресурс широкофюзеляжных самолетов будет исчерпан, и если для узкофюзеляжных ближне- и среднемагистральных типов ВС увеличение доли отечественных самолетов еще возможно в ближайшей перспективе (SSJ New, Ту-214, МС-21) [7, с. 3], то темпа производства широкофюзеляжных дальнемагистральных самолетов для этого не будет хватать [3, с. 899] – потенциал производства Ил-96 около 2 единиц в год;

При реализации указанных рисков наступит ухудшение транспортной связности регионов Российской Федерации, снижение авиационной мобильности населения, что создаст предпосылки для длительной деградации отрасли.

Предполагаемые трудности были учтены в распоряжении правительства РФ¹ и других постановлениях правительства, чтобы сохранить текущий объем перевозок авиационным транспортом. Таким образом, можно выделить несколько направлений развития гражданской авиации в области грузоперевозок:

- формирование новой сети доставки грузов с учетом использования среднемагистральных самолетов;
- повышение роли региональных аэропортов в качестве пересадочных хабов для пассажиров и перевалочных для грузов;
- Переход авиационной отрасли на отечественные системы управления;

Анализ сети доставки грузов

В современном мире авиаперевозки внутри страны играют ключевую роль в обеспечении эффективного перемещения грузов по всей территории государства [1, с. 93].

¹ Распоряжение правительства РФ от 25.06.2022 № 1693-р (ред. от 22.08.2023) «Комплексная программа развития авиационной отрасли Российской Федерации до 2030 года» // Правительство России. URL: <http://government.ru/docs/45834/> (дата обращения 01.12.2023).

После введения санкций [4, с. 145], которые также затронули отрасль гражданской авиации, маршрутная сеть доставки грузов авиатранспортом может быть существенно изменена. Возникнет необходимость пересмотра маршрутов и оптимизации сети доставки грузов, чтобы минимизировать воздействие санкций на бизнес-процессы. Это приведет к появлению новых маршрутов, транспортных потоков. Кроме того, введение санкций может привести к увеличению стоимости грузовых перевозок и увеличению времени доставки из-за изменения сети доставки грузов, поэтому компании, занимающиеся грузовыми авиаперевозками, должны быть готовы к адаптации и изменениям в маршрутной сети после введения санкций.

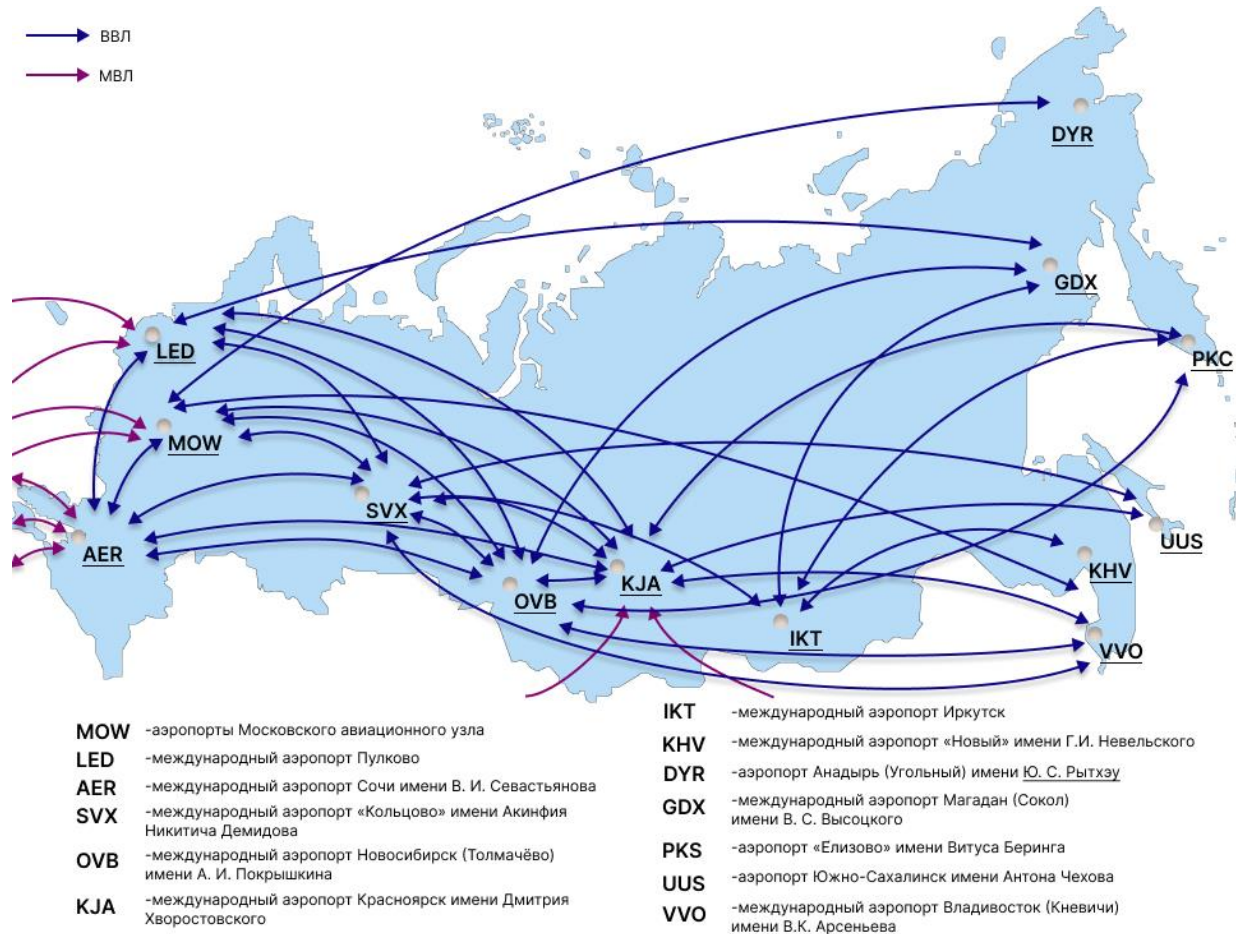


Рисунок 1. Сеть доставки грузов в 2024 году

На Рисунке 1 представлена актуальная транспортная сеть грузовых авиаперевозок, состоящая из основных аэропортов некоторых регионов России. Можно заметить, что региональные аэропорты играют большую роль в связанности субъектов Российской Федерации. На данный момент технические характеристики воздушных судов позволяют совершать перелеты на дальние расстояния (от 5000 км и более), но в ближайшем будущем это станет невозможно из-за недостатка дальнемагистральных самолетов. Под угрозой находится связь дальневосточных, северных регионов страны с центральной и южной частью России. Следовательно, транспортная сеть изменится и будет выглядеть, как показано на Рисунке 2.

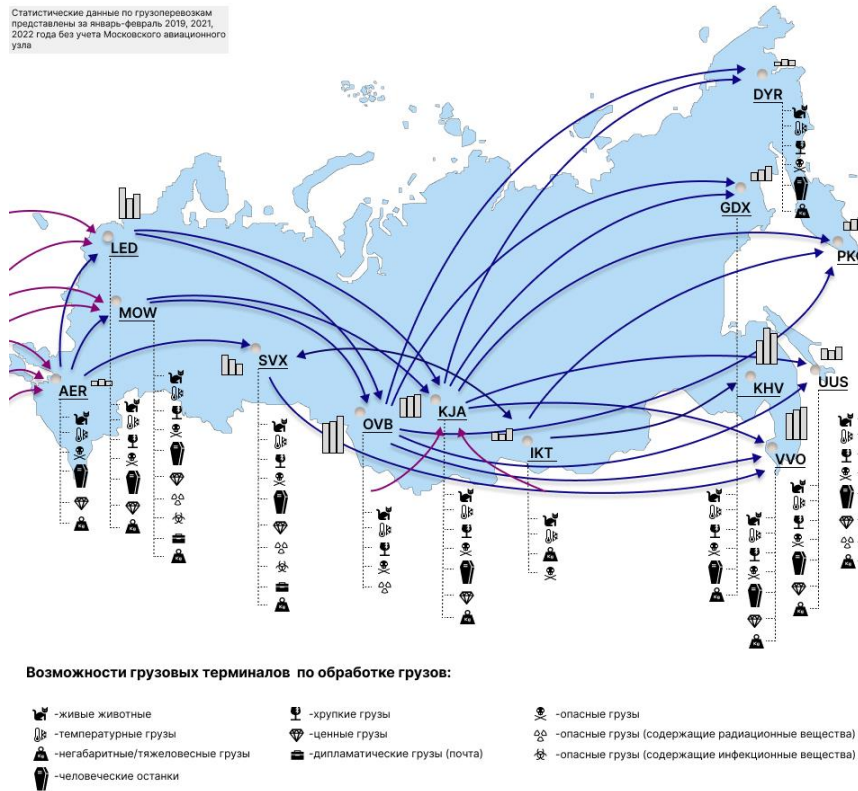


Рисунок 2. Модель новой сети доставки грузов к 2035 году

В результате таких изменений нагрузка на региональные аэропорты возрастет: можно заметить, что попасть из центральной или южной части России, к примеру, на Дальний восток можно будет, только совершив посадку в Новосибирске, Красноярске или Иркутске, что проиллюстрировано в рисунке 3. Для более эффективной работы грузовых авиаперевозчиков нужно подбирать оптимальные маршруты, учитывая особенности грузов, аэропортов.



Рисунок 3. Пример изменения маршрута доставки груза из Шереметьево в Кневичи, аэропорт города Владивосток

Механизм формирования новых маршрутов

Чтобы осуществить перевозку груза из одного пункта в другой, авиакомпания формирует сеть доставки, исходя из потребностей рынка и возможностей маршрутной сети. Подбор необходимых точек выполняется авиакомпаниями не вручную, а за счет работы автоматизированных систем управления бронированием. На рисунке 4 представлен возможный алгоритм формирования новой сети доставки грузов, который станет актуальным для российских авиаперевозчиков в ближайшее время из-за малых оборотов производства широкофюзеляжных самолетов в Российской Федерации и отсутствия возможностей арендовать воздушные суда у западных партнеров.



Рисунок 4. Алгоритм подбора доступного маршрута

Алгоритм подбора новых маршрутов

Рассмотрим алгоритм подбора сложного маршрута в общем виде (Рисунок 5). Алгоритм общего вида является теоритической моделью, где вершины графа – это географические точки, в которые можно попасть авиационным транспортом: в этих населенных пунктах есть аэропорты. Вершины рассматриваемого графа можно разделить на две группы: исходящие (все вершины с индексом i исходят из вершины O , аэропорт отправления) и входящие (все вершины с индексом j входят в вершину D , аэропорт назначения). Разделение на исходящие и входящие вершины необходимо для корректной

работы алгоритма, перебор всех вершин графа следует вести с двух сторон, начиная с двух вершин O и D одновременно, чтобы быстрее найти пересечение двух множеств (ветки O и Ветки D). Таким образом, рассматриваемый граф состоит из следующих вершин:

O – аэропорт отправления (origin)

D – аэропорт назначения (destination)

$\{V_{i1}, V_{i2}, V_{i3}, \dots, V_{in}\}$, где $n \in \mathbb{N}$ – множество вершин, аэропортов, в которые можно попасть из аэропорта отправления.

$\{V_{i'1}, V_{i'2}, V_{i'3}, \dots, V_{i'k}\}$, где $k \in \mathbb{N}$ – множество вершин, аэропортов, в которые можно попасть из аэропортов предыдущего уровня рассмотрения $\{V_{i1}, V_{i2}, V_{i3}, \dots, V_{in}\}$.

Следующие уровни $V_{i''}, V_{i'''}$ и т.д. рассматривать нет смысла, потому что наличие этих уровней ведет к увеличению количества пересадочных пунктов (см п.10).

$\{V_{j1}, V_{j2}, V_{j3}, \dots, V_{jl}\}$, где $l \in \mathbb{N}$ – множество вершин, аэропортов, из которых можно попасть в аэропорт назначения.

$\{V_{j'1}, V_{j'2}, V_{j'3}, \dots, V_{j'm}\}$, где $m \in \mathbb{N}$ – множество вершин, аэропортов, из которых можно попасть в аэропорты предыдущего уровня $\{V_{j1}, V_{j2}, V_{j3}, \dots, V_{jl}\}$. Количество вершин может быть выбрано произвольно, исходя из актуальной маршрутной сети авиакомпании.

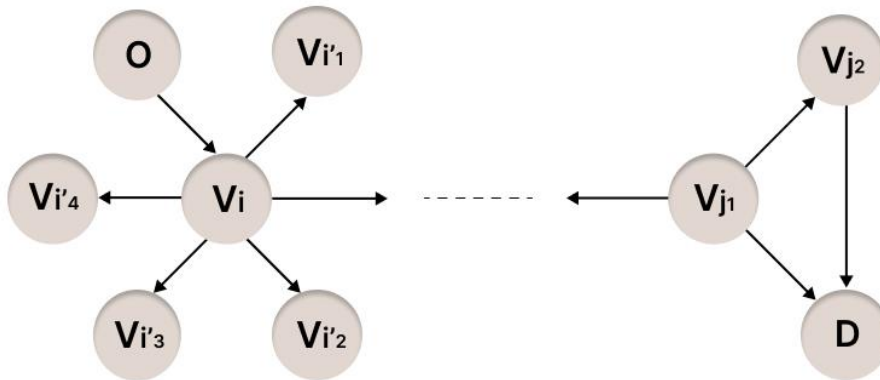


Рисунок 5. Общий вид маршрутной сети

1. Задать аэропорт отправления (origin – O) и прибытия (destination – D).
2. Определить, в какие пункты может долететь среднемагистральный самолет из аэропорта отправления и из каких пунктов ВС может попасть в аэропорт назначения, то есть какие вершины графа (V_i) связаны с V_O , а какие (V_j) связаны с V_D . (Рисунок 6).



Рисунок 6. Поиск возможных маршрутов из пункта вылета и назначения

3. Проверить, нет ли пересечения множества V_i и V_j . Если есть, то найден маршрут, и можно продолжить искать другие.
4. Сравнить $N(V_i)$ и $N(V_j)$. Для дальнейшего рассмотрения выбираем $\min \{N(V_i); N(V_j)\}$. Пусть $N(V_i)$ будет минимальным.
5. Определить, какие вершины связаны с $N(V_i)$. Присваиваем этим вершинам название V_i' (Рисунок 7).

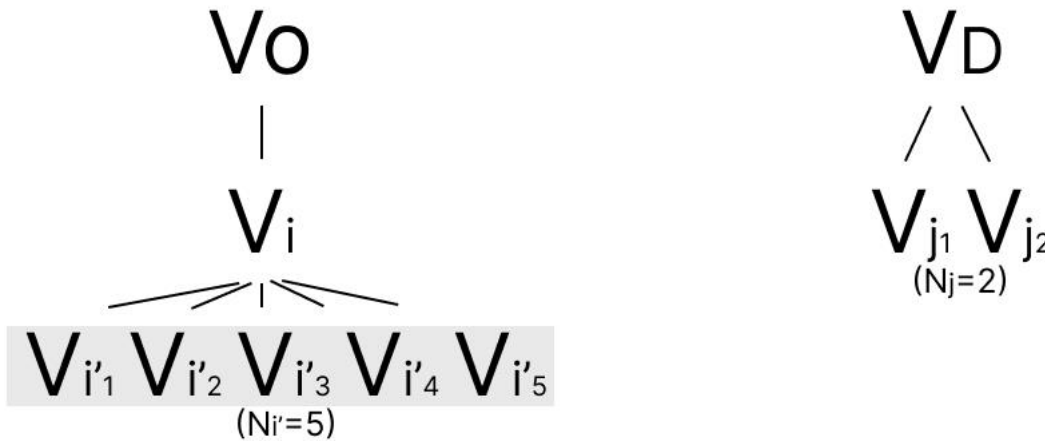


Рисунок 7. Поиск возможных маршрутов ветки V_i

6. Проверить, нет ли пересечений V_i' с V_j (Рисунок 8). Если есть, то найден маршрут, и можно продолжить искать другие.

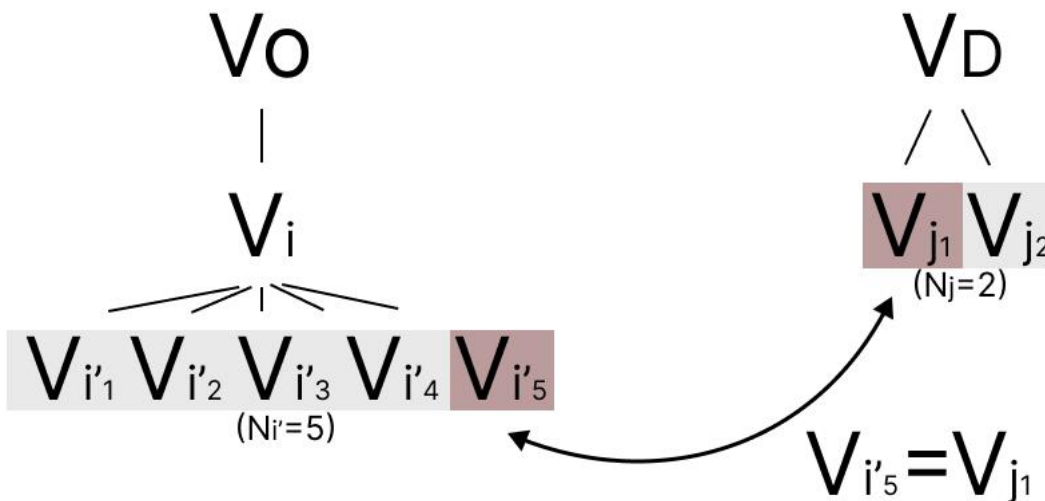


Рисунок 8. Найден первый маршрут $V_0-V_i-V_i'5-V_{j1}-V_D$

7. Сравнить $N(V_i')$ и $N(V_j)$. Для дальнейшего рассмотрения выбираем $\min \{N(V_i'); N(V_j)\}$. Пусть $N(V_j)$ будет минимальным.
8. Определить, какие вершины связаны с $N(V_j)$. Присваиваем этим вершинам название V_j' (Рисунок 9).

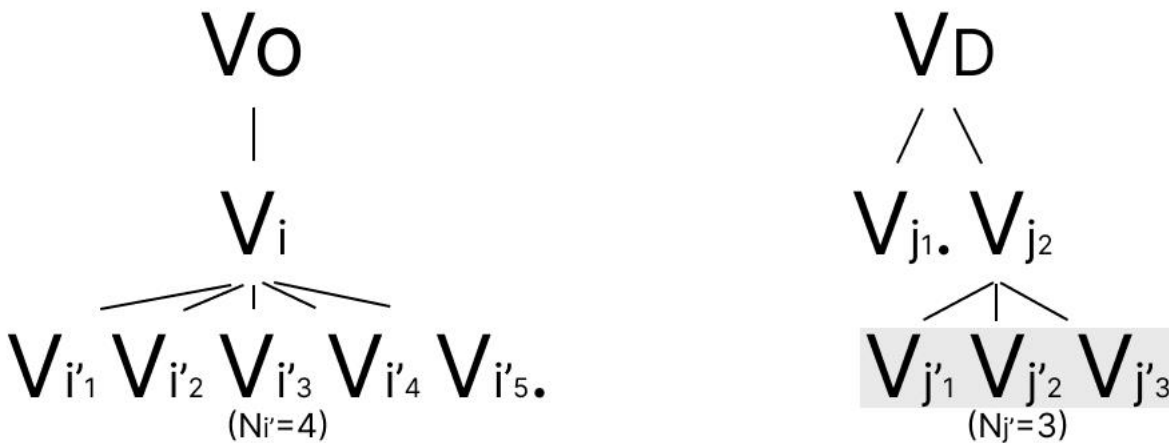


Рисунок 9. Поиск возможных маршрутов ветки V_{j2}

9. Проверить, нет ли пересечений V_i с $V_{j'}$ (Рис 10). Если есть, то найден маршрут.

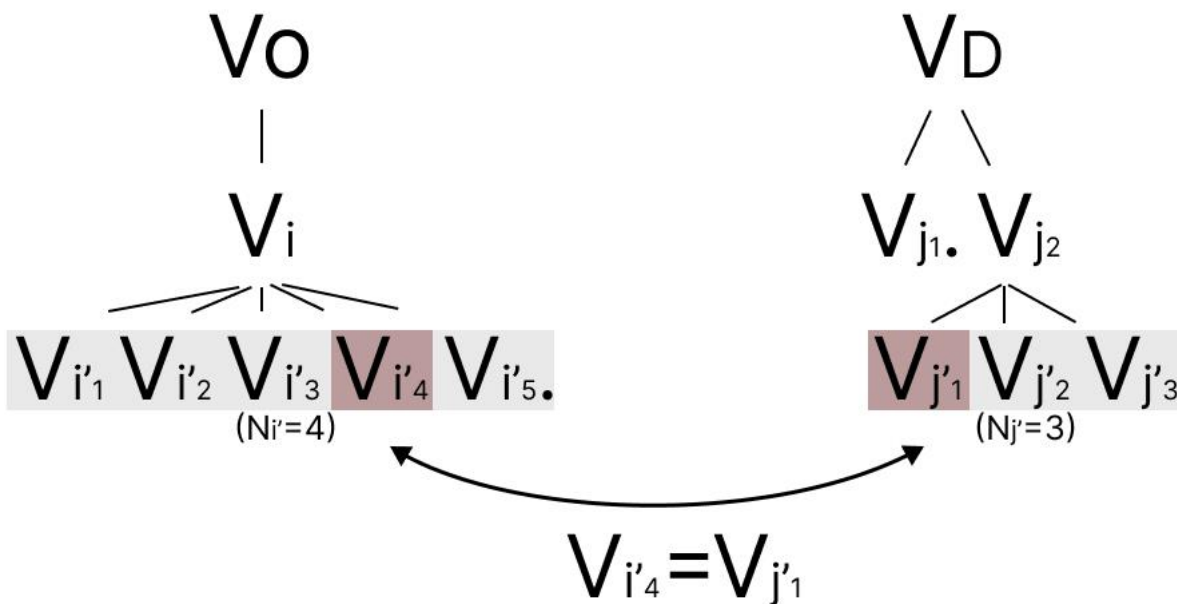


Рисунок 10. Найден второй маршрут $V_o-V_i-V_{i'4}-V_{j'1}-V_{j2}-V_D$

10. Далее нет смысла рассматривать следующие уровни, т.е варианты маршрутов, где более трех транзитных пунктов, так как в таком случае перевозка будет занимать слишком много времени и ресурсов.

После завершения работы алгоритма по поиску всех возможных маршрутов, можно перейти к осуществлению следующих пунктов алгоритма по подбору всех доступных маршрутов, на основании которого будет сформирована новая сеть доставки грузов.

Исключение аэропортов по категориям обрабатываемого груза

После поиска всех возможных маршрутов из пункта вылета в пункт назначения важно проверить условия выполнимости этих рейсов, в том числе наличие необходимых услуг в аэропортах и грузовых терминалах для работы со специальными грузами.

Специальные грузы [9, с. 34] – грузы, требующие соблюдения особых условий при их авиаперевозке и обработке. Для перевозки таких грузов необходимо дополнительное согласование перевозки с авиакомпанией. Особые условия по обработке специального груза возникают во время следующих операций [5, с. 42]:

- прием к перевозке;
- аэропортовое обслуживание и хранение на грузовом терминале аэропорта;
- комплектация россыпью или в средствах пакетирования;
- загрузка и размещение на борту воздушного судна;
- оформление перевозочных, сопроводительных и разрешительных документов;

Классификация специальных грузов²:

- Класс 1 Опасные грузы.
- Класс 2. Газы.
- Класс 3. Легковоспламеняющиеся жидкости.
- Класс 4. Легковоспламеняющиеся твердые вещества; вещества, способные к самопроизвольному возгоранию; вещества, выделяющие легковоспламеняющиеся газы при контакте с водой.
- Класс 5. Окисляющие вещества и органические перекиси.
- Класс 6. Токсические и инфекционные вещества.
- Класс 7. Радиоактивный материал.
- Класс 8. Коррозионные вещества.
- Класс 9. Прочие опасные грузы.
- Оружие.
- Прочие специальные грузы: живые животные, лабораторные животные, мокрый груз, скоропортящийся груз, замороженные товары, замороженные товары, подлежащие ветеринарному/фитосанитарному контролю, мясо и мясопродукты, рыба и морепродукты, фрукты и овощи, цветы и растения, пищевые продукты, фармацевтическая продукция, живые человеческие органы, яйца для инкубатора, охотничьи трофеи, ценный груз, уязвимый груз (груз подверженный краже), человеческие останки в гробах, пахучий груз, тяжеловесные грузы, негабаритные грузы, свисающие грузы, непроявленные фотопленки, запчасти для простаивающего воздушного судна, штабели паллет.

Возможности грузовых терминалов аэропортов рассматриваемой сети, а именно информация об обработке специальных грузов, принимаемых в выбранных аэропортах, отражены на Рисунке 2 и в Таблице 1.

Таблица 1

Категории грузов, обрабатываемых в грузовых терминалах аэропортов

Аэропорт	Специальные грузы
MOW ³	Температурные грузы, живые животные, опасные грузы всех классов, ценные грузы, тяжеловесные и крупногабаритные грузы, оружие и боеприпасы
LED ⁴	Температурные грузы, живые животные, опасные грузы всех классов, ценные грузы, тяжеловесные и крупногабаритные грузы, оружие и боеприпасы, человеческие останки

² S7 Airlines Cargo. URL: <https://cargo.s7.ru/> (дата обращения: 01.12.2023).

³ Шереметьево-Карго. URL: <https://www.shercargo.ru/> (дата обращения: 01.12.2023).

⁴ Pulkovo Cargo terminal. URL: <https://pulkovo-cargo.ru/> (дата обращения: 01.12.2023).

Аэропорт	Специальные грузы
AER ⁵	Температурные грузы, тяжеловесные и крупногабаритные грузы
SVX ⁶	Температурные грузы, живые животные, опасные грузы всех классов, ценные грузы, тяжеловесные и крупногабаритные грузы, оружие и боеприпасы, человеческие останки, хрупкий груз, дипломатический груз, служебный груз
OVV ⁷	Температурные грузы, живые животные, человеческие останки, опасный груз (кроме подкласса 1.4), хрупкий груз, медикаменты
KJA ⁸	Температурные грузы, живые животные, опасные грузы
IKT ⁹	Температурные грузы, живые животные, опасные грузы (кроме 7 класса), тяжеловесные и крупногабаритные грузы
GDX ¹⁰	Температурные грузы, живые животные, тяжеловесные и крупногабаритные грузы, опасные грузы
DYR ¹⁰	Температурные грузы, живые животные, тяжеловесные и крупногабаритные грузы, опасные грузы
UUS ¹⁰	Температурные грузы, живые животные, опасные грузы (1.4S; 2.1; 2.2; 3; 4.1; 5.1; 7 (кроме ДЯМ); 8; 9.), ценные грузы, тяжеловесные и крупногабаритные грузы, человеческие останки
KHV ¹¹	Температурные грузы, живые животные, опасные грузы, ценные грузы, тяжеловесные и крупногабаритные грузы, хрупкий груз, человеческие останки, мокрые грузы
VVO ¹²	Температурные грузы, живые животные, опасные грузы всех классов, ценные грузы, тяжеловесные и крупногабаритные грузы, человеческие останки, медикаменты
PKC ¹³	Температурные грузы, живые животные, опасные грузы всех классов, ценные грузы, тяжеловесные и крупногабаритные грузы, оружие и боеприпасы, человеческие останки

Можно заметить, что существуют аэропорты, которые обрабатывают не все категории специальных грузов, поэтому необходимо дополнительно уточнять у сотрудников аэропорта информацию о возможности проведения операций по обслуживанию различных видов грузов.

Исключение рейсов в связи с ограничениями по грузу

Также для дальнейшей работы по подбору оптимального маршрута необходимо учесть ограничения по услугам, предоставляемыми авиакомпаниями. Эти ограничения связаны с загруженностью определенного направления, возможностями парка воздушных судов авиакомпании:

- возможность поддержания определенной температуры в грузовом отсеке самолета (Таблица 2);
- наличие контейнеров для перевозки живых животных (Рисунок 9);
- наличие емкостей для перевозки биологически-опасных веществ;
- наличие сейфов для перевозки ценного груза, оружия и т.д.;
- другое.

⁵ Сочи Международный аэропорт. URL: <https://aer.aero/> (дата обращения: 01.12.2023).

⁶ Кольцово Международный аэропорт Екатеринбурга. URL: <https://svx.aero/> (дата обращения: 01.12.2023).

⁷ Аэропорт Толмачево Новосибирск. URL: <https://tolmachevo.ru/> (дата обращения: 01.12.2023).

⁸ Сибирь Карго Сервис. URL: <https://sks.aero/> (дата обращения: 01.12.2023).

⁹ Международный аэропорт Иркутск. URL: <https://iktport.ru/ru/> (дата обращения: 01.12.2023).

¹⁰ Ваша транспортная компания. URL: <http://vtcargo.ru/> (дата обращения: 01.12.2023).

¹¹ Хабаровск Международный аэропорт имени Г.И. Невельского. URL: <https://khv.aero/> (дата обращения: 01.12.2023).

¹² Аэрогруз. URL: <https://air-cargo.ru/> (дата обращения: 01.12.2023).

¹³ Елизово Международный аэропорт Петропавловска-Камчатского. URL: <https://pkc.aero/> (дата обращения: 01.12.2023).

Таблица 2

Параметры багажно-грузовых отсеков для перевозки живых животных и температурных грузов авиакомпании Аэрофлот¹⁴

Багажно-грузовой отсек	Система обогрева	Система вентиляции	Перевозка животных	Перевозка груза		
				COL 2 ⁰ С - 8 ⁰ С	ERT 2 ⁰ С - 25 ⁰ С	CRT 15 ⁰ С - 25 ⁰ С
А 320/А 320 neo/ А 321						
передний	+10 ⁰ С ... +20 ⁰ С	отсутствует	Х	✓	✓	Х
задний и Bulk	+50 ⁰ С ... +26 ⁰ С	имеется	✓	✓	✓	✓

Таким образом, важно учитывать спектр предоставления услуг по обработке разных видов грузов при перевозке авиатранспортом. Различные виды грузов требуют специфических условий хранения, обработки и транспортировки, поэтому авиаперевозчики должны иметь соответствующее оборудование для обеспечения безопасности и целостности груза, а именно компании, занимающиеся авиаперевозками, должны иметь определенные возможности и сертификаты для обработки различных видов грузов, чтобы обеспечить их безопасную и эффективную перевозку.

Отбор подходящих пересадочных пунктов. После подбора всех возможных маршрутов, а затем исключения неподходящих из-за ограничений по грузам или по возможностям перевозчика, производится отбор альтернатив для грузоотправителя. Затем потребитель выбирает тот вариант перевозки, который будет соответствовать его требованиям и ожиданиям, исходя из стоимости перевозки, времени, количества транзитных пунктов.

Пример реализации алгоритма

Алгоритм представляет собой эффективный метод решения определенной задачи, а именно формирование новой сети доставки грузов, и используется для предотвращения потери сообщения между регионами страны. Далее представлен пример работы алгоритма, чтобы погрузиться в детали и изучить, как данный алгоритм может быть применен на практике.

Предположим, грузоотправителю необходимо перевезти груз, который классифицируется как «живые животные», из города Сочи в Южно-Сахалинск авиатранспортом, стоимость перевозки задается в условных денежных единицах, время на перевозку задается в условных временных единицах.

Согласно алгоритму сначала необходимо определить все возможные маршруты, по которым можно доставить груз в место назначения:

1. Из Сочи производятся рейсы в Шереметьево, а в Южно-Сахалинск можно попасть из Хабаровского аэропорта и из Кневичи (аэропорт города Владивосток) (Рисунок 12).

¹⁴ Аэрофлот. Российские авиалинии. URL: <https://www.aeroflot.ru/ru-ru> (дата обращения: 01.12.2023).



Рисунок 12. Поиск возможных маршрутов из пункта вылета и назначения

2. Пересечений левой ветви и правой нет, поэтому продолжаем поиск.
3. Далее будем рассматривать левую ветку, потому что $i < j$.
4. Из Шереметьево (SVO) можно долететь до аэропортов в городах: Иркутск, Новосибирск, Екатеринбург, Тюмень, Красноярск (Рисунок 13).

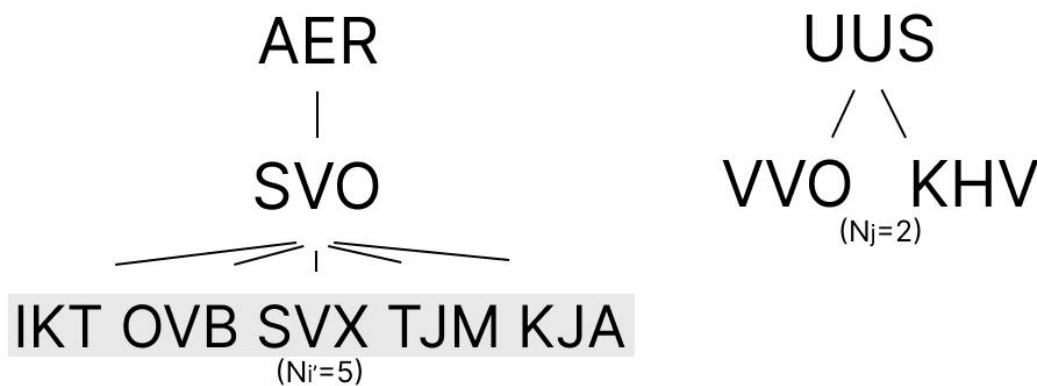


Рисунок 13. Поиск возможных маршрутов ветки SVO

5. Пересечений левой ветви и правой нет, поэтому продолжаем поиск.
6. Далее, если будем рассматривать правую ветку ($j < i'$), найдем пересечение правого множества и левого, то есть найдем маршруты (рис 14).

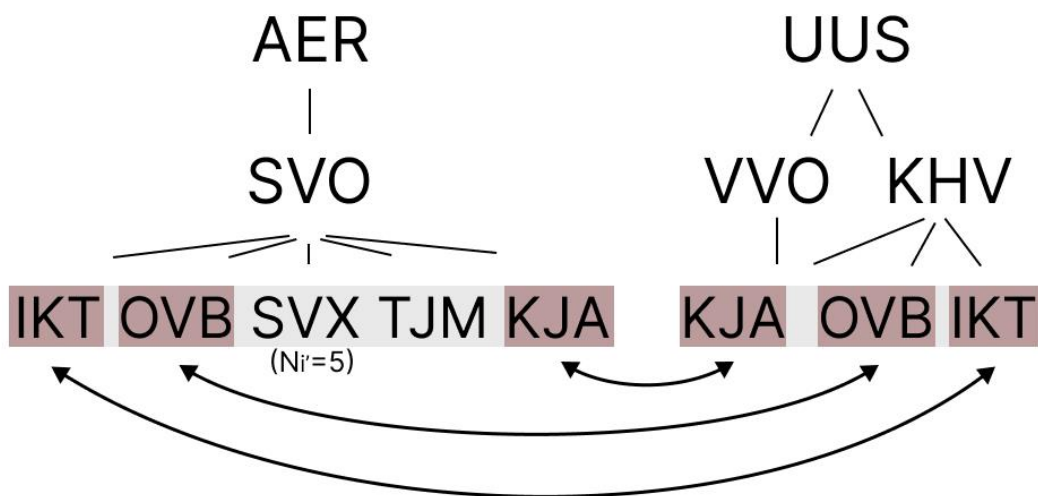


Рисунок 14. Найдены маршруты

7. Таким образом, можно выделить 4 новых маршрута:

$$(*) \begin{cases} \text{AER} - \text{SVO} - \text{IKT} - \text{KHV} - \text{UUS} \\ \text{AER} - \text{SVO} - \text{OVB} - \text{KHV} - \text{UUS} \\ \text{AER} - \text{SVO} - \text{KJA} - \text{KHV} - \text{UUS} \\ \text{AER} - \text{SVO} - \text{KJA} - \text{VVO} - \text{UUS} \end{cases}$$

Если продолжить искать маршруты, то количество транзитных пунктов будет увеличиваться, что приведет к увеличению времени доставки груза и ее стоимости, поэтому целесообразно остановить алгоритм на тех решениях, которые выдают не более трех транзитных пунктов. Но для наглядности работы алгоритма рассмотрим продолжение (Рисунок 15).

8. Рассматриваем левую ветвь: в какие пункты можно долететь из SVX и TJM (другие аэропорты не рассматриваем, т.к их анализ уже завершен).

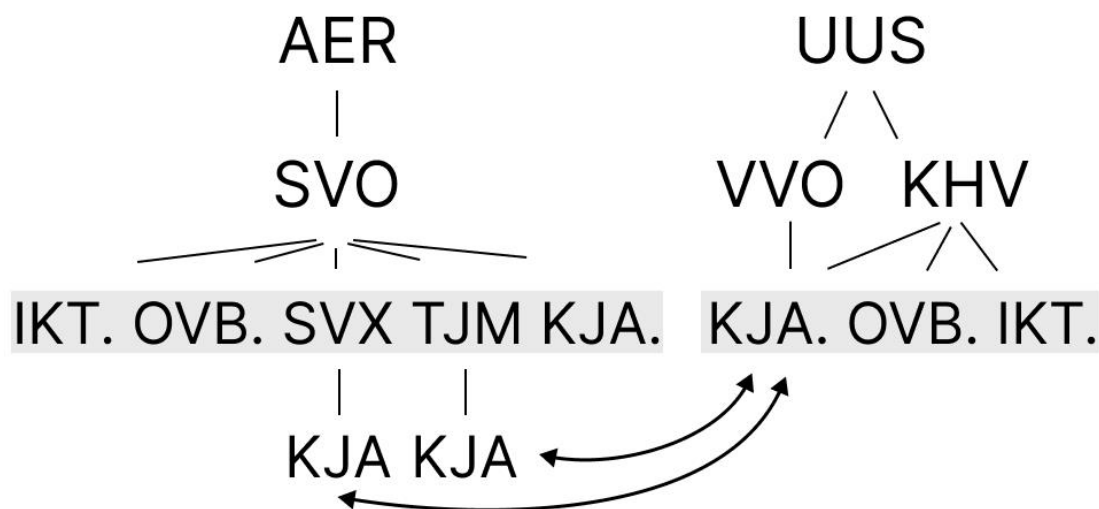


Рисунок 15. Найдены маршруты

9. Найдено пересечение левого и правого множества, найдены новые маршруты:

AER-SVO-SVX-KJA-VVO-UUS
AER-SVO-SVX-KJA-KHV-UUS
AER-SVO-TJM-KJA-VVO-UUS
AER-SVO-TJM-KJA-KHV-UUS

Но, как было отмечено ранее, такая перевозка будет нецелесообразна из-за большого количества транзитных пунктов.

После анализа маршрутной сети и подбора новых маршрутов доставки груза, необходимо оценить возможности грузовых терминалов по обработке перевозимого груза. Данные о возможностях грузового терминала представлены на Рисунке 2, а также в Таблице 1. Все аэропорты в выбранных маршрутах (*) имеют необходимое оборудование для обработки груза категории «живые животные».

Затем необходимо оценить возможности перевозчика. Итак, предположим, что существует три авиакомпании, которые совершают перевозки из города Сочи в Южно-

Сахалинск, назовем их АК₁, АК₂, АК₃. Тогда распределение маршрутов по авиакомпаниям будет выглядеть так, как показано в Таблице 3.

Таблица 3

Исходные данные

Маршруты	Ответственная авиакомпания	Стоимость перевозки, у.д.е.	Время в пути, у.в.е
AER-SVO-IKT-KHV-UUS	АК ₁	200	5
AER-SVO-OVB-KHV-UUS	АК ₂	180	6
AER-SVO-KJA-KHV-UUS	АК ₁	220	3
AER-SVO-KJA-VVO-UUS	АК ₃	–	5

Отметим, что АК₃, не может обеспечить целостность и сохранность груза во время его перевозки в силу устаревшей модели воздушного судна, поэтому транспортировка груза АК₃ невозможна.

Итогом работы алгоритма является набор вариантов доставки груза с указанной стоимостью, временем в пути и другими характеристиками транспортировки.

Таким образом, грузоотправитель может выбрать один из трех вариантов перевозки груза:

- 1) Перевозка будет осуществляться по маршруту AER-SVO-IKT-KHV-UUS авиакомпанией 1 в течение 5 условных временных единиц, стоимость перевозки составит 200 условных денежных единиц.
- 2) Перевозка будет осуществляться по маршруту AER-SVO-OVB-KHV-UUS авиакомпанией 2 в течение 6 условных временных единиц, стоимость перевозки составит 180 условных денежных единиц.
- 3) Перевозка будет осуществляться по маршруту AER-SVO-KJA-KHV-UUS авиакомпанией 1 в течение 3 условных временных единиц, стоимость перевозки составит 220 условных денежных единиц.

При перевозке живых животных следует отдавать предпочтение самому быстрому варианту доставки, чтобы минимизировать урон, возникающий из-за длительного нахождения животного в стрессовой ситуации, следовательно, грузоотправитель выберет третий вариант.

Заключение

Существующие трудности отечественных авиакомпаний с парком воздушных судов, которые вызваны внешним санкционным давлением, являются не единственными сложностями организации логистики в новых экономико-политических условиях. Переориентация торговых связей нашей страны на рынки Азии и Дальнего Востока актуализировали вопросы организации транспортно-логистических схем.

Можно сказать, что в перспективе нашу страну ожидает мощное развитие промышленности именно в Сибири и на Дальнем Востоке, что потребует коренной перестройки всех логистических цепочек. В этой связи разработка концептуальных решений построения систем доставки грузов в условиях тех или иных ограничений позволяет минимизировать издержки и придаёт новый импульс развитию транспортной взаимосвязанности регионов.

Введение новой системы доставки грузов с использованием алгоритма, направленного на предотвращение потери сообщений между различными районами страны, может значительно повысить эффективность и надежность логистических процессов. Этот механизм позволит оптимизировать процессы перевозки и доставки грузов, учитывая предпочтения грузоотправителей, в условиях действия санкций. Благодаря более эффективной системе доставки грузов можно снизить издержки авиакомпаний и повысить общую экономическую эффективность отрасли гражданской авиации в стране.

Таким образом, разработка и внедрение новой сети доставки грузов с использованием алгоритмов и современных технологий позволит не только оптимизировать логистические процессы, но и способствовать развитию экономики и повышению качества услуг в авиационной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, Ф. Д. Анализ влияния грузовых авиаперевозок на региональное экономическое развитие / Ф. Д. Иванов, М. О. Петраков // Тенденции развития логистики и управления цепями поставок : сборник статей IV международной научно-практической конференции, Казань, 20–22 сентября 2023 года. — Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. — С. 92–96.
2. Капогузов, Е. А. Импортозависимость российской гражданской авиационной промышленности / Е. А. Капогузов // Вестник Томского государственного университета. Экономика. — 2022. — № 58. — С. 58–76.
3. Карпов, А. Е. Проблемы формирования производственной программы российского гражданского авиастроения: диверсификация и унификация продукции / А. Е. Карпов, В. В. Ключков // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2022) : Труды Пятнадцатой международной конференции, Москва, 26–28 сентября 2022 года / Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. — Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2022. — С. 898–904.
4. Межох, З. П. Влияние санкций на экономическую безопасность компаний гражданской авиации как составляющей транспортной отрасли / З. П. Межох, П. Б. Каюмов // Вклад транспорта в национальную экономическую безопасность : Труды VII Международной научно-практической конференции, Москва, 14 апреля 2022 года / Под ред. Р.А. Кожевникова, Ю.И. Соколова, З.П. Межох. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Прометей», 2022. — С. 144–146.
5. Морозевич, Е. С. Особенности функционирования грузовых терминалов при аэропортах / Е. С. Морозевич // Логистика - евразийский мост : материалы XI международной научно-практической конференции, Красноярск, 28–30 апреля 2016 года. Том Часть 2. — Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2016. — С. 40–45.
6. Влияние санкций на развитие гражданской авиации в РФ / Л. В. Орлова, Ю. В. Колесникова, А. А. Крячко, Т. В. Семенова // Тенденции развития науки и образования. — 2022. — № 85–7. — С. 16–18.
7. Поликарпов, И. А. Производство самолетов в СССР и перспективы самолетостроения сегодня / И. А. Поликарпов, А. О. Голубович, Д. И. Сагитов // Техника и технология транспорта. — 2023. — № 4(31). — С. 2–7.

8. Силиник, Е. С. Гражданская авиационная отрасль в России: стратегии преодоления вызовов в условиях санкционной политики / Е. С. Силиник // Сборник научных статей по материалам III Международной научно-практической конференции. — Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки». — 2023. — С. 116–121.
9. Скляр, А. И. Факторы, влияющие на современное состояние рынка грузовых авиаперевозок / А. И. Скляр, А. А. Купрюхин // Актуальные вопросы современной экономики. — 2022. — № 4. — С. 33–39.
10. Тринадцатко, А. А. Санкции ЕС и импортозамещение воздушных судов в России / А. А. Тринадцатко, П. С. Филиппова, С. П. Худолеева // Современные проблемы экономического развития предприятий, отраслей, комплексов, территорий : материалы Международной научно-практической конференции, Хабаровск, 30 апреля 2022 года. — Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2022. — С. 153–158.

Rybkin Sergey Anatolievich

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia
E-mail: rybkine@mail.ru

Markevich Nadezhda Yuryevna

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia
E-mail: markevichnadia40@gmail.com

Management of the airline's route network in the context of changing cargo traffic flows in the Russian Federation

Annotation. The article considers an algorithm for the formation of new cargo delivery networks by airlines, thanks to which carriers will be able to maintain cargo turnover in directions connecting the central and southern parts of Russia and the regions of the Far East and north, in the face of sanctions that significantly affected the civil aviation industry after February 2022 in terms of updating and maintaining the fleet of aircraft. The main stages of the algorithm: 1) search for all possible delivery routes 2) exclusion of airports by categories of cargo handled 3) exclusion of flights due to cargo restrictions 4) sorting of received options. As an illustration, an example of the algorithm for selecting new routes is given using the example of cargo delivery (live animals) from Sochi to Yuzhno-Sakhalinsk by air transport in order to study how this mechanism can be used in practice. The introduction of such a system can significantly improve the efficiency and reliability of cargo delivery by air transport, which will lead to the formation of new traffic flows, optimization of logistics processes in a crisis when aviation business participants cannot function fully. In the long term, this will lead to an improvement in the overall economic situation in the country.

Keywords: civil aviation; air transportation; cargo delivery network; management; logistics; sanctions