Экономическая эффективность и перспективы тетрагонной маршрутной схемы: результаты моделирования для СЗФО

Семенов Даниил Станиславович
аспирант, кафедра национальной экономики и организации производства, Гатчинский государственный университет, danil2205@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы формирования и оценки экономической эффективности альтернативных операционных моделей организации регионального авиасообщения в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО). На основе данных о модернизации наземной инфраструктуры макрорегиона в 2024–2025 гг. предложена концепция тетрагонных (четырехугольных) кольцевых ротаций. Авторами разработан сценарно-параметрический подход к оценке финансовой результативности авиаперевозок на базе летно-технических характеристик перспективного турбовинтового воздушного судна Ил-114-300. Проведено моделирование трех проектных маршрутных сетей (Т1, Т2, Т3) в условиях двух тарифных сценариев. Доказано, что переход от базовых интегрированных ставок к автономным региональным тарифам позволяет кардинально повысить операционную рентабельность и обеспечить коммерческую устойчивость авиапредприятия при целевом коэффициенте загрузки (LF) на уровне 65%.

Ключевые слова: региональная авиация, СЗФО, тетрагонная маршрутная схема, Ил-114-300, экономическое моделирование, коэффициент загрузки, тарифное регулирование.

Введение

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года определяет в качестве ключевых приоритетов повышение пространственной связанности территорий, обеспечение мобильности населения и опережающее развитие региональной аэропортовой инфраструктуры. Для Северо-Западного федерального округа (СЗФО) данные задачи приобретают особую актуальность в связи с необходимостью транспортного обеспечения удаленных, трансграничных и входящих в Арктическую зону территорий, характеризующихся очаговым расселением и низкой плотностью наземных путей сообщения, что подчеркивает комплексный характер проблем развития региональной авиации на современном этапе [8]. Реализованные в 2024–2025 гг. проекты модернизации и реконструкции аэродромных комплексов макрорегиона — в частности, обновление терминалов в Мурманске и Пскове, реконструкция взлетно-посадочной полосы аэропорта Петрозаводск («Бесовец»), а также модернизация инфраструктуры в Архангельске («Талаги») — сформировали технологические предпосылки для качественного изменения структуры регионального авиасообщения.

В отечественной практике гражданской авиации исторически доминирует радиально-узловая модель организации перевозок («hub-and-spoke»), замыкающая межрегиональные пассажиропотоки на крупнейшие авиационные узлы Московского авиационного узла (МАУ) и Санкт-Петербурга (Пулково) [2]. Однако в современных условиях пространственного развития данная модель демонстрирует ряд системных ограничений. Во-первых, она не способна в полной мере удовлетворить спрос населения на прямые, ценообразующие и экономичные по времени межрегиональные перелеты. Во-вторых, с точки зрения теории надежности сложных сетевых систем, сверхцентрализованная радиальная сеть уязвима к геополитическим и инфраструктурным экзогенным шокам: сбой или прерывание функционирования центрального хаба приводит к каскадному блокированию всей маршрутной сети из-за отсутствия альтернативных маршрутов [11].

В связи с этим возрастает научно-практическая значимость поиска и верификации альтернативных операционных моделей [1]. В качестве промежуточного и наиболее адаптивного формата между классическим хабом и полностью децентрализованной («point-to-point») сеткой авторами предлагается тетрагонная (четырехугольная) маршрутная схема [5]. Использование завершенных инфраструктурных проектов 2024–2025 гг. открывает возможность внедрения мультистоповых кольцевых ротаций на базе модернизированных региональных аэропортов, что позволяет оптимизировать оборот воздушных судов и повысить социально-экономическую связность территорий без избыточной нагрузки на столичные узлы.

Методика оценки

При разработке подхода к проектированию “четырехугольной” сети региональных маршрутов использованы следующие принципы сетевого дизайна. Во-первых, деконцентрация пассажиропотока за счет межрегиональных связей, а также повышение связанности населенных пунктов регионов в пределах ограниченности максимальной дальности полета выбранного парка воздушных судов. Во-вторых, предполагается гибкая частота рейсов по маршрутам - от 2-4 перелета в неделю, до ежедневных перелетов при достижении пороговых значений заполняемости (LF, load factor). Динамическое изменение частоты рейсов на основе спроса по отдельным сегментам опирается на методы моделирования и оптимизации маршрутных сетей [4]. В-третьих, модель допускает наличие экономически слабых плеч, которые могут компенсироваться за счет государственной субсидии, позволяющей выровнять тарифный разрыв и обеспечить регулярность перевозок на сезонных направлениях. Такой подход соответствует методическим принципами оценки издержек и эффективности авиасообщения в малонаселенных и удаленных регионах [3].

В данной статье спрос по четырехугольнику маршруту принимается равным сумме спроса по каждому плечу. Такой подход позволяет оценить экономическую возможность запуска и эксплуатации предлагаемого маршрута даже при наличии отдельных сегментов со спросом ниже порога рентабельности, если маршрут обеспечивает связанность региональных центров и формирует дополнительный спрос за счет новых прямых связей [10]. Для пассажирских авиаперевозок в СЗФО характерна чувствительность спроса к цене и времени в пути на региональных маршрутах. При доминировании классической модели «hub-and-spoke» межрегиональные перелёты через Москву или Санкт-Петербург сопровождаются значительными временными затратами. При сокращении времени в пути часть пассажиров готова платить более высокую цену за билет. Так, в существующей маршрутной сети прямое сообщение между Мурманском и Архангельском выполняется одной региональной авиакомпанией; стоимость билета на этом направлении примерно на 11 % выше по сравнению с альтернативным маршрутом с пересадкой в Москве. Сохранение рейса в расписании указывает на наличие устойчивого спроса.

Экономика “четырехугольного” маршрута оценивается по набору параметров, позволяющих определить самоокупаемость маршрута и его экономическую эффективность. Доходы авиакомпании от маршрута рассчитываются, как сумма доходов, полученная от каждого отдельного сегмента маршрута:

$$R = \sum_{ij \in \{AB,\ BC,\ CD,\ DA\}} P_{ij} \cdot Q_{ij}$$

В настоящем исследовании издержки по маршруту включают постоянные эксплуатационные расходы на содержание экипажа, техническое обслуживание и страхование, а также переменные расходы на аэропортовые сборы, наземное обслуживание и топливо.

Предполагаемая схема перелетов из четырех сегментов позволяет сократить число пустых рейсов, характерных для ограниченных маршрутных сетей. Постоянное использование воздушного судна в течение всего дневного цикла позволяет повысить коэффициент использования парка воздушных судов, что в свою очередь позволяет добиться большей экономической эффективности. Наличие в маршрутной сети сегментов различной длины и соответственно времени полета, позволяет гибко подойти к вопросу распределения постоянных эксплуатационных издержек, а также распределить эти издержки на большее число сегментов.

Важным критерием в оценке эффективности маршрута является коэффициент загрузки (LF), определяемый как отношение числа проданных билетов к общему числу доступных мест по всем сегментам маршрута:

$$LF = \frac{\sum Q_{ij}}{\textit{Общее число кресел} \times \textit{число сегментов маршрута}}$$

Для оценки рентабельности маршрутов в исследовании принят коэффициент LF = 65%, как базовое расчетное значение для региональных маршрутов.

При превышении доходов авиакомпании от использования маршрута, над постоянными и переменными издержками, маршрут считается самоокупаемым и экономически эффективным. Если маршрут покрывает лишь часть издержек, но включает самоокупаемые сегменты и может быть поддержан субсидированием, он считается экономически оправданным. При отсутствии самоокупаемых и экономически эффективных сегментов маршрут признается нерентабельным.

В расчетах частота рейсов на каждом плече четырехугольного маршрута принята равной одному рейсу в неделю в одном направлении. При росте LF до 80% и выше целесообразно рассмотреть модель с двумя рейсами в неделю, а также маршруты со смешанными сегментами. При недостижении уровня LF = 65% следует рассматривать модель, в которой частота рейсов зависит от сезонности, вахтовой миграции и иных факторов спроса.

При формировании парка воздушных судов для эксплуатации “четырехугольных” маршрутов следует обеспечить унификацию, чтобы снизить затраты на техническое обслуживание и подготовку экипажей [3]. В условиях геополитических вызовов приоритетное внимание при моделировании новых региональных маршрутов необходимо уделять отечественным производителям воздушных судов [6]. Для плеч до 900 км при ограниченной плотности спроса целесообразным выбором из текущей линейки российских воздушных судов является турбовинтовой самолет ИЛ-114-300. Выпуск отечественной техники в том числе и данной модификации вынесен в приоритет федерального проекта (распоряжение Правительства РФ от 29.07.2025 № 2202-р), что задает прогнозируемость доступности парка в горизонте 2026 –2030 гг. При расчетах эксплуатационных издержек использования данного типа воздушного судна для целей настоящей статьи будут использоваться технические характеристики, размещенные на официальном сайте производителя: максимальная взлетная масса 23,5 т, пассажировместимость 64 чел.; крейсерская скорость принята 500 км/ч, средний удельный расход топлива — 2 т/ч (двигатели ТВ7-117СТ, карта данных сертификата типа №EATA-01033E, Росавиация, издание 05 от 09 февраля 2024 г.). В дальнейшем при росте спроса можно рассмотреть экономическую модель обслуживания сети с использованием самолета SJ-100.

В расчетах использованы следующие эксплуатационные параметры: время на разворот - 1 час, операционные дни в году - 350, усредненные базовые постоянные эксплуатационные издержки - 60 000 рублей/блок-час [7], стоимость одной тонны авиатоплива составляет 77 800 рублей. Аэропортовые сборы и расходы на наземное обслуживание рассчитываются отдельно для каждого сегмента маршрута на основе утвержденных сборов аэропортов вылета и назначения.

Для расчета показателей использованы следующие формулы.

Блок-часы на отдельном полетном сегменте (BH_{ij}) рассчитываются по формуле (1):

$$BH_{ij} = \frac{D_{ij}}{V} (1),$$

где, D_{ij} – расстояние (км), V - крейсерская скорость воздушного судна (км/ч).

Топливные издержки сегмента ($C_{\text{fuel,ij}}$) определяются согласно выражению (2)

$$C_{fuel,\ ij} = BH_{ij} \cdot q_{fuel} \cdot P_{fuel} \ (2),$$

где q_{fuel} - удельный часовой расход топлива ВС, т/ч, P_{fuel} - стоимость топлива за одну тонну (руб./т).

Доходная часть (выручка) сегмента (R_{ij}) рассчитывается по формуле (3):

$$R_{ij} = LF \cdot S \cdot Tar \cdot D_{ij} (3),$$

где S — пассажировместимость ВС (число кресел), ед.; LF — целевой коэффициент пассажирской загрузки (в расчетах принят за 65%); Tar — расчетный тариф пассажирский, руб./пасс.-км.

Расчет аэропортовых сборов и тарифов за наземное обслуживание пассажиров и воздушного судна ($C_{airport}$)произведен по формуле (4):

$$C_{airport} = (f_{land} + f_s) \cdot MTOW + (f_{port} + Tar_{service}) \cdot Pax + C_{turn-d} (4),$$

где, f_{land}- сбор за взлет-посадку, f_s - сбор за обеспечение авиационной безопасности, $MTOW$ - максимальная взлетная масса воздушного судна, f_{port} - сбор за предоставление здания аэровокзала, $Tar_{service}$ - тариф за обслуживание пассажиров, Pax - количество пассажиров, C_{turn-d} - сборы за проведение работ по обслуживанию воздушного судна и трансфер пассажиров в период разворота в аэропорту назначения по сегменту, не привязанные к тоннажу судна или количеству прибывающих/убывающих пассажиров.

Таким образом совокупные издержки по сегменту маршрута (C_{ij}) рассчитываются по формуле (5):

$$C_{ij} = BH_{ij} \cdot C_{op} + C_{fuel,\ ij} + C_{airport} \ (5),$$

где C_{op} - операционные расходы, привязанные к блок-часам, $C_{fuel,\ ij}$ - затраты на топливо по сегменту, $C_{airport}$- затраты на обслуживание в аэропорту.

Суточная финансовая результативность (прибыль за операционный день ротации P_{day}) рассчитывается как разница между суммарной выручкой и издержками по всем 4-м сегментам тетрагонального маршрута (6):

$$P_{day} = \sum_{k=1}^{4} R_{ij,k} - \sum_{k=1}^{4} C_{ij,k} (6),$$

Итоговый годовой показатель операционной прибыли по сети маршрутов (P_{year}) рассчитывается с учетом структуры операционных дней работы на каждом направлении (7):

$$P_{year} = \sum_{m \in \{T1,T2,T3\}} (P_{day,m} \cdot N_m) (7).$$

Из-за волатильности коммерческих условий и ограниченной доступности внутренних данных авиакомпаний доходная часть маршрутов оценена на основе сценарно-параметрического подхода. Такой подход позволяет учесть ключевые экономические аспекты повышения эффективности операционной деятельности отечественных пассажирских перевозчиков [9]. В модели не оценивается конечная динамическая стоимость билета для пассажира; вместо этого фиксируются базовые расчетные параметры удельной доходности на пассажиро-километр (Tar), репрезентативные для текущего состояния рынка региональных авиаперевозок в СЗФО.

Моделирование выполнено по двум сценариям:

Сценарий 1 (Базовый / Интегрированный): Удельный доход принят равным Tar_{base}=16,47 руб./пасс.-км. Это значение отражает средневзвешенную удельную стоимость перемещения пассажира по округу с учетом альтернативных стыковочных маршрутов через Москву и Санкт-Петербург (14,81 руб./км) и редких прямых региональных рейсов (24,83 руб./км).

Сценарий 2 (Региональный): Удельный доход принят равным Tar_{reg} =24,83 руб./пасс.-км. Этот сценарий отражает тарифообразование независимых региональных авиакомпаний, выполняющих прямые рейсы без субсидирования; из расчетов исключено направление Санкт-Петербург — Калининград, обслуживаемое группой “Аэрофлот”.).

Такой подход позволяет оценить финансовую устойчивость операционной модели при заданном уровне загрузки (LF=65%).

Практическая значимость для СЗФО

Перспективная модель развития региональной маршрутной сети в Северо-Западном федеральном округе может включать формирование четырехугольной схемы, опирающейся на ключевые аэропорты региона: Бесовец (PES, Петрозаводск), Талаги (ARH, Архангельск), Хибины (KVK, Апатиты), Псков (PVK), Сыктывкар (SCW), Мурманск (MMK), Храброво (KGD, Калининград) и Пулково (LED, Санкт-Петербург). Организация маршрутов предусматривает выполнение одной ротации в течение операционного дня и еженедельное выполнение рейсов по каждому сегменту в прямом и обратном направлениях. Такая конфигурация повышает связность межрегиональных транспортных потоков, формирует устойчивую маршрутную базу и способствует развитию межрегиональной мобильности.

В исследовании проведен анализ действующей маршрутной сети и уровня транспортной связанности отдельных региональных центров Северо-Западного федерального округа с Санкт-Петербургом. Результаты анализа показали наличие разрывов в системе воздушных сообщений: отсутствуют регулярные прямые рейсы между Псковом и Санкт-Петербургом, Псковом и Калининградом, Петрозаводском и Санкт-Петербургом, Сыктывкаром и Архангельском, Архангельском и Апатитами, а также Мурманском и Петрозаводском. В ходе исследования также выявлена развитая маршрутная сеть авиапредприятия “Северсталь”, базирующегося в аэропорту Череповец

ивыполняющего рейсы как внутри СЗФО, так и за его пределами. Поскольку межрегиональное авиасообщение в Вологодской области уже характеризуется устойчивостью и регулярностью, аэропорты региона не включались в состав опорных пунктов предлагаемой маршрутной схемы. Основное внимание в исследовании сосредоточено на повышении транспортной доступности и мобильности северо-восточной части Северо-Западного федерального округа за счет включения в маршрутный оборот аэропортов, не имеющих устойчивых прямых связей ни с Санкт-Петербургом и другими крупными региональными центрами округа.

На основе анализа действующей маршрутной сети выделены сегменты прямого авиасообщения между региональными центрами и определены наиболее востребованные альтернативные маршруты с пересадкой в Москве. Сравнительный анализ показал, что большинство межрегиональных перевозок в СЗФО выполняется через стыковку в Москве или Санкт-Петербурге. Прямое сообщение между региональными центрами встречается крайне редко, при этом средний тариф на таких маршрутах превышает средний показатель по округу на 50 %.

В исследовании сформированы три четырехугольных маршрута, объединяющие ключевые региональные центры северо-востока и запада округа, которые представлены на рисунке 1.

Для сравнительного анализа и проверки модели на основе матрицы ортодромических расстояний между опорными пунктами СЗФО выполнено экономическое моделирование по трем проектируемым тетрагональным маршрутам (Т1, Т2, Т3). Сводные результаты расчетов суточных издержек (Cday), выручки (Rday) и рентабельности в разрезе двух предложенных параметрических сценариев тарифообразования представлены в таблице 1.

Таблица 1
Экономические показатели проектируемых тетрагональных маршрутов при целевой загрузке LF=65%

Маршрут	Протяженность сети, км	Суточные издержки (C_{day}), руб.	Сценарий 1 (Tar_{base} =16,47 руб./км)		Сценарий 2 (Tar_{reg}=24,83 руб./км)	
			Выручка (R_{day}), руб.	Рентабельность, %	Выручка (R_{day}), руб.	Рентабельность, %
Т1	2246,86	1 337 076,17	1 337 133,42	~0,00%	2 015 690,16	50,75%
Т2	2834,00	1 690 740,35	1 960 391,16	15,95%	2 955 111,28	74,78%
Т3	2102,00	1 330 841,23	1 454 037,48	9,26%	2 192 119,56	64,72%

Примечание: расчеты выполнены авторами на основе летно-технических характеристик ВС Ил-114-300 при фиксированной стоимости блок-часа и авиатоплива.

По результатам моделирования маршрутной сети наиболее перспективным региональным аэродромом для выполнения функций мини-хаба определен аэропорт Бесовец (PES, Петрозаводск). Этот выбор обусловлен территориальной близостью к Санкт-Петербургу, относительно низкими издержками аэропортового обслуживания по сравнению с другими региональными аэропортами и центральным положением по отношению к опорным пунктам формируемой маршрутной сети. В настоящее время аэропорт Петрозаводска не отличается высокой загруженностью рейсами, что создает предпосылки для его дальнейшего развития. Дополнительным фактором является наличие в Республике Карелия развитой сети вертолетного сообщения с объектами культурного наследия и туристическими центрами. Включение аэропорта Бесовец в качестве регионального транспортного хаба позволит существенно увеличить туристический поток и будет способствовать росту валового регионального продукта (ВРП).

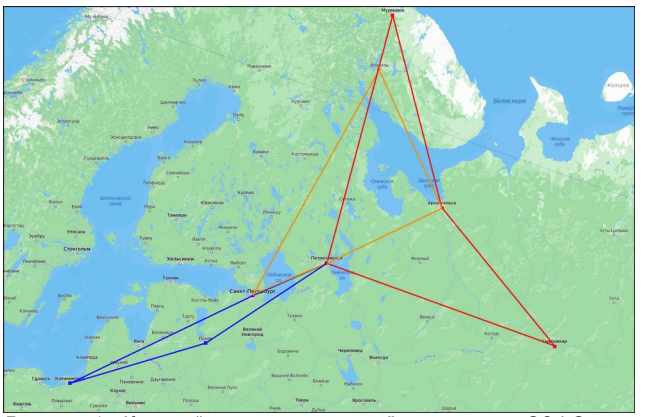


Рисунок 1 - Карта “четырехугольных” маршрутов СЗФО

Рассмотрим предлагаемые маршруты. Первым из них является маршрут Т1: Бесовец (PES, Петрозаводск) → Пулково (LED, Санкт-Петербург) → Храброво (KGD, Калининград) → Псков (PVK) → Бесовец (PES, Петрозаводск): общее расстояние - 2246.86 км.

Маршрут обеспечивает регулярное межрегиональное сообщение для Петрозаводска и Пскова, которые в настоящее время не включены в маршрутную сеть местного авиасообщения. Основной спрос на маршрут формируется под влиянием межагломерационных связей, туристско-рекреационных потоков и деловой мобильности. В структуре маршрута используются два активных международных авиаузла и два региональных аэропорта.

Совокупные издержки по маршруту(C_{day}) составляют 1 337 076,17 рублей, а выручка (R_{day}) составляет 1 337 133,42 рублей. Низкий показатель рентабельности маршрута на уровне около 0%, обусловлен наличием убыточного сегмента Храброво (KGD, Калининград) → Псков (PVK). Несмотря на низкую рентабельность в базовом сценарии, маршрут Т1 может быть экономически оправдан при наличии компенсирующих мер. Финансовая стабилизация маршрута может быть достигнута за счет включения сегмента KGD — PVK в перечень субсидируемых из федерального бюджета маршрутов (в рамках Постановления Правительства РФ № 1242), а также посредством введения специальных долгосрочных скидок на аэропортовое обслуживание в ОАО "Псковавиа". Дополнительно следует рассмотреть возможности снижения стоимости билетов на сегменте Пулково (LED, Санкт-Петербург) → Храброво (KGD, Калининград), с целью повышения конкурентоспособности по отношению к федеральным авиакомпаниям, также обслуживающим данный маршрут. При переходе к Сценарию 2 (ориентированному на автономные региональные тарифные ставки) показатель рентабельности ротации Т1 возрастает до 50,75%, что подтверждает высокую чувствительность финансовой модели к параметрам ценообразования на плечах с низкой плотностью пассажиропотока.

Анализ альтернативных видов транспорта показывает, что по сегменту Бесовец (PES, Петрозаводск) → Пулково (LED, Санкт-Петербург) стоимость авиабилета составляет 5172 руб., а время в пути — около 40 минут. Для сравнения, железнодорожное сообщение занимает от 4 до 6 часов при стоимости билетов от 1300 до 10 000 руб. (в зависимости от класса обслуживания), а автомобильный транспорт обеспечивает перевозку за 7,5–12 часов при цене билета от 1100 до 3000 руб. При сохранении ценового преимущества у железнодорожного и автомобильного транспорта, совокупность факторов — время в пути, комфорт перевозки и высокая загруженность альтернативных видов транспорта в праздничные периоды — делает данный авиасегмент конкурентоспособным.

Второй маршрут Т2: Бесовец (PES, Петрозаводск) → Сыктывкар (SCW) → Талаги (ARH, Архангельск) → Мурманск (MMK) → Бесовец (PES, Петрозаводск): общее расстояние - 2834 км.

Маршрут Т2 также сформирован с опорой на четыре административных центра субъектов Северо-Западного федерального округа и обеспечивает регулярное межрегиональное сообщение между Сыктывкаром и Архангельском. Он одновременно создает конкуренцию существующему прямому направлению Архангельск (ARH) → Мурманск (MMK) и обеспечивает включение этих городов в транспортные связи с Петрозаводском. Пассажиропоток по маршруту формируется за счет транзита по северному направлению, где основным стыковочным узлом выступает Архангельск, а также благодаря обслуживанию трудовой мобильности северных территорий и арктических проектов. Дополнительным фактором спроса является поддержка деловых связей субъектов, специализирующихся на нефтегазовой и ресурсодобывающей промышленности. В структуру маршрута входят два крупных региональных аэропорта Мурманской и Архангельской области, аэропорт базирования в Петрозаводске и аэропорт Сыктывкара, в отношении которого актуальна необходимость модернизации.

Совокупные издержки по маршруту(C_{day}) составляют 1690740,345 рублей, а выручка (R_{day}) составляет 1960391,16 рублей, что что обеспечивает внутреннюю рентабельность маршрута на уровне 15,95% в рамках интегрированного Сценария 1. В условиях реализации Сценария 2 рентабельность достигает максимального значения в 74,78%, превращая данное направление в ключевой элемент формирования операционной прибыли авиапредприятия. С учетом отсутствия развитого прямого авиасообщения в этой части округа, может стать ключевым элементом доходной базы авиакомпании. Существующее железнодорожное и автомобильное сообщение при значительной протяженности маршрутов либо отсутствует, либо уступает авиационному сообщению по времени и уровню комфорта, обеспечивая длительность поездки от 18 часов до суток. Экономическая целесообразность маршрута также подтверждается расположением одного из сегментов за Полярным кругом, что позволяет претендовать на государственное субсидирование перевозок в рамках программ поддержки транспортной мобильности населения арктических регионов.

Маршрут Т3: Бесовец (PES, Петрозаводск) → Талаги (ARH, Архангельск) → Хибины (KVK, Апатиты) → Пулково (LED, Санкт-Петербург) → Бесовец (PES, Петрозаводск): общее расстояние - 2102 км.

Третий маршрут сети включает опорные пункты двух крупных стыковочных центров, базовый аэродром, расположенный в региональном центре субъекта, а также аэропорт регионального значения, находящийся в непосредственной близости к крупному горнодобывающему комплексу и динамично развивающемуся туристическому горнолыжному кластеру «Хибины». Основными источниками спроса на данном направлении выступают межрегиональный туризм и деловые визиты.

Совокупные издержки по маршруту (C_{day}) составляют 1330841,23 рублей, выручка (R_{day}) составляет 1454037,48 рублей, демонстрируя автономную рентабельность на уровне 9,26% в Сценарии 1 и до 64,72% в Сценарии 2. Локальная неэффективность сегмента Пулково (LED) → Бесовец (PES) обусловлена дисбалансом аэропортовых сборов и может быть нивелирована.

Наименее эффективным сегментом маршрута является направление Пулково (LED, Санкт-Петербург) → Бесовец (PES, Петрозаводск), убыточность которого обусловлена высокими аэропортовыми сборами в Петрозаводске по сравнению с другими опорными пунктами. Данный фактор может быть нивелирован посредством согласования коммерчески более выгодных тарифов с администрацией аэропорта, особенно в условиях базирования в нем региональной авиакомпании. Для повышения общей рентабельности маршрута в межсезонный период, когда туристический поток существенно сокращается, целесообразно рассмотреть возможность получения субсидий на отдельные сегменты, обеспечивающие прямое межрегиональное сообщение. В рамках экономической модели установлено, что стоимость билета на ключевом туристическом сегменте Хибины (KVK, Апатиты) → Пулково (LED, Санкт-Петербург) на 36 % ниже действующего тарифа прямого сообщения. Это создает значительное конкурентное преимущество маршрута и обеспечивает его высокую загрузку на протяжении всего горнолыжного сезона.

Годовая операционная прибыль авиакомпании при 350 операционных днях, из которых 140 дней приходятся на маршруты Т1 и Т2 и 70 дней — на маршрут Т3, составила 4 382 866,6 руб. Положительное значение операционной прибыли указывает на потенциальную перспективность предложенной маршрутной сети и расчетной модели. В дальнейшем требуется уточнение параметров производственного цикла авиакомпании для более точной оценки эффективности отдельных сегментов сети.

Заключение

В статье обоснована экономическая целесообразность тетрагонной маршрутной схемы регионального авиасообщения в СЗФО на основе сценарного моделирования доходов, издержек и рентабельности. Расчеты показали, что предложенная схема может обеспечивать положительный операционный результат при заданных параметрах загрузки и тарифообразования.

Сравнение трех маршрутов выявило, что наиболее устойчивым является маршрут Т2, сохраняющий положительную рентабельность в обоих сценариях. Маршрут Т3 также остается экономически эффективным, тогда как Т1 в базовом сценарии находится на границе безубыточности, но при региональном тарифообразовании демонстрирует существенный рост рентабельности.

Полученные результаты подтверждают, что тетрагонная схема может быть использована как практический инструмент повышения связанности региональных центров и снижения зависимости межрегиональных перевозок от столичных узлов. Наиболее перспективным элементом предложенной сети является аэропорт Бесовец, способный выполнять функции мини-хаба.

Ограничения исследования связаны с фиксированными значениями загрузки, тарифов и эксплуатационных параметров, а также с отсутствием динамической оценки сезонности и конкурентной реакции рынка. В дальнейшем модель целесообразно уточнить с учетом вариативности спроса, частоты рейсов и влияния государственной поддержки на устойчивость маршрутной сети.

Литература

1. Иванова, П. В. Логистический подход к оптимизации маршрутной сети региона / П. В. Иванова, М. В. Суханова // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 3. – С. 50–59.
2. Клочков, В. В. Авиатранспорт в малонаселенных регионах: оценка затрат и эффективность инновационных технологий / В. В. Клочков, И. В. Горшкова, Е. В. Молчанова // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 3. – С. 31-32.
3. Корчагина, Е. В. Проблемы обеспечения воздушными судами отрасли региональных авиаперевозок / Е. В. Корчагина, В. Н. Кузнецов // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли : сборник трудов Всероссийской научно-практической и учебно-методической конференции, Санкт-Петербург, 15–19 мая 2023 года : в 8 частях. – Санкт-Петербург : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – Ч. 5. – С. 139-143.
4. Мочалин, С. М. Перспективы развития методов оптимизации маршрутных сетях городского пассажирского транспорта / С. М. Мочалин, Ю. А. Колебер // Вестник СибАДИ. – 2019. – Т. 16, № 3. – С. 241–255.
5. Семенов, Д. С. Концепция и инфраструктурные предпосылки тетрагонной маршрутной схемы регионального авиасообщения / Д. С. Семенов // Журнал правовых и экономических исследований. – 2025. – № 4. – С. 317–323. – DOI 10.26163/GIEF.2025.66.29.037. – EDN HSXMMJ.
6. Фалалеев, А. Н. Регионы страны в «тени» российского авиапрома / А. Н. Фалалеев, О. Ю. Лютых // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2011. – Т. 12, № 5. – С. 182-186.
7. Хрусталев, Е. Ю. Финансово-экономическое обоснование необходимости обновления парка пассажирских самолетов / Е. Ю. Хрусталев, М. А. Бурилина // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2013. – № 12. – С. 2-11.
8. Хутокогир, Н. Г. Проблемы и перспективы развития региональной авиации / Н. Г. Хутокогир, А. И. Таюрский // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2022. – Т. [Укажите том], № [Укажите номер]. – С. 493-495.
9. Шайбакова, Л. Ф. Экономические аспекты повышения эффективности пассажирских перевозок на примере авиакомпании «Уральские авиалинии» / Л. Ф. Шайбакова, Д. С. Миронов, Д. И. Иванова // Human Progress. – 2022. – Т. 8, вып. 3. – С. 11.
10. Ярошевич, Н. Ю. Модель прогнозирования спроса на авиаперевозки аэропорта в условиях меняющейся конъюнктуры рынка / Н. Ю. Ярошевич, В. Ж. Дубровский // Journal of New Economy. – 2014. – № 6 (56). – С. 83-89.
11. Pels, E. Optimality of the hub-spoke system: A review of the literature / E. Pels // Transport Policy. – 2021. – Vol. 104, iss. C. – P. A1–A10.

Economic efficiency and prospects of a quadrangular route network: simulation results for the northwestern federal district

Semenov D.S.

Gatchina State University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines the formation and assessment of the economic efficiency of alternative operational models for organizing regional air services in the Northwestern Federal District (NWFD). Based on data on the modernization of the macroregion's ground infrastructure in 2024–2025, the concept of quadrangular (four-sided) circular rotations is proposed. The authors develop a scenario- and parameter-based approach to assessing the financial performance of air transportation based on the flight and technical characteristics of the prospective Ilyushin Il-114-300 turboprop aircraft. Three project route networks (T1, T2, and T3) are modeled under two fare scenarios. It is demonstrated that a transition from basic integrated fares to autonomous regional fares can substantially increase operating profitability and ensure the commercial sustainability of an airline at a target load factor (LF) of 65%.

Keywords: regional aviation, Northwestern Federal District, quadrangular route network, Il-114-300, economic modeling, load factor, fare regulation.

References

1. Ivanova, P. V. A logistics approach to optimizing the regional route network / P. V. Ivanova, M. V. Sukhanova // Architecture, Construction, Transport. – 2021. – No. 3. – P. 50–59.
2. Klochkov, V. V. Air transport in sparsely populated regions: cost assessment and the efficiency of innovative technologies / V. V. Klochkov, I. V. Gorshkova, E. V. Molchanova // Regional Economics: Theory and Practice. – 2014. – No. 3. – P. 31–32.
3. Korchagina, E. V. Issues regarding aircraft provision for the regional air transport sector / E. V. Korchagina, V. N. Kuznetsov // Fundamental and Applied Research in Management, Economics, and Trade: Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical and Educational-Methodological Conference, St. Petersburg, May 15–19, 2023: in 8 parts. – St. Petersburg: POLYTECH-PRESS, 2023. – Part 5. – P. 139–143.
4. Mochalin, S. M. Prospects for developing optimization methods for urban passenger transport route networks / S. M. Mochalin, Yu. A. Koleber // SibADI Bulletin. – 2019. – Vol. 16, No. 3. – P. 241–255.
5. Semenov, D. S. The concept and infrastructural prerequisites for a tetragonal route scheme for regional air travel / D. S. Semenov // Journal of Legal and Economic Studies. – 2025. – No. 4. – P. 317–323. – DOI 10.26163/GIEF.2025.66.29.037. – EDN HSXMMJ.
6. Falaleev, A. N. The country's regions in the "shadow" of the Russian aviation industry / A. N. Falaleev, O. Yu. Lyutykh // Siberian Aerospace Journal. – 2011. – Vol. 12, No. 5. – P. 182-186.
7. Khrustalev, E. Yu. Financial and economic justification for the need to renew the passenger aircraft fleet / E. Yu. Khrustalev, M. A. Burilina // Financial Analytics: Science and Experience. – 2013. – No. 12. – P. 2-11.
8. Khutokogir, N. G. Problems and prospects of regional aviation development / N. G. Khutokogir, A. I. Tayursky // Current Problems of Aviation and Cosmonautics. – 2022. – Vol. [Specify volume], No. [Specify number]. – P. 493-495.
9. Shaibakova, L. F. Economic aspects of improving the efficiency of passenger transportation: the case of Ural Airlines / L. F. Shaibakova, D. S. Mironov, D. I. Ivanova // Human Progress. – 2022. – Vol. 8, Issue 3. – P. 11.
10. Yaroshevich, N. Yu. A model for forecasting airport air travel demand amidst changing market conditions / N. Yu. Yaroshevich, V. Zh. Dubrovsky // Journal of New Economy. – 2014. – No. 6 (56). – P. 83-89. 11. Pels, E. Optimality of the hub-spoke system: A review of the literature / E. Pels // Transport Policy. – 2021. – Vol. 104, iss. C. – P. A1–A10.