

## ОТЗЫВ

### официального оппонента

доктора технических наук, профессора Лукинскова Валерия Сергеевича на диссертационную работу Полешкиной Ирины Олеговны «Методология обеспечения авиационной доступности регионов Восточной Арктики Российской Федерации», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.1 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки)

### Актуальность исследования

Обеспечение транспортной доступности арктических регионов является сложной методологической проблемой в связи с особыми природно-климатическими условиями хозяйствования, низкой плотностью населения и большой протяженностью территорий. Регионы Восточной Арктики отличаются от остальных арктических регионов России наиболее суровым климатом и самыми большими по площади территориями. Отсутствие железнодорожного транспорта и автомобильных дорог с твердым покрытием делает их в транспортном отношении наименее освоенными среди всех арктических регионов мира. Северный морской путь рассматривается в качестве потенциальной основы грузового сообщения в сочетании с внутренними водными артериями. Однако, круглогодичную транспортную связанность этих территорий возможно обеспечить только по средствам авиасообщений. Разработка методологии обеспечения авиационной доступности этих регионов является особенно актуальной научной проблемой, так как без нее невозможно создать нормальные социально-экономические условия проживания и хозяйствования.

Опыт развитых стран показывает, что развитие авиасообщений в арктических регионах невозможно без государственной поддержки в связи с высокой стоимостью содержания аэропортовой инфраструктуры, сложностями доставки топлива и недостаточным для окупаемости затрат пассажиропотоком. Необходимой является разработка научных методов обоснования потребности развития элементов системы воздушного транспорта, которые позволят найти баланс между объемом вкладываемых государственных средств и достаточным для обеспечения социальных гарантий уровнем авиационной доступности арктических территорий. Создание достаточного уровня авиационной доступности регионов Восточной Арктики также является необходимым условием освоения богатейших полезных ископаемых и охраны национальной безопасности страны.

### Содержание диссертационной работы



Диссертация изложена на 367 страницах, содержит введение, пять глав, заключение, приложения и список литературы из 340 источников.

**Во введении** обоснована актуальность, сформулирована цель, задачи, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы, представлены положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** определен состав регионов Восточной Арктики, к которым автор относит районы Арктической зоны Красноярского края и Республики Саха (Якутия), а также всю территорию Чукотского автономного округа. Проанализировано состояние транспортной системы этих регионов, определены особенности ее развития и выявлены риски эксплуатации. Рассмотрены существующие методы оценки транспортной доступности и связанности территорий, доказано, что данные методы не могут быть применены к регионам Восточной Арктики, так как не учитывают сезонные ограничения использования водных путей сообщения и автозимников, а также вероятность отмены и задержки авиационных рейсов по причине погодных условий или их недозагрузки. Доказана безальтернативная жизнеобеспечивающая роль авиации в регионах Восточной Арктики и рассмотрены существующие ограничения, препятствующие обеспечению нормального уровня их авиационной доступности.

**Во второй главе** проанализированы существующие научно-методологические подходы к формированию и развитию транспортных систем арктических регионов. Разработаны теоретические положения концепции обеспечения авиационной доступности регионов Восточной Арктики в условиях отсутствия круглогодично действующих альтернативных видов сообщения, в рамках которой конкретизировано понятие «авиационная доступность региона». Концепция обеспечения авиационной доступности арктических регионов заключается в структуризации функций и видов услуг воздушного транспорта, предоставляемых различным субъектам региона, и формировании единого системного подхода к их реализации на основе оценки совокупного спроса и скрытых социально-экономических эффектов от развития системы. Всего выделено четыре основных и четыре развивающих функции системы, определены направления их реализации и предпосылки для повышения уровня авиационной доступности. Разработана структура автоматизированной системы управления воздушным транспортом для реализации концепции. Проанализированы существующие подходы к моделированию развития транспортных систем. Рассмотрены математические методы прогнозирования спроса на грузовые и пассажирские авиаперевозки в условиях транспортной изолированности территорий.

**В третьей главе** рассмотрены государственные нормативно-правовые акты, определяющие целевые показатели развития транспортной доступности арктических регионов в России. На основании целевых показателей разработана комплексная методика оценки транспортной доступности арктических районных центров и отдаленных населенных пунктов. Данная методика включает три показателя: транспортную



доступность с точки зрения организации пассажирских перевозок, транспортную доступность с точки зрения организации доставки социально значимых скоропортящихся и срочных грузов, транспортную доступность с точки зрения предоставления услуг санитарной авиации и МЧС. Выделение трех показателей обусловлено разными критериями оценки уровней транспортной доступности. Каждый из трех показателей учитывает все возможные схемы доставки и вероятность задержки предоставления услуги перевозки в связи с воздействием природно-климатических факторов. На примере арктических районных центров Республики Саха (Якутия) проведена количественная оценка транспортной доступности по каждому показателю и рассчитан комплексный интегрированный показатель транспортной доступности.

**В четвертой главе** осуществлена постановка задачи разработки метода оценки сезонного распределения пассажиропотоков местных авиаперевозок, необходимого для обоснования потребности содержания посадочной полосы и/или вертодрома в населенном пункте, а также для расчета парка воздушных судов. Рассмотрено состояние основных элементов системы воздушного транспорта в регионах Восточной Арктики. Предложена структурная взаимосвязь математических методов, необходимых для обеспечения авиационной доступности арктических регионов. Экспертным путем определены факторы, влияющие на формирование местных и межрайонных пассажиропотоков. Дана их математическая оценка. Разработан метод определения сезонного распределения пассажиропотоков местных авиаперевозок на основании иерархического кластерного анализа населенных пунктов методом Варда. Осуществлен расчет сезонного распределения пассажиропотоков местных авиаперевозок для арктических населенных пунктов Республики Саха (Якутия). На основании полученных результатов обоснована методика определения требуемой структуры сети посадочных площадок и вертодром арктического региона.

**В пятой главе** разработан метод двухуровневого прогнозирования спроса на внутрирегиональные пассажирские авиаперевозки действующей маршрутной сети на основе многофакторного регрессионного анализа, позволяющий рассчитать спрос на межрайонные авиаперевозки арктического региона с учетом прогнозирования на первом уровне пассажиропотоков между районным центром и населенными пунктами, обслуживаемыми нерегулярными рейсами. Разработана методика прогнозирования пассажиропотоков по новым прямым авиационным маршрутам между центрами арктических районов на основе вероятностной модели количества совершаемых перелетов одним жителем в год, анализа возможности удовлетворения социальных потребностей населения в начальных и конечных пунктах маршрута, а также исследования исторически сложившихся социально-экономическими связями между районами региона. Усовершенствована методика оценки потребного парка воздушных судов для обеспечения местных авиаперевозок в арктических районах при условии минимизации затрат и заданной частоте полетов для обеспечения



достаточного уровня авиационной подвижности населения на основе математического моделирования симплекс методом. Осуществлен расчет требуемого парка воздушных судов для организации местных пассажирских перевозок в арктических районах Республики Саха (Якутия). Разработаны предложения по использованию беспилотных летательных аппаратов для повышения транспортной доступности отдаленных арктических населенных пунктов с точки зрения доставки социально значимых и срочных грузов.

**В заключении** автор обобщает результаты проделанной работы и дает рекомендации по проведению дальнейших исследований.

**В приложении** представлены:

- перечень альтернативных маршрутов доставки социально значимых грузов в арктические районы Республики Саха (Якутия);
- нормализованные значения критериев для кластерного анализа населенных пунктов Республики Саха (Якутия);
- сравнительные характеристики 5 кластеров населенных пунктов, полученные методом Дальнего соседа и методом Варда;
- сравнительные характеристики 5 кластеров населенных пунктов, полученные методом Варда и методом К-средних;
- анкета опроса жителей арктических населенных пунктов для исследования степени удовлетворенности развитием транспортной системы;
- результаты решения задачи обоснования потребности парка воздушных судов для местных авиаперевозок при условии двух типов воздушных судов;
- результаты решения задачи обоснования потребности парка воздушных судов для местных авиаперевозок при условии трех типов воздушных судов.

**Научная новизна** полученных результатов состоит в следующем:

1. Разработанные теоретические положения концепции обеспечения авиационной доступности регионов Восточной Арктики позволили структурировать функции и виды услуг, безальтернативно выполняемые воздушным транспортом, определили направления реализации этих функций и предпосылки повышения уровня авиационной доступности. Также позволили выделить скрытые социально-экономические эффекты от развития системы воздушного транспорта в арктических регионах.

2. Полученная зависимость между внутрирегиональной авиационной подвижностью населения арктических районов, стоимостью перелета, и временем его ожидания в связи с несогласованностью расписания стыковочных рейсов и их задержкой из-за погодных условий позволила определить основные факторы, снижающие уровень авиационной доступности арктических районных центров при организации регулярного авиасообщения с ними.

3. Разработанная комплексная методика оценки уровня



транспортной доступности арктических районных центров и населенных пунктов по видам транспортных услуг, учитывающая вероятность задержки предоставления услуги перевозки в связи с воздействием особых природно-климатических условий. В отличие от существующих методик данная методика позволяет проводить сравнительный анализ уровней транспортной доступности арктических и не арктических населенных пунктов. Кроме того она позволяет одновременно учитывать стоимостные и временные параметры.

4. Выявленные экспертным путем факторы, влияющие на формирование местных и межрайонных пассажиропотоков воздушного транспорта в условиях отсутствия альтернативных вариантов сообщения.

5. Разработанный метод оценки сезонного распределения пассажиропотоков местных авиаперевозок на основе многофакторного кластерного анализа арктических населенных пунктов с использованием формулы Лапласа-Вильямса для распределения населенных пунктов по кластерам. В отличие от существующих методов, основанных на анализе ретроспективных данных пассажирских перевозок, данный метод позволяет распределять населенные пункты по кластерам в зависимости от количества месяцев в году, в течение которых существует потенциальный спрос на авиаперевозки. Методы ретроспективного анализа искажают результат, так как отражают существующие потоки, физически ограничиваемые количеством выполняемых субсидируемых рейсов.

6. Разработанный метод двухуровневого прогнозирования спроса на пассажирские авиаперевозки действующей маршрутной сети на основе многофакторного регрессионного анализа позволяет повысить точность прогноза межрайонных пассажиропотоков за счет учета результатов прогноза первого уровня (пассажиропотоков между населенными пунктами и центрами арктических районов). Факторы, учитываемые при прогнозировании пассажиропотоков местных и межрайонных пассажиропотоков, различаются.

7. Разработанная методика прогнозирования пассажиропотоков по новым прямым авиационным маршрутам между центрами арктических районов, на основе вероятностной модели количества совершаемых перелетов одним жителем в год и анализе инфраструктурных возможностей удовлетворения социально-экономических потребностей населения в начальном и конечном пункте маршрута, позволяет существенно повысить точность прогноза по сравнению с гравитационными моделями, так как предполагает более глубокий индивидуальный анализ факторов притяжения при рассмотрении потенциального маршрута.

8. Усовершенствованная методика оценки потребного парка воздушных судов для обслуживания местных авиаперевозок, благодаря использованию в качестве входящих данных результатов прогноза объемов и сезонного распределения пассажиропотоков позволяет минимизировать затраты на выполнение рейсов с заданной частотой за счет назначения на маршрут воздушного судна требуемой вместимости для обеспечения его



максимальной загрузки.

**Практическая значимость** работы определяется следующими результатами:

1. Комплексная методика оценки уровня транспортной доступности позволяет решать несколько задач: обосновывать необходимость включения новых авиационных маршрутов в список субсидируемых социально значимых; рассчитывать долю возмещения затрат на доставку социально значимых продовольственных и срочных грузов; обосновывать необходимость организации новых мест базирования воздушных судов санитарной авиации для обеспечения возможности предоставления услуги в рамках заданного медицински рекомендованного интервала времени.

2. Метод оценки сезонного распределения пассажиропотоков местных авиaperевозок позволяет определить количество месяцев в году, в течение которых существует спрос на перевозки воздушным транспортом, что дает возможность определять необходимость содержания посадочной полосы и/или вертодрома в каждом населенном пункте, а также определять требуемые типы воздушных судов для обслуживания местных маршрутов.

3. Метод двухуровневого прогнозирования спроса на внутрирегиональные авиaperевозки позволяет получить более точные данные для оптимизации парка воздушных судов авиакомпаний.

4. Методика прогнозирования пассажиропотока по новым прямым маршрутам между центрами арктических районов позволяет оптимизировать структуру маршрутной сети авиакомпаний с учетом потребностей проживающего в них населения.

5. Методика оценки потребного парка воздушных судов позволяет снизить затраты на перевозку одного пассажира при увеличении частоты совершаемых местных рейсов за счет использования самолетов меньшей вместимости, что позволяет повысить уровень транспортной доступности отдаленных населенных пунктов.

Практическая значимость результатов подтверждается актами о внедрении, полученными от авиакомпаний, регионального Министерства транспорта и дорожного хозяйства, регионального Центра медицины катастроф, разработчика авиационной техники ПАО «ОАК» ОКБ Сухого.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.** Научные положения и выводы в диссертационной работе изложены последовательно, логически связано и достаточно подробно. Полученные результаты строго обоснованы.

**Достоверность полученных результатов** обеспечивается строгими математическими выкладками, использованием обоснованных теоретических подходов, проверкой расчетных значений на реальных данных предыдущих



периодов, сходимостью полученных результатов с показателями развития воздушного транспорта в арктических регионах развитых стран мира. Результаты исследования опубликованы автором в достаточном количестве в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК Минобрнауки РФ, из библиометрических баз данных Web of Science и Scopus, неоднократно докладывались на международных и российских конференциях, получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

#### **Соответствие содержания диссертации специальности.**

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.9.1 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки), так как содержит разработку методологии развития системы воздушного транспорта арктического региона для обеспечения авиационной доступности, что соответствует п. 1. «Транспортные системы и сети страны, их структура, комплексное развитие»; п. 2. «Технологии организации транспортной работы и оптимизация структуры подвижного состава, воздушных, морских, речных судов в транспортных системах»; п. 6. «Инфраструктура транспортных систем. Организационные структуры управления» паспорта специальности.

#### **В качестве достоинств работы** хочется отметить следующее:

1. Проведен очень большой объем исследований состояния транспортной системы регионов Восточной Арктики, выявлены важные закономерности развития воздушного транспорта, влияющие на уровень авиационной доступности отдаленных населенных пунктов. Теоретические положения подтверждены моделями реальных систем. Проведено социологическое исследование удовлетворенности местных жителей уровнем транспортной доступности арктических населенных пунктов. Выявлены факторы, препятствующие созданию достаточного уровня авиационной доступности рассматриваемых регионов.

2. Разработан комплекс взаимосвязанных методов и методик, позволяющий на основании прогнозирования спроса на авиаперевозки оптимизировать состояние элементов системы воздушного транспорта с целью обеспечения достаточного уровня авиационной доступности. Изложенные в работе результаты являются целостными и показывают применение автором системного подхода к решению сложной научно-технической проблемы.

3. Предложенный метод оценки сезонного распределения пассажиропотоков местных авиаперевозок на основе выделения кластеров населенных пунктов демонстрирует эффективный вариант решения поставленной задачи на основе математической оценки анализируемых факторов. Большое практическое значение представляют сами факторы, выявленные экспертным путем, оказывающие влияние на формирование



местным и межрайонных пассажиропотоков.

4. Разработанная методика прогнозирования пассажиропотоков по новым маршрутам между центрами арктических районов на основе анализа их инфраструктуры и целей совершения перелета местными жителями позволяет определять целесообразность открытия новых маршрутов на основе индивидуального анализа начальной и конечной точек маршрута.

Вместе с тем имеется **ряд замечаний**:

1. Факторы, влияющие на формирование пассажиропотоков местных и межрайонных авиаперевозок включают наличие добычи полезных ископаемых, данный фактор оценивается как «есть» или «нет» (1 или 0), однако осваиваемые месторождения могут существенно отличаться друг от друга по объему добываемых ресурсов и количеству требуемых работников для выполнения работы. Целесообразно было бы рассмотреть планы развития добывающей промышленности регионов Восточной Арктики и оценить потенциальное увеличение пассажиропотоков за счет трудовой миграции.

2. Методика оценки потребного парка воздушных судов позволяет рассчитать налет часов каждого включенного в модель типа воздушного судна. Однако не понятно, как на основании полученных часов налета рассчитать требуемый парк воздушных судов в штуках.

3. В работе не рассмотрена методика определения оптимальных мест базирования воздушных судов. Хотя от их размещения зависит количество порожних перелетов воздушных судов от места базирования в район выполнения рейса.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической ценности диссертационной работы.

**Заключение.** В работе решена научная проблема обеспечения авиационной доступности малонаселенных арктических территорий, обладающих потенциалом развития экономики регионов Восточной Арктики Российской Федерации на основе разработки комплекса взаимосвязанных математических методов и методик. Постановка и методы решения научной проблемы ясно сформулированы и строго математически подтверждены. Предложенные критерии оценки и алгоритмы оптимизации элементов системы воздушного транспорта для обеспечения авиационной доступности обладают научной новизной и имеют большое практическое значение. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация Полешкиной И.О. «Методология обеспечения авиационной доступности регионов Восточной Арктики Российской Федерации» является завершенной научно-квалификационной работой и соответствует специальности 2.9.1 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки). Данная работа отвечает



требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Полешкина Ирина Олеговна, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.1 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте.

Официальный оппонент  
д.т.н. по специальности 05.05.03  
(Автомобили и тракторы),  
профессор, руководитель Департамента  
логистики и управления цепями поставок  
Санкт-Петербургский филиал федерального  
государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»  
(НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург)

«28» августа 2023 г.

Лукинский Валерий Сергеевич

Санкт-Петербургский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург)  
190008, г. Санкт-Петербург, ул. Союза печатников, д.16

e-mail: [vslukinskiy@hse.ru](mailto:vslukinskiy@hse.ru)  
тел.: +7(812) 644-59-11, доб. 61517  
Веб-сайт: <https://www.hse.ru/>

Личную подпись доктора технических наук, профессора Лукинского Валерия Сергеевича заверяю.

Начальник отдела кадров

Л. Н. Возиян

