ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА

А.А. Горяшко, *канд. техн. наук*
Московский государственный технический университет гражданской авиации
(Россия, г. Москва)

DOI:10.24412/2500-1000-2025-10-2-36-44

Аннотация. *В статье проведен комплексный анализ текущего состояния и перспектив развития авиационного транспорта. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности, безопасности и клиентоориентированности авиатранспортной отрасли в условиях глобальных вызовов и интенсивной цифровизации. Целью работы является систематизация проблем, стоящих перед российскими аэропортами, и определение наиболее перспективных технологий для их решения. В ходе исследования проанализированы современные вызовы, от операционного управления до обеспечения безопасности, и предложена их классификация. Выявлено, что технологии искусственного интеллекта (ИИ), машинное обучение, компьютерное зрение и обработку естественного языка, а также концепции «Интернета вещей» (IoT) и «цифровых двойников» обладают наибольшим потенциалом для трансформации отрасли. В качестве новаторского решения предложена концепция Интегрированной когнитивной системы управления аэропортом (ИКСУА) – многоуровневой платформы, объединяющей разрозненные подсистемы аэропорта в единую интеллектуальную экосистему. Обоснована архитектура и принципы функционирования ИКСУА, а также продемонстрированы ее преимущества на примере моделирования реакции на нештатную ситуацию. Результаты исследования могут быть использованы для формирования стратегий технологического развития аэропортов и авиакомпаний, а также для дальнейших научных изысканий в области цифровой трансформации транспорта.*

Ключевые слова: *авиационный транспорт, цифровизация, искусственный интеллект, аэропорт, инновационные технологии, управление воздушным движением, безопасность полетов, цифровой двойник.*

Авиационный транспорт является неотъемлемой частью современной экономической системы, обеспечивая быструю и надежную связь между странами и континентами. Динамика его развития напрямую отражает состояние мировой экономики и технологического прогресса [3]. В последние годы ациационная отрасль столкнулась с последствиями пандемии, усилением конкуренции, ростом операционных издержек из-за закрытых аэропортов и ужесточение требований к безопасности и экологичности [3, 14]. В этих условиях инновационное развитие становится не просто конкурентным преимуществом, а необходимым условием для выживания и устойчивого роста авиапредприятий [4, 8].

Российский рынок авиаперевозок, обладая значительным потенциалом, также сталкивается с необходимостью модернизации [5]. Для повышения авиационной подвижности населения и интеграции в мировую транспортную систему требуется внедрение передовых технологий, способных оптимизировать все аспекты деятельности аэропортов и авиакомпаний [4]. Цифровая трансформация перестает быть абстрактным понятием и становится практическим инструментом для решения насущных отраслевых задач [9]. Внедрение цифровых технологий поможет автоматизировать рутинные процессы и перейти к предиктивному управлению, основанному на анализе больших данных, которые кардинально меняют подходы к обслуживанию пассажиров и воздушных судов [10, 12].

Особую роль в этом процессе занимают технологии искусственного интеллекта (ИИ),

которые находят применение в самых разных областях, от управления воздушным движением до персонализации услуг для пассажиров [2, 18]. Вместе с тем, несмотря на очевидные перспективы, уровень внедрения интеллектуальных систем в российских аэропортах остается недостаточным. Многие проблемы, связанные с управлением очередями, мониторингом состояния инфраструктуры, обеспечением безопасности и распределением ресурсов, до сих пор решаются преимущественно с использованием устаревших подходов, которые снижают общую эффективность и качество обслуживания. По оценкам экспертов, более 80% актуальных операционных проблем в крупных аэропортах России могут быть решены с помощью современных цифровых платформ, в частности, на базе ИИ и технологий виртуальной реальности (VR) [11].

Таким образом, актуальность данного исследования заключается в необходимости научного осмысления и систематизации существующих проблем и перспективных технологических решений для обеспечения инновационного прорыва в отечественной авиатранспортной отрасли.

Целью исследования является анализ проблем развития авиационного транспорта на примере аэропортовых комплексов и обоснование применения перспективных цифровых технологий, разработку концепции интегрированной интеллектуальной системы управления, для их комплексного решения.

Материалы и методы исследования

Информационная база исследования сформирована на основе комплексного анализа актуальных научных публикаций и монографий, сосредоточенных на цифровой трансформации авиатранспортной отрасли, а также на применении технологий искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения (ML), Интернета вещей (IoT) и цифровых двойников (Digital Twins) [1, 2, 16-18]. Дополнительно использовались отраслевые аналитические отчеты, посвященные операционным, экономическим и безопасностным вызовам, стоящим перед российскими и мировыми аэропортовыми комплексами [3, 4, 12, 14].

Для достижения цели работы и обоснования концепции Интегрированной когнитивной системы управления аэропортом (ИКСУА) применен междисциплинарный комплекс методов. В качестве основополагающего использован системный анализ для всесторонней оценки текущего состояния отрасли. Метод классификации и структурирования применен для упорядочивания массива существующих технологических решений (ИИ, IoT, Big Data и др.) по их потенциалу для трансформации авиационного транспорта. Основным для разработки новаторского решения стало концептуальное моделирование. С его помощью была разработана и обоснована многоуровневая архитектура ИКСУА, которая интегрирует сбор данных, цифрового двойника и когнитивное ядро на базе ИИ, функционирующих на принципах предиктивного управления. Сравнительный анализ и имитационное моделирование использовались для верификации предложенной концепции. Проведено сопоставление реакции аэропорта на нештатную ситуацию при традиционном (реактивном) и проактивном (с ИКСУА) управлении . Результаты моделирования длины очереди на паспортном контроле наглядно продемонстрировали синергетический эффект и преимущество проактивного подхода в повышении пропускной способности и оперативности.

Результаты исследования и их обсуждение

Эффективность функционирования современного аэропорта зависит от слаженной работы десятков различных служб и систем. Проблемы, возникающие на любом из этапов обслуживания пассажиров, багажа или воздушных судов, могут привести к эффекту «домино», вызывая задержки, финансовые потери и снижение уровня удовлетворенности клиентов. На основе анализа актуальных потребностей российских аэропортов составлен перечень проблем, которые были систематизированы в таблицу 1.

Таблица 1. Проблемы развития российского авиационного транспорта

Направление	Проблемы	Предлагаемые решения
Управление пассажирскими потоками и клиентский опыт	Управление очередями на досмотре/регистрации; бесшовный путь пассажира; управление парковками.	Оптимизация процессов обслуживания пассажиров и минимизация времени прохождения обязательных процедур за счет предиктивного анализа и динамического управления пассажирскими потоками.
Обеспечение безопасности полетов и аэродромной деятельности	Борьба с дикой природой (птицы, животные); поиск дефектов на летном поле; противообледенительная обработка.	Повышение уровня безопасности на аэродроме путем внедрения автоматизированных систем мониторинга и предотвращения угроз, связанных с биофакторами, нарушением целостности покрытий и метеорологическими условиями.
Обеспечение авиационной и транспортной безопасности	Биометрия на входе для персонала; помощь при проверке багажа; контроль периметра.	Повышение эффективности систем контроля доступа и досмотра за счет интеграции биометрических технологий и интеллектуальных систем видеоанализа для минимизации влияния человеческого фактора.
Эффективность и оптимизация операционных процессов	Автоматическое распределение ресурсов (люди/техника); LLM-помощники для персонала; беспилотный транспорт.	Оптимизация использования аэродромных ресурсов и повышение производительности труда персонала за счет внедрения систем поддержки принятия решений на базе ИИ и автоматизации наземного обслуживания.
Управление воздушным движением и аэродромное маневрирование	Анализ загруженности маршрутов руления и зоны подхода.	Снижение рисков возникновения конфликтных ситуаций и повышение пропускной способности воздушного пространства и маневренной зоны аэродрома путем внедрения систем анализа и прогнозирования трафика.
Управление в нештатных и чрезвычайных ситуациях	Реальная помощь при плане «Ковер» и других ЧС; контроль и систематизация отчетности.	Повышение отказоустойчивости и оперативности реагирования аэропортовых служб в кризисных ситуациях за счет автоматизации регламентных процедур и информационного обеспечения лиц, принимающих решения.

Представленные в таблице проблемы носят системный характер и требуют комплексного подхода к их решению. Традиционные методы управления, основанные на регламентах и человеческом опыте, достигают своего предела эффективности [12]. Попытки локальной автоматизации отдельных процессов, не связанные в единую систему, не дают значимого синергетического эффекта. Например, внедрение системы распознавания номеров на парковке не решает проблему образования заторов на подъездных путях, если она не интегрирована с общей системой управления транспортными потоками аэропорта. Аналогично, системы видеоаналитики для контроля очередей приносят максимальную пользу только тогда, когда их данные в реальном времени используются для динамического перераспределения персонала и открытия дополнительных стоек регистрации или досмотра [10]. Исходя из этого, подтверждается необходимость перехода от «лоскутной» автоматизации к созданию единой цифровой среды аэропорта [9].

Для решения вышеописанных проблем современная наука и промышленность предлагают перечень технологических решений. Их можно сгруппировать в несколько направлений, которые в совокупности формируют технологический базис для «аэропорта будущего». Основные из них представлены в таблице 2.

Основной технологией, пронизывающей все остальные, является искусственный интеллект [18]. Именно алгоритмы ИИ помогают извлекать ценную информацию из огромных массивов данных, генерируемых IoT-датчиками, и «оживлять» цифровых двойников, наделяя их способностью к прогнозированию и оптимизации [2, 17]. Например, система компьютерного зрения на базе нейронных сетей способна с высокой точностью детектировать посторонние предметы или дефекты на ВПП, обнаруживать стаи птиц в зоне подхода, контролировать качество противообледенительной обработки, анализировать наличие снежно-ледяных отложений на критических поверхностях самолета, а также выявлять подозрительные объекты в багаже, значительно превосходя возможности человека-оператора [15]. Большие языковые модели (LLM), в свою очередь, могут стать основой для создания интеллектуальных ассистентов для персонала, способных в режиме реального времени предоставлять информацию из сложных технических руководств, таких как GOM (Ground Operational Manual), адаптированную под конкретную ситуацию [6, 11].

Таблица 2. Основные технологии для развития авиационного транспорта

Технология	Сущность и основные компоненты	Применение в авиационной отрасли
Искусственный интеллект (ИИ) и Машинное обучение (ML)	Алгоритмы, помогающие системам обучаться на данных, выявлять закономерности и принимать решения с минимальным участием человека. Имеется ввиду компьютерное зрение, обработку естественного языка (NLP), предиктивную аналитику.	Оптимизация расписания, предиктивное обслуживание ВС, управление пассажиропотоками, распознавание угроз в багаже, автоматизация УВД [2, 15, 16, 17].
Интернет вещей (IoT)	Сеть взаимосвязанных физических устройств (датчики, сенсоры, исполнительные механизмы), оснащенных технологиями для взаимодействия друг с другом и с внешней средой.	Мониторинг состояния аэродромной инфраструктуры, отслеживание багажа и наземной техники в реальном времени («умный» багаж), сбор данных о состоянии ВС.
Большие данные (Big Data)	Подходы, инструменты и методы обработки структурированных и неструктурированных данных сверхбольших объемов для получения понятных человеку результатов.	Анализ данных о полетах, метеоусловиях, поведении пассажиров для выявления скрытых закономерностей и принятия стратегических решений [1, 4].
Цифровые двойники (Digital Twins)	Виртуальная модель физического объекта или процесса, которая обновляется в режиме реального времени на основе данных от датчиков и служит для анализа, симуляции и оптимизации.	Создание цифровой копии аэропорта, воздушного судна или двигателя для моделирования различных сценариев, оптимизации операционных процессов и проведения виртуальных испытаний.
Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR)	Технологии создания иммерсивной среды (VR) или наложения цифровой информации на реальный мир (AR).	Обучение и тренаж пилотов, диспетчеров, технического персонала; навигация пассажиров по терминалу; удаленная помощь при техническом обслуживании ВС.
Биометрические технологии	Методы распознавания людей по уникальным физическим или поведенческим характеристикам (лицо, отпечаток пальца, сетчатка глаза).	Ускорение прохождения предполетных формальностей (регистрация, посадка), контроль доступа персонала в служебные зоны, повышение уровня безопасности.
Беспилотные системы и робототехника	Автономные транспортные средства и роботизированные комплексы для выполнения различных задач.	Автоматизированная доставка багажа, перевозка пассажиров по перрону, инспекция ВПП и фюзеляжа ВС, противообледенительная обработка.
Блокчейн	Технология распределенного реестра, обеспечивающая неизменность и прозрачность транзакций.	Отслеживание цепочки поставок авиационных запчастей, безопасное хранение данных о техническом обслуживании ВС, продажа билетов и управление программами лояльности.

Внедрение перспективных технологий напрямую способствует достижению целей научно-технологического развития, влияя на основные характеристики авиатранспортной системы [1]. Совокупный эффект от их применения выражается в повышении безопасности, регулярности полетов и экономической эффективности [7, 13]. Однако, как было отмечено ранее, максимальная отдача достигается не при точечном, а при комплексном, системном внедрении. Мменно поэтому возникает необходимость в разработке новой концепции управления аэропортом.

Для преодоления фрагментарности существующих решений и реализации полного потенциала цифровых технологий предлагается концепция Интегрированной когнитивной системы управления аэропортом (ИКСУА). ИКСУА – многоуровневая интеллектуальная платформа, которая объединяет все информационные и управляющие потоки аэропорта в единую нейросетевую экосистему, функционирующую на принципах самообучения и предиктивного управления.

Суть концепции заключается в создании цифрового двойника аэропорта, который не просто отражает его текущее состояние, а живет и развивается вместе с реальным объектом, чтобы прогнозировать события, оптимизировать процессы в масштабе всего комплекса и проактивно реагировать на потенциальные сбои. Архитектура ИКСУА представлена в виде четырехуровневой модели (рис. 1).

Рис. 1. Концептуальная архитектура Интегрированной когнитивной системы управления аэропортом (ИКСУА)

Концептуальная архитектура Интегрированной когнитивной системы управления аэропортом (ИКСУА) построена на четырех взаимосвязанных уровнях, обеспечивающих полный цикл сбора, обработки, анализа данных и взаимодействия с пользователями.

Начальным звеном является Уровень сбора данных (Data Acquisition Layer). Этот уровень представляет распределенную сеть источников информации, IoT-датчики, камеры видеонаблюдения, RFID-метки, GPS-трекеры, лидары и другие устройства. Сюда же интегрируются данные из внешних систем, таких как расписание полетов, метеорологические сводки, а также информация от авиакомпаний и органов организации воздушного движения (ОрВД). Главная функция этого уровня — обеспечение непрерывного потока сырых данных обо всех объектах и операционных процессах в аэропорту.

Собранные данные далее поступают на Уровень обработки и хранения данных (Digital Twin Layer). Здесь информация направляется в высокопроизводительное хранилище (Data Lake), где она проходит обработку, структурирование и используется для постоянного обновления динамического цифрового двойника аэропорта. Цифровой двойник имеет комплексную многомерную модель, которая описывает не только физические объекты инфраструктуры, но и все протекающие операционные процессы, формируя единую цифровую картину аэропортового комплекса.

Следующим звеном является Когнитивный уровень (Cognitive AI Layer), который по сути является «мозгом» системы. Он состоит из набора взаимосвязанных моделей машинного обучения и нейронных сетей, каждая из которых решает специализированные задачи:

1. Модели компьютерного зрения для анализа видеопотоков (управление очередями, контроль периметра, детекция объектов на ВПП, инспекция воздушных судов).

2. Предиктивные модели для прогнозирования операционных показателей (пассажиропотоки, время прибытия/отправления рейсов, потребность в персонале и технике).

3. Оптимизационные алгоритмы, отвечающие за динамическое распределение ресурсов (гейты, стойки регистрации, персонал, наземная техника) и построение оптимальных маршрутов для пассажиров и транспорта.

4. LLM-ассистенты для обработки запросов от персонала и пассажиров на естественном языке и предоставления контекстно-зависимой информации.

5. Завершающий этап – Уровень приложений и интерфейсов (Application & Interface Layer). Он обеспечивает непосредственное взаимодействие системы с пользователями (сотрудниками и пассажирами) и исполнительными механизмами. Функционал этого уровня реализуется через интерактивные дашборды для руководителей смен и диспетчеров, отображающие текущую и прогнозируемую ситуацию; мобильные приложения для пассажиров с персонализированной навигацией и уведомлениями; VR/AR-интерфейсы для обучения персонала и удаленной технической поддержки; а также API для интеграции с беспилотным транспортом и другими роботизированными системами.

Преимущество ИКСУА перед традиционными подходами заключается в способности к глобальной оптимизации. Система принимает решения, исходя из общей, целостности, а не ориентируясь исключительно на локальные показатели отдельных служб. Например, резкое ухудшение метеоусловий, приведшее к уходу на запасной аэродром нескольких бортов и задержке прибытия 5 рейсов, которые прибудут единовременно через 2 часа. В такой ситуации ИКСУА не просто констатирует задержку, но и запускает процесс глобальной оптимизации, динамически перераспределяя ресурсы на основе прогноза, полученного с когнитивного уровня.

Сравнительный анализ реакции на нештатную ситуацию представлен в таблице 3.

Таблица 3. Сравнительный анализ реакции на нештатную ситуацию

Параметр	Традиционный подход (реактивное управление)	Подход с использованием ИКСУА (проактивное управление)
Время реакции на событие	15-20 минут после получения официальной информации.	0-2 минуты (система получает прогноз погоды и данные о перенаправлении рейсов, начинает предиктивное моделирование).
Распределение ресурсов	Ручное, по запросу от служб. Возможен дефицит персонала на регистрации, нехватка тягачей и автобусов.	Автоматическое превентивное перераспределение. Система прогнозирует пиковую нагрузку, вызывает резервный персонал, перенаправляет технику с менее загруженных участков.
Пассажирские потоки	Образование массовых скоплений людей у стоек информации и в зонах ожидания. Рост очередей на паспортном контроле и выдаче багажа.	Система динамически изменяет навигацию в терминале через цифровые табло, перенаправляя потоки. Заранее открываются дополнительные стойки и линии досмотра.
Информирование пассажиров	Объявления по громкой связи, информация на общих табло. Высокий уровень неопределенности и стресса у пассажиров.	Автоматическая рассылка персонализированных push-уведомлений с указанием нового времени, номера гейта, информацией о ваучерах на питание.
Итоговое время задержки на земле	45-60 минут на обслуживание каждого прибывшего ВС сверх норматива.	10-15 минут на обслуживание каждого ВС сверх норматива.

Графически разницу в управлении пассажирскими потоками можно представить следующим образом (рис. 2).

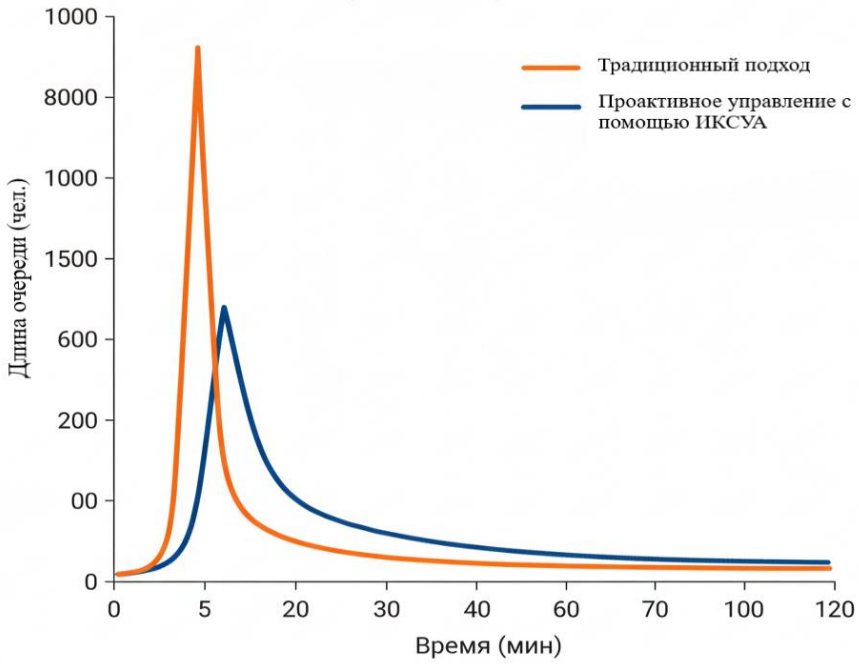

Рис. 2. Моделирование длины очереди на паспортном контроле при единовременном прибытии 5 задержанных рейсов

Как видно из рисунка 2, проактивное управление с помощью ИКСУА поможет снизить максимальную длину очереди более чем в два раза и значительно быстрее стабилизировать ситуацию, которая напрямую влияет на повышение пропускной способности аэропорта и качество обслуживания пассажиров. Внедрение подобных систем является логичным шагом в эволюции отраслевых инноваций и взаимодействия между рынком авиапромышленности и воздушного транспорта. Также соответствует глобальным тенденциям развития цифровых технологий в авиации и может стать основой для достижения нового уровня безопасности и эффективности, как это обсуждается в работах, посвященных роли ИИ в авиации. Более того, такой системный подход необходим для успешной интеграции новых устойчивых авиационных технологий, которые изменят существующую операционную экосистему.

Заключение

Авиационная транспортная отрасль находится на пороге технологической трансформации, обусловленной как внутренними потребностями в повышении эффективности и безопасности, так и внешними вызовами. Проведенный анализ показал, что российские аэропорты сталкиваются с комплексом взаимосвязанных проблем в сферах управления пассажирскими потоками, операционной деятельности, обеспечения безопасности и распределения ресурсов.

1. Решение проблем невозможно без системного внедрения современных цифровых технологий. Основную роль в этом процессе играют искусственный интеллект, Интернет вещей, цифровые двойники и беспилотные системы, которые помогают перейти от реактивного к проактивному, предиктивному управлению, основанному на данных.

2. В качестве перспективного решения предложена концепция Интегрированной когнитивной системы управления аэропортом (ИКСУА). Данная система, основанная на технологии цифрового двойника и многоуровневой архитектуре с когнитивным ядром на базе ИИ, способна объединить разрозненные подсистемы аэропорта в единую адаптивную экосистему.

3. Внедрение ИКСУА поможет добиться значительного синергетического эффекта: по-

высить пропускную способность терминалов и аэродрома, оптимизировать использование ресурсов, минимизировать риски, связанные с человеческим фактором, и кардинально улучшить качество пассажирского опыта. Моделирование реакции на нештатную ситуацию наглядно продемонстрировало преимущества проактивного управления, реализуемого в рамках предложенной концепции.

Реализация предложенной концепции способна помочь в инновационном развитии не только для отдельных аэропортов, но и для всей авиатранспортной системы России.

Библиографический список

1. Дутов А.В., Клочков В.В. Методы оценки влияния технологий на характеристики перспективной продукции и достижение целей научно-технологического развития (на примере гражданского авиастроения) // Экономика науки. – 2020. – Т. 6. – № 1-2. – С. 35-45.

2. Камалов К.Ф., Соколов О.А. Анализ применения искусственного интеллекта в гражданской авиации // Вестник науки. – 2023. – №11 (68). – С. 896-901.

3. Климова Т.Б. Динамика развития авиаотрасли: тренды и пандемийные вызовы // Экономика. Информатика. – 2020. – Т. 47. № 3. – С. 512-521.

4. Клочков В.В., Рождественская С.М. Инновационное развитие авиастроения и перспективы роста авиационной подвижности населения // Инновации. – 2017. – № 12 (230). – С. 68-78.

5. Комарова А.А. Российский рынок авиаперевозок: тенденции и перспективы развития // В сборнике: Инновационное развитие экономики. Будущее России. Материалы и доклады V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – 2018. – С. 214-218.

6. Кондрашева А.А. Основные технологические тенденции будущего для авиакомпаний и аэропортов // Вестник науки и образования. – 2020. – № 19-1 (97). – С. 54-57.

7. Купченко, С.М. Перспективные направления развития авиационного транспорта / С.М. Купченко, С.З. Эль-Салим // Завалишинские чтения 20: Сборник докладов, Санкт-Петербург, 15-18 апреля 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2020. – С. 89-99.

8. Михальчевский Ю.Ю., Бородулина С.А. Тенденции отраслевого иннновационного развития: взаимодействие рынка авиационной промышленности и воздушного транспорта // Бюллетень транспортной информации. – 2017. – № 2. – С. 6-10.

9. Наумкин А.Д. Пути цифровой трансформации процессов взаимодействия аэропортов и авиакомпаний // Кибернетика и программирование. – 2019. – № 4. – С. 15-25.

10. Новиков С.В., Калимуллина Э.Р. Цифровые технологии и их использование в сфере обслуживания пассажиров авиакомпании // Московский экономический журнал. – 2020. – №1. – С. 481-487.

11. Попова А.Н. Внедрение инновационных технологий на воздушном транспорте // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://alley-
sci-
ence.ru/domains_data/files/2March2023/VNEDRENIE%20INNOVACIONNYH%20TEHNOLOGIY%20NA%20VOZDUShNOM%20TRANSPORTE.pdf.

12. Цуцкарёв В.К. Развитие коммуникационных процедур авиатранспортного предприятия на базе информационных технологий с целью оптимизации технологического процесса и повышения качества обслуживания // БРНИ. – 2020. – № 3. – С. 64-74.

13. Шпак П.С., Сычева Е.Г. Перспективные тренды и прогнозы развития цифровых технологий в авиационной отрасли // Современная экономика: проблемы и решения. – 2025. – Т. 1. – С. 93-106.

14. Babuder D., Lapko Y., Trucco P., Taghavi R. Impact of emerging sustainable aircraft technologies on the existing operating ecosystem // Journal of Air Transport Management. – 2024. – № 115. – P. 969-997.

15. Brown A. The Role of Machine Learning in Aviation Safety // Aviation Research Review. – 2020. – № 25(4). – P. 210-225.

16. Johnson L., Patel R. Implementation of AI Systems in Air Traffic Control // Proceedings of the International Conference on Aviation Technology. – 2019. – P. 132-147.

17. Komorowski M., Faisal A. The Role of Artificial Intelligence in Achieving Global Safety // Journal of Aviation Technology and Engineering. – 2019. – № 8(2). – P. 60-72.

18. Lee D.J., Kwon O.N. Artificial Intelligence in Civil Aviation: Current Applications and Future Possibilities // Journal of Air Transport Management. – 2020. – №87. – P. 101-109.

PROMISING TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF AIR TRANSPORT

A.A. Goryashko, *Candidate of Technical Sciences*
Moscow State Technical University of Civil Aviation
(Russia, Moscow)

Abstract. *This article provides a comprehensive analysis of the current state and development prospects of air transport. The relevance of the study stems from the need to improve the efficiency, safety, and customer-focused nature of the air transport industry in the face of global challenges and intensive digitalization. The aim of the study is to systematize the problems facing Russian airports and identify the most promising technologies for addressing them. The study analyzes current challenges, from operational management to security, and proposes a classification. Artificial intelligence (AI), machine learning, computer vision, and natural language processing, as well as the concepts of the Internet of Things (IoT) and digital twins, have been identified as having the greatest potential for industry transformation. The concept of an Integrated Cognitive Airport Management System (ICAMS) – a multilayered platform that unites disparate airport subsystems into a single intelligent ecosystem – is proposed as an innovative solution. The architecture and operating principles of the IACMS are substantiated, and its advantages are demonstrated using an example of simulating a response to an emergency. The research results can be used to formulate strategies for the technological development of airports and airlines, as well as for further scientific research in the field of digital transformation of transport.*

Keywords: *air transport, digitalization, artificial intelligence, airport, innovative technologies, air traffic control, flight safety, digital twin.*