Коваленко Владимир Петрович

студент магистратуры
Ульяновский институт гражданской авиации
имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева
Ульяновск, Россия

Логинов Николай Владимирович

канд. техн. наук, доцент кафедры АТО
Ульяновский институт гражданской авиации
имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева
Ульяновск, Россия

**ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЙ МОДЕРНИЗАЦИИ
ОБЪЕКТОВ АВИАТОПЛИВООБЕСПЕЧЕНИЯ НА РЕГИОНАЛЬНЫХ АЭРОДРОМАХ****Аннотация**

Рассматриваются вопросы оценки пропускной способности и модернизации объектов авиатопливообеспечения (АТО) на региональных аэродромах Российской Федерации. Проанализированы ограничения действующих нормативных документов, выявлены недостатки существующих методик расчёта производственной мощности. Представлен усовершенствованный подход, учитывающий логистические и технологические параметры: способ доставки, время отстоя, контроль качества, производительность насосного оборудования. Проведена количественная оценка мощностей на примере аэропорта «Пулково», выявлен дефицит перерабатывающей способности к 2030 году и обоснованы мероприятия по его устранению. Предложенная методика может использоваться для обоснования инвестиций, проектирования новых и реконструкции существующих объектов АТО. Сделан вывод о необходимости внедрения гибких расчётных моделей, учитывающих фактические условия эксплуатации, как основы для устойчивого развития региональной авиационной инфраструктуры.

Ключевые слова: авиатопливообеспечение, пропускная способность, аэродромы

Развитие региональной авиации в Российской Федерации напрямую зависит от устойчивости и технической готовности наземной инфраструктуры, обеспечивающей обслуживание воздушных судов. В условиях территориальной протяжённости страны, низкой плотности населения в ряде субъектов и растущей потребности в межрегиональных авиаперевозках, особую значимость приобретает надёжность систем авиатопливообеспечения (АТО) на региональных аэродромах. Эти объекты выполняют ключевую функцию в обеспечении регулярности полётов, оперативности обслуживания и безопасности воздушного движения.

Анализ показателей пассажиропотока за последние годы демонстрирует положительную динамику на фоне расширения маршрутной сети, в том числе в обход центральных авиационных узлов. При этом физическая и моральная изношенность производственных объектов, устаревшие технологические решения, отсутствие единого подхода к проектированию ТЗК и несоответствие инфраструктуры новым логистическим условиям создают системные ограничения. Операторы, работающие в

условиях дефицита резервуарного парка, низкой пропускной способности насосного оборудования и ограниченных каналов доставки, часто не могут обеспечить необходимый уровень топливоснабжения, особенно в периоды сезонных пиков.

Одним из главных факторов, сдерживающих модернизацию АТО, остаётся отсутствие адаптированных методик оценки их производственной мощности. Действующие нормативы и расчётные схемы либо не учитывают особенности способов доставки и инфраструктурных ограничений, либо устарели в условиях развития многоуровневой логистики. При этом ошибка в оценке пропускной способности может привести к фактическому дефициту топлива и срыву рейсов, особенно на аэродромах с высокой плотностью вылетов. Кроме того, некорректное планирование мощности препятствует эффективному распределению инвестиций и рациональной эксплуатации ресурсов.

На фоне роста спроса на авиационные перевозки и усиления требований к качеству обслуживания назрела необходимость пересмотра методических подходов к оценке пропускной способности объектов АТО с учётом всех факторов, влияющих на их работу. Важно не только диагностировать слабые звенья в действующей системе, но и предложить обоснованные направления модернизации, позволяющие достичь технологической устойчивости и снизить риск операционных сбоев.

Цель работы – провести оценку пропускной способности объектов авиатопливообеспечения на примере действующего аэропортового комплекса, выявить ключевые ограничения и определить приоритетные направления модернизации. Анализ будет опираться на фактические показатели работы операторов АТО, прогнозы потребления авиаГСМ и существующие нормативно-технические базы, а также учитывать влияние логистических схем и технической инфраструктуры на расчётную мощность.

Современное состояние объектов авиатопливообеспечения (АТО) на региональных аэродромах Российской Федерации демонстрирует серьёзные инфраструктурные ограничения, обусловленные как техническими, так и организационно-логистическими факторами. Большинство топливозаправочных комплексов были построены в советский период и не претерпели системной модернизации. Высокая степень износа оборудования, ограниченный доступ к централизованным каналам доставки авиаГСМ, низкий уровень автоматизации технологических процессов и отсутствие резервов по мощности делают невозможным

эффективное реагирование на рост спроса. Анализ функционального состояния показывает, что ключевыми барьерами остаются высокая капиталоемкость модернизации и несбалансированное распределение производственных мощностей между операторами [1].

Проблема усложняется тем, что нормативные документы, регламентирующие расчёт производственной мощности объектов АТО, либо устарели, либо не отражают реальных условий эксплуатации. Ведомственные нормы ВНТП 6-85/МГА содержат статические проектные значения, не учитывающие параметры доставки, обработки и отстоя нефтепродуктов. Методика, утверждённая приказом Минтранса России № 63 от 24.02.2011, предлагает базовый расчёт технических возможностей, однако ограничена рамками теоретических условий и не охватывает динамику логистических циклов. В результате на практике используются упрощённые схемы оценки, в которых отсутствует учёт критически важных факторов: времени транспортного цикла, мощности насосных агрегатов, конфигурации сливо-наливной эстакады, количества одновременно обрабатываемых вагонов или автоцистерн [2].

Методика, предложенная в исследовании Дурандина и Богданова [2], восполняет указанные пробелы за счёт включения в расчёт производственной мощности комплекса параметров, отражающих действительные условия работы. Суточная мощность определяется не объёмом резервуаров как таковых, а скоростью, с которой можно провести полный цикл приёма, проверки и подготовки топлива к выдаче. Для этого учитываются: объём партии, количество единиц техники, мощность насосов, число сливных точек, время отстоя, фильтрации и анализа. Все операции следуют строго поэтапно, без возможности параллельного исполнения. В качестве обобщённой формулы расчёта длительности одного цикла предложено использовать формулу 1:

$$T_{\text{обработки}} = T_{\text{контроль}} + T_{\text{слив}} + T_{\text{отстой}} + T_{\text{анализ}} + T_{\text{перекачка}} \quad (1)$$

где:

$T_{\text{контроль}}$ — время первичного приёмного контроля (0,5 ч для железнодорожных поставок, 0,15 ч для автоцистерн);

$T_{\text{слив}}$ — зависит от числа обрабатываемых единиц и производительности насосов;

$T_{\text{отстой}}$ — нормативно фиксированное время (чаще всего 2 ч);

$T_{\text{анализ}}$ — лабораторное тестирование на соответствие кондиции (не менее 4 ч);

$T_{\text{перекачка}}$ — перемещение готового топлива на расходный склад.

Учитывая невозможность параллельной обработки этапов без технической реконструкции, общая длительность одного цикла лимитирует максимально допустимый объём переработки в сутки. Это позволяет не только объективно рассчитать текущую загрузку, но и смоделировать эффект от внедрения технологических улучшений. Примером служат: удлинение сливо-наливной эстакады, повышение производительности насосов, организация параллельных потоков или автоматизация фильтрационных модулей.

В отличие от классического подхода, базирующегося на ёмкости резервуарного парка, предложенная модель формирует аналитический инструмент для обоснования инвестиций и расчёта операционной нагрузки. Она применима как для проектирования новых объектов, так и при модернизации существующих АТО. Гибкость и масштабируемость метода делает его применимым не только в крупных транспортных узлах, но и в условиях ограниченных ресурсов региональных аэродромов. Это расширяет возможности точного планирования модернизации и адаптации топливозаправочной инфраструктуры к растущему спросу [2].

Практическая реализация предложенной методики на примере аэропорта «Пулково» выявила критический разрыв между суммарной мощностью действующих операторов и прогнозируемым спросом к 2030 году. В условиях растущего пассажиропотока и увеличения частоты рейсов, производственные возможности АО «Совэкс», основного поставщика авиаГСМ в аэропорту, ограничены из-за запланированного вывода нефтепродуктопровода из эксплуатации и отсутствия развитой железнодорожной схемы. В условиях перехода на менее эффективную логистику прогнозная мощность компании не превысит 1190 тонн в сутки, что не позволит удовлетворить суточный спрос, достигающий 3159 тонн по верхнему пределу сценария. При этом мощности остальных операторов – ООО «ТЭК-Пулково» и АО «Аэрофьюэлз» – не компенсируют дефицит, поскольку либо физически не приспособлены к масштабной доставке, либо не имеют доступа к железнодорожной инфраструктуре. Стоит отметить, что данные таблицы 1 по приросту указаны только для основного оператора, чья инфраструктура требует расширения, мощности других операторов зафиксированы без планов на модернизацию в рамках расчётного периода [3].

Таблица 1 – Сравнение прогнозного суточного спроса и производственной мощности операторов АТО в аэропорту «Пулково» на 2024 и 2030 гг.»

Оператор АТО	Мощность 2024 (т/сутки)	Прогнозный спрос 2030 (т/сутки)	Необходимый прирост мощности (т/сутки)
АО «Совэкс»	1190	3159	839
ООО «ТЗК-Пулково»	880	—	—
АО «Аэрофьюэлз»	250	—	—
Всего	2320	3159	839

Расчётные данные таблицы 1 показывают, что при существующих параметрах операторов общий объём переработки составит 2320 тонн, что создаёт дефицит в 839 тонн в сутки, при условии сохранения текущей логистики. Возникает необходимость в реализации мероприятий по модернизации. В первую очередь это касается увеличения длины сливо-наливной эстакады, что позволит одновременно обслуживать большее количество железнодорожных вагонов. Кроме того, значительное сокращение времени на слив и перекачку может быть достигнуто путём внедрения параллельных насосных и фильтрационных линий. Переход к подобной схеме позволит нарастить производственную мощность АО «Совэкс» до 1955 тонн, обеспечив покрытие до 97,5% от прогнозируемого спроса с учётом мощностей других операторов [3].

Модернизация АТО на региональных аэродромах требует избирательного подхода, ориентированного на выявление наиболее уязвимых точек и рациональное распределение ресурсов. На объектах, не имеющих доступа к железнодорожным узлам, приоритетным направлением становится повышение скорости и количества пунктов слива автомобильного транспорта, оптимизация логистики поставок и автоматизация контроля качества топлива. Дополнительно целесообразно внедрение цифровых решений для прогнозирования спроса, управления остатками и синхронизации работы с другими участниками цепи поставок. Использование информационного моделирования и технологий цифровых двойников позволяет заранее выявлять перегрузки в системе и прогнозировать необходимость ввода резервных мощностей [4].

Комплексный анализ технических параметров, логистических сценариев и нормативных ограничений даёт возможность сформировать реалистичную оценку пропускной способности объектов АТО. Полученные данные необходимы как для

стратегического планирования, так и для подготовки технико-экономических обоснований модернизационных проектов. Устойчивость системы топливоснабжения в региональных аэропортах становится критерием готовности к интенсивному росту перевозок и показателем надёжности всей авиационной отрасли.

Оценка пропускной способности объектов авиатопливообеспечения показала наличие критических ограничений, связанных с логистическими схемами поставки, изношенностью оборудования и недостаточной производственной гибкостью. Установлено, что действующие методики расчёта мощности не учитывают параметров инфраструктуры и специфики доставки авиаГСМ, что снижает точность планирования и создаёт риски дефицита топлива.

Проведённый расчёт на примере аэропорта «Пулково» выявил дефицит производственной мощности до 839 тонн в сутки при сохранении текущей конфигурации. Основной вклад в ограниченность системы вносит отсутствие универсальных каналов доставки и недостаточная длина сливо-наливной эстакады. Без модернизации ключевых элементов инфраструктуры не представляется возможным обеспечить стабильную заправку воздушных судов в условиях роста трафика.

Обоснована эффективность конкретных мероприятий: увеличение длины эстакады, внедрение параллельных насосных линий и оптимизация фильтрационных систем. Эти меры позволяют ликвидировать дефицит и довести совокупную мощность до расчётных значений, сопоставимых с прогнозируемым спросом.

Установлена необходимость пересмотра нормативной базы и внедрения усовершенствованных методик, учитывающих интермодальность и технологические параметры логистической цепи. Приоритет в инвестиционном планировании должен отдаваться узловым объектам с высокой потенциальной загрузкой и доступом к железнодорожной инфраструктуре.

Сформулированные выводы и расчёты применимы к другим региональным аэродромам, что делает предложенный подход универсальным инструментом для оценки и проектирования систем авиатопливообеспечения в условиях роста авиационной активности.

Список использованных источников

1. Филатова, Я. А. Оценка современного состояния наземной инфраструктуры гражданской авиации РФ / Я. А. Филатова // Сборник лучших докладов студенческой научно-технической конференции МГТУ ГА, посвященной 50-летию университета : Материалы конференции, Москва, 14 апреля 2021 года. – Москва: Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2021. – С. 109-111. – EDN YPWVDW.
2. Дурандин, М. А. Расчет суточной производственной мощности объектов авиатопливообеспечения / М. А. Дурандин, Е. В. Богданов // Научный Альманах ассоциации France-Kazakhstan. – 2024. – № 5. – С. 219-224. – EDN LWPPHU.
3. Дурандин, М. А. Развитие комплекса авиатопливообеспечения аэропорта «Пулково» / М. А. Дурандин, Е. В. Богданов // Научный Альманах ассоциации France-Kazakhstan. – 2024. – № 5. – С. 274-282. – EDN KODLVY.
4. А. А. Муратов, А. В. Синкин, Р. А. Климантович, Ю. В. Данильченко / Технологические аспекты развития производственной системы аэропортовой деятельности в РФ // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах, Красноярск, 10–14 апреля 2023 года. Том 3. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2023. – С. 186-187. – EDN TTQLFT.