



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВУХ ТИПОВ САМОЛЕТОВ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК,
СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ
И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

А. С. Воскресенская, студентка

E-mail: sunday677@mail.ru

ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

В. И. Гречишкина, студентка

E-mail: grechishkina03@bk.ru

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
гражданской авиации»

Н. В. Васильева, канд. техн. наук, доцент

E-mail: n.vasileva@mstuca.ru

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
гражданской авиации»

В статье рассматривается проблема выбора эффективных воздушных судов для современного авиапарка с учетом совокупности технических и экономических аспектов. Проводится глубокий анализ летно-технических характеристик и производительности труда для отечественных и зарубежных моделей самолетов, таких как Tu-214 и Airbus A320. Формулируется новый интегральный показатель совокупной стоимости владения, позволяющий детально оценить экономические последствия выбора определенного типа воздушного судна. На основе проведенных расчетов предлагаются практические рекомендации для авиакомпаний и регулирующих органов по формированию экономически оправданного парка воздушных судов.

Ключевые слова: *производительность труда, гражданская авиация, совокупная стоимость владения, эффективность.*

ВВЕДЕНИЕ

Современная авиация сталкивается с необходимостью постоянного совершенствования технологий и улучшения процессов для повышения эффективности перевозок. Актуальность данной темы обусловлена растущей конкуренцией среди авиаперевозчиков и стремлением компаний минимизировать издержки, сохраняя при этом высокий уровень сервиса. Важно учитывать не только технические характеристики самолетов, такие как скорость, дальность полета и грузоподъемность, но и производительность труда, что напрямую влияет на эффективность работы компании.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования выступают воздушные суда гражданского назначения, предназначенные для перевозок грузов и пассажиров. В данной работе рассматриваются два типа самолетов – отечественный Tu-214 и его зарубежный аналог Airbus A320.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящей работы является определение экономической целесообразности использования данных типов воздушных судов, учитывая их технические параметры, такие как скорость, дальность полета, грузоподъемность, расход топлива и совокупная стоимость владения.

Для достижения цели были определены задачи, которые необходимо решить:

- выбор наиболее подходящих воздушных судов, которые бы удовлетворяли требованиям безопасности, экономичности и производительности;
- сравнение летно-технических характеристик;
- оценка производительности труда;
- формирование интегрального показателя;
- проведение расчетов и выработка практических рекомендаций.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки эффективности двух типов самолетов на основе анализа летно-технических характеристик и производительности труда были использованы следующие методы:

1. Сбор данных

1.1 Сбор первичной информации:

- Документация производителей: Использование официальных спецификаций и технических паспортов самолетов для получения исходных данных о летно-технических характеристиках.

- Статистическая информация: Сбор данных о реальных показателях эксплуатации самолетов, включая расход топлива, продолжительность полета, количество посадок и взлетов, частоту техобслуживания и т. д.

2. Обработка данных

2.1 Сравнительный анализ:

- Прямое сравнение летно-технических характеристик и производительности труда для двух типов самолетов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Авиационная индустрия сегодня находится на этапе интенсивного развития, внедряются инновационные технологии, направленные на повышение топливной эффективности, снижение выбросов углекислого газа и увеличение комфорта пассажиров. Это включает в себя использование композитных материалов, улучшенные аэродинамические решения и внедрение цифровых систем управления. Все эти изменения ставят перед авиакомпаниями задачу выбора оптимальных моделей воздушных судов, соответствующих их стратегическим целям.

Обзор существующих исследований посвящен изучению подходов к оценке эффективности самолетов на основе анализа их летно-технических характеристик и производительности труда. В последние десятилетия интерес к этой теме значительно возрос ввиду роста конкуренции на рынке авиаперевозок и необходимости снижения эксплуатационных расходов. Исследования в области сравнительной оценки воздушных судов позволяют авиакомпаниям принимать взвешенные решения при выборе парка самолетов.

Авторы активно изучают различные аспекты эффективности воздушных судов, уделяя внимание как техническим характеристикам, так и экономической составляющей. Например, работа В. В. Ефимова, К. О. Чернигина «Применение показателей технической эффективности и технического уровня для анализа функциональных свойств самолетов гражданской авиации» фокусируется на перспективе перехода от одного поколения самолетов к другому [1].

При сравнении летно-технических характеристик самолетов используется широкий спектр методов. Одним из популярных подходов является анализ полетных данных, который позволяет оценивать реальные показатели скорости, дальности полета и расхода топлива.

Производительность труда в авиации оценивается с помощью различных методик. Одним из распространенных подходов является метод определения в натуральных величинах. Он применим на предприятиях, где выпускается однородная по своему содержанию продукция.

Помимо традиционного подхода к сравнению летно-технических характеристик и производительности труда, а именно сбора и обработки данных, авторами предлагается новый интегральный показатель эффективности использования воздушного судна: совокупная стоимость владения, учитывающий одновременно как техническую составляющую (летно-технические характеристики), так и экономические факторы (затраты на эксплуатацию и производительность труда). Этот подход расширяет рамки традиционных оценочных критериев, позволяя учесть влияние организационно-экономических факторов на общую эффективность авиатранспорта.

Применение вышеуказанных методов сбора и обработки данных позволило получить всестороннюю картину эффективности двух типов самолетов. Это обеспечило основу для объективной оценки и формирования рекомендаций по оптимизации использования воздушных судов в зависимости от конкретных целей и условий эксплуатации.

В данной работе будет обращено внимание на два основных аспекта: сравнение летно-технических характеристик и оценка производительности труда. Для первого необходимо сравнить летно-технические характеристики Ту-214 с аналогичным самолетом Airbus 320.

В рамках анализа были предложены следующие характеристики для анализа эффективности типов воздушных судов:

1. Максимальная взлетная масса, т.
2. Предельная коммерческая загрузка ВС (эксплуатационная), т.
3. Фактическая дальность, км.
4. Фактический расход топлива, кг/ч.
5. Годовой налет часов, ч.
6. Состав летного экипажа, чел.
7. Максимальная пассажироместимость, чел.
8. Коэффициент использования коммерческой загрузки.
9. Рейсовая скорость, км/ч.

На основании данных официального сайта ОАК «Туполев» и Airlines Inform был выполнен сравнительный анализ летно-технических характеристик воздушных судов (таблица 1) [2, 3].

Таблица 1 – Сравнительный анализ летно-технических характеристик воздушных судов Ту-214 и Airbus 320

Летно-технические характеристики	Ту-214	Airbus 320
Максимальная взлетная масса, т	110,75	73,5
Предельная коммерческая загрузка ВС (эксплуатационная), т	25,2	16,6
Фактическая дальность, км	6500	4900
Фактический расход топлива, кг/ч	3700	2600
Годовой налет часов, ч	3700	
Состав летного экипажа, чел.	3	2
Максимальная пассажироместимость, чел.	210	179
Коэффициент использования коммерческой загрузки	0,7	
Рейсовая скорость, км/ч	850	900

Определение эффективности мероприятия по замене существующего воздушного судна А-320 на самолет Ту-214 выполнено по формуле (1).

$$\Delta\chi_{\text{отн}}^{\text{нов.ЛА}} = \frac{W_{\text{т.км}}^{\text{год(баз)}}}{A_{\text{час}}^{\text{баз}}} \times \left(\frac{\chi_{\text{эк}}^{\text{баз}}}{N_{\text{сан}}^{\text{год}}} + \frac{T_{\text{н.ч.}}^{\text{ТО(баз)}}}{F_{\text{эф}}^{\text{год}} \times K_{\text{вн}}} \right) - \frac{W_{\text{т.км}}^{\text{год(вн)}}}{A_{\text{час}}^{\text{вн}}} \times \left(\frac{\chi_{\text{эк}}^{\text{вн}}}{N_{\text{сан}}^{\text{год}}} + \frac{T_{\text{н.ч.}}^{\text{ТО(вн)}}}{F_{\text{эф}}^{\text{год}} \times K_{\text{вн}}} \right), \quad (1)$$

где $\Delta\chi_{\text{отн}}^{\text{нов.ЛА}}$ – относительная экономия трудовых ресурсов; $W_{\text{т.км}}^{\text{год}}$ – годовой объем работ в тонно-километрах базового периода и после внедрения; $A_{\text{час}}^{\text{баз(вн)}}$ – часовая производительность ВС базового периода и после внедрения в тонно-километрах в час; $\chi_{\text{эк}}^{\text{баз(вн)}}$ – численность экипажа до и после внедрения; $N_{\text{сан}}^{\text{год}}$ – годовая санитарная норма налета часов на экипаж. В рамках данной работы, согласно Приказу Минтранса РФ от 21 ноября 2005 г. № 139, годовая санитарная норма налета часов на экипаж принята 860 ч [4]; $T_{\text{н.ч.}}^{\text{ТО}}$ – трудоемкость технического обслуживания до и после внедрения, в нормо-часах; $F_{\text{эф}}^{\text{год}}$ – годовой эффективный фонд рабочего времени, ч; поскольку в Приказе Минтранса № 139 прописано, что норма рабочего времени не должна превышать 40 ч в неделю, то годовой эффективный фонд рабочего времени – 1920 ч [4]; $K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм (в работе принят равным 1,0).

Отношение $\frac{W_{\text{т.км}}^{\text{год(эксп)}}}{A_{\text{час}}}$ есть годовой налет часов на данное воздушное судно, так как

$$A_{\text{год}} = A_{\text{час}} \times W_{\text{л.ч.}}^{\text{год}} \text{ и } W_{\text{т.км}}^{\text{год}} = A_{\text{год}}.$$

Часовая производительность рассчитывается по формуле (2), представленной ниже.

$$A_{\text{час}} = q_{\text{к.з}}^{\text{пр}} \times V_{\text{р}}, \quad (2)$$

где $q_{\text{к.з}}^{\text{пр}}$ – предельная коммерческая загрузка, т; $V_{\text{р}}$ – рейсовая скорость, км/ч.

Отсюда часовая производительность для выбранных типов воздушных судов равна:

$$A_{\text{час}}^{\text{A320}} = q_{\text{к.з}}^{\text{пр}} \times V_{\text{р}} = 16,6 \times 900 = 14940 \frac{\text{ТКМ}}{\text{час}},$$

$$A_{\text{час}}^{\text{Ту-214}} = q_{\text{к.з}}^{\text{пр}} \times V_{\text{р}} = 25,2 \times 850 = 21420 \frac{\text{ТКМ}}{\text{час}}.$$

Таким образом, найдем относительную экономию трудовых ресурсов. Для этого сопоставим затраты труда (численности сотрудников) на плановый объем продукции при базовых (старых) и плановых (новых) условиях производства:

$$\Delta\chi_{\text{отн}}^{\text{нов.ЛА}} = \frac{3700}{14940} \times \left(\frac{2}{860} + \frac{2620}{1920 \times 1,0} \right) - \frac{3700}{21420} \times \left(\frac{3}{860} + \frac{1565}{1920 \times 1,0} \right) = 0,2.$$

С использованием формулы (3) будет произведена оценка производительности труда летного отряда для типов ВС – Ту-214 и Airbus 320.

$$П_{\text{тр}}^{\text{л.о}} = \frac{\Delta\chi}{(\chi_{\text{эк}}^{\text{баз}} \times K_{\text{вн}}) - \Delta\chi} \times 100\%, \quad (3)$$

где $\Delta\chi$ – относительная экономия трудовых ресурсов; $\chi_{\text{эк}}^{\text{баз}}$ – численность экипажа в базовом варианте; $K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения нормы (принят 1,0).

$$П_{\text{тр}}^{\text{л.о (А-320)}} = \frac{\Delta\chi}{(\chi_{\text{эк}}^{\text{баз}} \times K_{\text{вн}}) - \Delta\chi} \times 100\% = \frac{0,2}{(2 \times 1,0) - 0,2} \times 100\% = 11,1\%.$$

Низкий показатель эффективности $\Delta\chi_{\text{отн}}^{\text{нов.ЛА}}$, равный 0,19, указывает на то, что замена Airbus 320 на Ту-214 в текущих условиях нецелесообразна. Основные проблемы связаны с техническим отставанием Ту-214, высокими эксплуатационными расходами и рыночными ограничениями. Для повышения эффективности требуется комплекс мер – от модернизации самолета до государственной поддержки и пересмотра планов по внедрению. Несмотря на низкую экономию по трудовым затратам, наблюдается рост производительности труда экипажа.

Авторами предлагается дополнительный параметр, вычисляемый по формуле (4), который характеризует совокупную стоимость владения воздушным судном $C_{\text{сов}}$ и состоит из стоимости приобретения воздушного судна $C_{\text{закуп}}$, суммарных затрат на ремонт и модернизацию за весь жизненный цикл $C_{\text{рем}}$, общих затрат на техническое обслуживание и поддержание летной годности $C_{\text{обсл}}$ и общей суммы расходов на топливо за расчетный период эксплуатации $C_{\text{топливо}}$.

$$C_{\text{сов}} = C_{\text{закуп}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{обсл}} + C_{\text{топливо}}. \quad (4)$$

Этот показатель дополняет уже существующие критерии оценки, обеспечивая комплексный взгляд на экономику эксплуатации конкретного типа ВС. Для оценки нового параметра введем дополнительные характеристики, представленные в таблице 2, и по формулам (4) и (5) произведем расчет совокупной стоимости владения.

Для корректного сравнения затрат, возникающих в разные периоды эксплуатации, все денежные потоки будут дисконтированы по ставке r , принятой в данной работе 10 % (или 0,1) на срок $T = 20$ лет. Ставка дисконтирования выбрана как типовая для отрасли, отражающая средний уровень риска и обеспечивающая корректное сравнение совокупной стоимости владения на 20-летнем горизонте.

$$C_{\text{сов}(r)}^{\text{ЛА}} = \frac{C_{\text{сов}}}{(1+r)^T}. \quad (5)$$

Таблица 2 – Сравнительный анализ для расчета совокупной стоимости владения воздушных судов Ту-214 и Airbus 320

Показатели, млрд руб.	Ту-214	Airbus 320
Стоимость покупки, $C_{\text{закуп}}$	3,144	4,658
Затраты на ремонт и модернизацию, $C_{\text{рем}}$	1,5	0,899
Эксплуатационные расходы, $C_{\text{обсл}}$	6,368	6,832
Расходы на топливо, $C_{\text{топливо}}$	1,065	0,526

Таким образом, совокупная стоимость владения Ту-214 будет равна:

$$C_{\text{сов}}^{\text{Ту-214}} = 3,144 + 1,5 + 6,368 + 1,065 = 12,077 \text{ млрд руб.}$$

Дисконтированная стоимость равна:

$$C_{\text{сов}(r)}^{\text{Ту-214}} = \frac{12,077}{(1 + 0,1)^{20}} = 1,795 \text{ млрд руб.}$$

А совокупная стоимость владения А-320:

$$C_{\text{сов}}^{\text{А-320}} = 4,658 + 0,899 + 6,832 + 0,526 = 12,915 \text{ млрд руб.}$$

Соответственно, дисконтированная стоимость равна:

$$C_{\text{сов}(r)}^{\text{А-320}} = \frac{12,915}{(1 + 0,1)^{20}} = 1,920 \text{ млрд руб.}$$

Далее авторами с использованием формулы (6) произведен расчет экономии по совокупной стоимости владения рассматриваемых воздушных судов:

$$\Delta C_{\text{отн}}^{\text{нов.ЛА}} = \frac{C_{\text{сов}}^{(\text{баз})} - C_{\text{сов}}^{(\text{вн})}}{C_{\text{сов}}^{(\text{баз})}}. \quad (6)$$

$$\Delta C_{\text{отн}}^{\text{нов.ЛА}} = \frac{1,920 - 1,795}{1,920} = 0,065, \text{ или } 6,5 \%.$$

Согласно проведенным расчетам, установлено, что с точки зрения снижения дисконтированной стоимости владения, Ту-214 является более выгодным в сравнении с А-320. Благодаря уменьшению общих расходов на содержание самолета будет наблюдаться рост производительности труда.

Полученная экономия по совокупной стоимости владения в сочетании с ростом производительности труда на 11,1 % свидетельствует, что менее производительный, но привычный в эксплуатации Airbus A320 уступает место более капиталоемкому, но эффективному, в долгосрочной перспективе, отечественному самолету Ту-214. Это подтверждает целесообразность государственной поддержки для преодоления первоначальных операционных издержек.

Также более высокая часовая производительность Ту-214 позволит выполнять больший объем работ за единицу времени. При фиксированных расходах на оплату труда экипажа удельные затраты на единицу продукции снижаются.

Таким образом, введение дополнительного показателя качественно улучшает оценку эффективности и дает авиакомпании четкое представление о реальной эксплуатации разных типов воздушных судов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная проблема перехода на Ту-214 заключается в высоких затратах на техническое обслуживание; также у отечественного самолета расход топлива выше. На данный момент самолет Ту-214 менее привлекателен для перевозчиков, поскольку рынок воздушных судов состоит из импортных самолетов. Следует отметить, что преимуществами Ту-214 является более высокая дальность полетов, предельная коммерческая загрузка и увеличенная пассажироместимость, что позволит повысить эффективность воздушного судна за счет увеличения пассажиропотока и количества рейсов. Помимо этого, замена А-320 на Ту-214 с точки зрения совокупной стоимости владения принесет авиакомпании экономию 6,5 %. Также важным фактором является эксплуатационный срок воздушного судна. По сравнению с Ту-214, самолет Airbus 320 демонстрирует более высокую степень износа. Это объясняется интенсивной эксплуатацией и большим объемом налета.

В данной работе предлагаются рекомендации по замене Airbus 320 на Ту-214 ввиду того, что необходимо развивать отечественное производство воздушных судов, с учетом государственной поддержки, которая может выражаться в субсидировании перевозчикам части эксплуатационных затрат, а также создание льготных условий для обслуживания и закупки запчастей.

Учёт процедуры дисконтирования и анализ затрат в связке с производительностью труда позволяют получить более объективную оценку эффективности использования воздушных судов и дают авиакомпаниям чёткое представление о реальной эксплуатации разных типов ВС.

При введении Ту-214 в отрасль необходимо эксплуатировать воздушное судно преимущественно на внутренних линиях, где наблюдается низкая конкуренция. При этом можно рассмотреть комбинированный парк воздушных судов, где Airbus 320 будет использоваться на международных линиях.

В связи с санкциями, коснувшимися запчастей и использования импортных самолетов, предлагаемый тип воздушного судна является более приоритетным с точки зрения геополитической ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимов, В. В. Применение показателей технической эффективности и технического уровня для анализа функциональных свойств самолетов гражданской авиации / В. В. Ефимов, К. О. Чернигин // Научный вестник МГТУ ГА. – 2018. – 21 (1). – 185–194. – DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-1-185-194.
2. Летно-технические характеристики Ту-214 [Электронный ресурс]: <https://www.tupolev.ru/planes/tu-214/> (дата обращения: 01.03.2025).
3. Летно-технические характеристики А320 [Электронный ресурс]: <https://www.airlines-inform.ru/commercial-aircraft/airbus-a320.html> (дата обращения: 01.03.2025).
4. Приказ Минтранса России от 21 ноября 2005 г. № 139 «Об особенностях рабочего времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации».

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF TWO TYPES OF AIRCRAFT BASED
ON AN ANALYSIS OF FLIGHT AND TECHNICAL CHARACTERISTICS, TOTAL
OWNERSHIP COST, AND LABOR PRODUCTIVITY

A. S. Voskresenskaya, student
E-mail: sunday677@mail.ru
Moscow Polytechnic University

V. I. Grechishkina, student
E-mail: grechishkina03@bk.ru
Moscow State Technical University of Civil Aviation

N. V. Vasilyeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
E-mail: n.vasileva@mstuca.ru
Moscow State Technical University of Civil Aviation

The article discusses the problem of selecting efficient aircraft for a modern fleet, taking into account a combination of technical and economic aspects. It provides an in-depth analysis of flight performance and labor productivity for domestic and foreign aircraft models, such as the Tu-214 and the Airbus A320. The article formulates a new integral indicator of the total cost of ownership, which allows for a detailed assessment of the economic consequences of choosing a specific aircraft type. Based on the calculations conducted, the article offers practical recommendations for airlines and regulatory bodies on the formation of a cost-effective fleet of aircraft.

Keywords: *labor productivity, civil aviation, total cost of ownership, efficiency.*