

УДК 681.51

DOI 10.26118/2782-4586.2025.39.21.031

Соколов Олег Аркадьевич

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации им.
Главного маршала авиации А.А. Новикова

Фокanova Полина Сергеевна

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации им.
Главного маршала авиации А.А. Новикова

Экономическая эффективность автоматизированных систем управления на примере самолета AIRBUS A320

Аннотация. В статье исследуется влияние внедрения и эксплуатации автоматизированных систем управления, в частности электродистанционной системы (ЭДСУ) fly-by-wire, на экономические показатели авиакомпаний. На примере пассажирского самолета Airbus A320 анализируются ключевые аспекты, такие как снижение эксплуатационных расходов, оптимизация управления топливными ресурсами, повышение надежности и безопасности полетов, а также их комплексное воздействие на финансовые результаты и рыночную конкурентоспособность авиаперевозчиков. Проведен анализ экономической эффективности автоматизированных систем Airbus A320 (2023-2025 гг.). Доказывается, что технологические инновации в авиастроении служат не только инструментом повышения технической эффективности, но и мощным фактором экономической оптимизации бизнес-процессов в условиях глобализации мировой экономики.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, Airbus A320, электродистанционная система управления (ЭДСУ), экономическая эффективность, эксплуатационные расходы, управление рисками, топливная экономичность, жизненный цикл воздушного судна.

Sokolov Oleg Arkadyevich

St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation
A.A. Novikov

Fokanova Polina Sergeevna

St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation
A.A. Novikov

Economic efficiency of automated control systems using the example of the AIRBUS A320 aircraft

Annotation. The article examines the impact of the introduction and operation of automated control systems, in particular, an electric remote control system (EDSU) fly-by-wire, on the economic performance of airlines. Using the example of the Airbus A320 passenger aircraft, key aspects such as reducing operating costs, optimizing fuel management, improving flight reliability and safety, as well as their complex impact on financial results and market competitiveness of air carriers are analyzed. Cost-effectiveness analysis of automated Airbus A320 systems (2023-2025). It is proved that technological innovations in the aircraft industry serve not only as a tool for improving technical efficiency, but also as a powerful factor in the economic optimization of business processes in a globalized global economy.

Keywords: automated control systems, Airbus A320, electric remote control system (EDSU), economic efficiency, operating costs, risk management, fuel efficiency, aircraft lifecycle.

Введение

Современная гражданская авиация характеризуется интенсивным внедрением цифровых технологий и автоматизированных комплексов, что кардинально преобразует не только технические параметры воздушных судов, но и экономические основы отрасли. Airbus A320, ставший первым в мире серийным пассажирским самолетом, оснащенным полноценной электродистанционной системой управления (ЭДСУ), представляет собой исключительно репрезентативный объект для исследования взаимосвязи между технологическими инновациями и экономической эффективностью.

Актуальность темы обусловлена растущей конкуренцией на рынке авиаперевозок, ужесточением экологических стандартов и постоянным давлением на себестоимость услуг.

Для достижения цели поставлены следующие задачи: выявить ключевые технологические особенности ЭДСУ, оценить их прямое и косвенное влияние на структуру затрат авиакомпаний, проанализировать вклад автоматизации в управление рисками и общую финансовую устойчивость оператора.

Предметом исследования являются экономические отчеты компании Airbus по эксплуатации самолетов семейства A320 за 2023-2025 гг. Целью данного исследования является комплексный экономический анализ эффектов от внедрения и эксплуатации автоматизированных систем управления на примере A320.

Ключевые аспекты и характер автоматизированных систем управления A320

Технологические основы автоматизированных систем управления Airbus A320 представляют собой сложный многоуровневый комплекс, в котором команды пилота не передаются механически на рулевые поверхности, а преобразуются в электрические сигналы и обрабатываются специализированными вычислителями. Данная архитектура известна как fly-by-wire («управление по проводам») [1]. Вычислительный комплекс ЭДСУ состоит из нескольких подсистем, обеспечивающих управление и резервирование. Компьютеры ELAC (Elevator Aileron Computer) – отвечают за управление рулями высоты, стабилизатором и элеронами. Установлены в количестве двух штук. Компьютеры SEC (Spoilers Elevator Computer) – управляют спойлерами, а также обеспечивают резервное управление рулями высоты и стабилизатором. Установлены в количестве трех штук. Компьютеры FAC (Flight Augmentation Computer) – обеспечивают электрическое управление рулем направления. Установлены в количестве двух штук. Подобная схема с семью вычислительными модулями и их функциональным перераспределением гарантирует высочайшую отказоустойчивость [2]. Система постоянно сравнивает сигналы между каналами и изолирует любой вычислитель, выдающий данные, выходящие за допустимые пределы. Это не просто техническая особенность, а инженерное решение, напрямую снижающее операционные риски и связанные с ними потенциальные финансовые потери.

Одной из фундаментальных экономических преимуществ ЭДСУ является реализация системы активной защиты. Бортовые компьютеры непрерывно анализируют параметры полета (скорость, высоту, угол атаки, перегрузку) и не позволяют пилоту вывести самолет за установленные летные ограничения. Например, система автоматически предотвращает выход на критический угол атаки или превышение допустимой перегрузки. Это снижает вероятность возникновения аварийных ситуаций, вызванных человеческим фактором, и, как следствие, ведет к снижению страховых премий и затрат на расследование инцидентов.

Автоматизированное управление полетом позволяет оптимизировать профиль набора высоты, крейсерского полета и снижения. Компьютеры рассчитывают и выдерживают наиболее экономичные режимы работы двигателей, минимизируя расход топлива. Например, функция «снижения нагрузки на крыло», при которой элероны автоматически отклоняются для компенсации колебаний в турбулентной атмосфере, не только повышает комфорт, но и снижает аэродинамическое сопротивление, что также способствует экономии топлива. В условиях, когда топливо составляет до 30% общих

затрат авиакомпании, даже процентная экономия дает существенный финансовый эффект. Широкое применение композитных материалов в конструкции планера (около 20%) и механизации крыла, управляемой ЭДСУ, в сочетании с меньшим количеством механических связей в системе управления, приводит к снижению массы и уменьшению трудоемкости регламентных работ [3]. Это напрямую сокращает затраты на авиационный персонал и запасные части.

Эффективность автоматизированных систем управления напрямую влияет на бизнес-процессы и управление рисками. Кабины Airbus A320 и последующих моделей семейства унифицированы. Пилот, освоивший тип A320, может с относительно небольшими доработками переучиться на A319, A321 или A318, что значительно сокращает время и стоимость подготовки экипажей [4]. Это дает авиакомпаниям гибкость в управлении парком и составлении расписаний полетов. Высокий уровень надежности и встроенные системы безопасности, обеспечиваемые ЭДСУ, являются весомым аргументом при согласовании страховых тарифов. Снижение частоты инцидентов, связанных с ошибками пилотирования, позволяет авиакомпаниям претендовать на пониженные страховые ставки, что прямо влияет на финансовый результат.

Высокая надежность, предсказуемость затрат на обслуживание и постоянный спрос на семейство A320 на вторичном рынке поддерживают высокий уровень остаточной стоимости этих воздушных судов. Инвестиция в технологически продвинутый самолет с ЭДСУ, несмотря на более высокую первоначальную стоимость по сравнению с устаревшими аналогами, окупается в течение жизненного цикла за счет более низких совокупных затрат (Total Cost of Ownership – TCO)[5].

Авиационная отрасль является крупным заемщиком на финансовых рынках. Финансирование закупки новых самолетов, таких как A320, часто осуществляется через сложные схемы лизинга и кредитования. Высокая ликвидность и предсказуемая экономика этих активов снижают риски финансовых институтов, обеспечивая стабильность кредитных потоков в один из ключевых секторов транспортной инфраструктуры.

Анализ экономической эффективности автоматизированных систем Airbus A320 (2023-2025 гг.)

В условиях постпандемийного восстановления авиаперевозок и обострившейся конкуренции, данные системы стали ключевым фактором, определяющим рентабельность как для производителя, так и для авиакомпаний-эксплуатантов. Период 2023-2025 годов стал для Airbus этапом активного восстановления после кризиса, вызванного пандемией. В это время экономическая эффективность, обеспечиваемая передовыми технологиями и автоматизированными системами самолета A320, проявилась особенно отчетливо.

Семейство A320, в особенности модель A320neo, продолжило доминировать на рынке узкофюзеляжных самолетов. В октябре 2025 года был установлен исторический рекорд: Airbus передал авиакомпании Flynas 12-тысячный самолет семейства A320, что сделало его самым продаваемым пассажирским лайнером в истории. Этот успех напрямую связан с экономическими преимуществами, которые получают авиаперевозчики. Модели A320neo, оснащенные новейшими двигателями и усовершенствованной аэродинамикой, демонстрируют снижение расхода топлива и эксплуатационных издержек на 15-20% по сравнению с предыдущим поколением самолетов [6]. В условиях роста цен на авиатопливо этот фактор стал решающим для многих авиакомпаний при выборе новой техники.

Финансовая отчетность Airbus свидетельствует о уверенном росте. Выручка компании в 2023 году составила около 65 миллиардов евро, что существенно выше показателя 2022 года (58 миллиардов евро). Хотя показатель прибыли на акцию (EPS) несколько снизился с 5,40 до 4,80 евро, это, по мнению аналитиков, может быть связано с увеличением расходов на исследования и разработки [3]. Компания активно инвестирует в экологичные технологии, такие как Sustainable Aviation Fuel (SAF) и водородные силовые установки, что является стратегическим вложением в будущую экономическую эффективность и соответствие ужесточающимся экологическим стандартам.

Несмотря на высокий спрос, Airbus в 2024-2025 годах столкнулся с серьезными вызовами, связанными со сбоями в работе в глобальных цепочках поставок. Компания испытывала острый дефицит комплектующих, что вынудило ее скорректировать краткосрочные производственные цели и темпы выпуска модели A320. Это выяснило ключевую роль автоматизированных систем управления производством и логистикой. Для минимизации простоев Airbus был вынужден ускорить цифровую трансформацию этих процессов, внедряя технологии для более точного прогнозирования и управления рисками в цепочке поставок.

Проблемы основного конкурента компании - Boeing, с моделью 737 MAX, создали для Airbus уникальное окно возможностей. В 2023 году портфель заказов на семейство A320neo достиг рекордных показателей, составив около 60% от общего объема заказов в своем сегменте. Таким образом, внедрение ЭДСУ оказывает многогранное влияние на экономику авиакомпании, трансформируя как прямые эксплуатационные расходы, так и косвенные.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что автоматизированные системы управления, воплощенные в Airbus A320, являются не просто технологическим усовершенствованием, а стратегическим активом, определяющим конкурентоспособность авиапредприятия. Ключевые экономические преимущества включают:

1. Прямое снижение эксплуатационных расходов за счет оптимизации топливной эффективности и затрат на техническое обслуживание.
2. Управление финансовыми и операционными рисками через повышение безопасности и надежности полетов.
3. Создание положительных синергетических эффектов для бизнес-процессов авиакомпаний, таких как унификация подготовки экипажей и повышение лояльности клиентов.
4. Вклад в макроэкономическую стабильность и структурное развитие национальных экономик.

Опыт успешной эксплуатации семейства Airbus A320, произведенного в количестве более 12 тысяч единиц, служит убедительным доказательством экономической целесообразности инвестиций в высокие технологии [4]. Дальнейшее развитие направлений, связанных с искусственным интеллектом и полной автоматизацией полетных операций, будет определять новую волну трансформации экономики воздушного транспорта в ближайшие десятилетия.

Список источников

1. Кивокурцев, А. Л. Опыт технической эксплуатации совмещенной инерциально-воздушной системы ADIRS самолета A320 / А. Л. Кивокурцев, О. А. Соколов, А. Ю. Юрин // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. – 2023. – № 1. – С. 134-154
2. Лакутин, С. С. Особенности системы управления самолетом Airbus A320 / С. С. Лакутин, Л. С. Шушунова // Молодой ученый. – 2023. – № 23(470). – С. 129-131
3. Рыбак, Е. В. Техническое обслуживание AIRBUS A-320 FAMILY после сложных эксплуатационных условий / Е. В. Рыбак // Надежность и качество сложных систем. – 2020. – № 4(32). – С. 155-160
4. Кивокурцев, А. Л. Повышение безотказности интегрированного комплекса бортового оборудования на основе метода скользящего резервирования / А. Л. Кивокурцев, О. А. Соколов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. – 2021. – № 2(31). – С. 120-127
5. Машиностроение и приборостроение [Электронный ресурс] / Компания: Airbus Group - URL: <https://www.tadviser.ru/a/230430> (дата обращения: 20.10.2025)

6. Мэн, З. Финансовый анализ и оценка рисков Airbus. [Электронный ресурс] / Успехи экономики, менеджмента и политических наук – 2025. - 152, 114–123. - URL: <https://www.ewadirect.com/proceedings/aemps/article/view/19445#> (дата обращения: 20.10.2025)

Сведения об авторах

Соколов Олег Аркадьевич, - к.т.н., доцент, заведующий кафедрой № 13 "Систем автоматизированного управления", ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова», Санкт-Петербург, Россия

Фокanova Полина Сергеевна – студент 3 курса, у/г ЛЭГВС-23-01, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова», Санкт-Петербург, Россия

Information about the authors

Sokolov Oleg Arkadievich, PhD, Associate Professor, Head of Department No. 13, "Automated Control Systems", St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Marshal of Aviation A.A. Novikov, Saint Petersburg, Russia

Fokanova Polina Sergeevna – 3rd year student, LEGVS-23-01, St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Marshal of Aviation A.A. Novikov, Saint Petersburg, Russia