УДК 338.1, 338.2

Романов А.В.
студент
МГТУ Гражданской авиации
г. Москва, Россия
Научный руководитель:
Сушко Ольга Петровна
доктор экономических наук
Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;
МГТУ Гражданской авиации
г. Москва, Россия

Системные проблемы безопасности Boeing

Аннотация. Данное исследование посвящено анализу проблем безопасности эксплуатации авиалайнеров Boeing 737 MAX в период с 2019 г. по 2025 г. Основной целью работы является оценка как прямого, так и косвенного влияния событий, связанных с Boeing 737 MAX, на финансовое положение корпорации Boeing. Особое внимание уделяется выявлению фундаментальных недостатков в производственных процессах и системе контроля качества компании. Исследование также включает анализ мер, принятых Boeing и регулирующими органами для устранения выявленных дефектов и повышения качества продукции. Работа не ограничивается изучением последствий кризисных ситуаций, а стремится к разработке рекомендаций по восстановлению доверия к компании Boeing и повышению эффективности её операционной деятельности.

Ключевые слова: безопасность полетов, экономика, Boeing, 737 MAX, производство.

Romanov A.V.
Student
MSTU of Civil Aviation
Moscow, Russia
Academic Supervisor:
Sushko Olga Petrovna
Doctor of Economics
Plekhanov Russian University of Economics;
MSTU of Civil Aviation
Moscow, Russia

Boeing Systemic Safety Issues

Abstract. This study analyzes operational safety issues involving the Boeing 737 MAX from 2019 to 2025. The primary objective is to assess both the direct and indirect impact of events involving the Boeing 737 MAX on Boeing's financial position. Particular attention is paid to identifying fundamental deficiencies in the company's manufacturing processes and quality control system. The study also includes an analysis of the measures taken by Boeing and regulatory authorities to address the identified defects and improve product quality. The study goes beyond examining the impact of the crisis and seeks to develop recommendations for restoring confidence in Boeing and improving its operational efficiency.

Keywords: flight safety, economics, Boeing, 737 MAX, production.

Введение

Авиационная индустрия, будучи одной из наиболее прогрессивных и стратегически важных отраслей мировой экономики, играет важную роль в обеспечении глобального

развития и активизации экономического подъема. Компания Boeing, как один из крупнейших в мире производителей авиационной техники, занимает ведущие позиции в этой сфере [11, 13]. Однако, в отличие от многих других секторов, в авиации безопасность является не просто приоритетом, а основополагающим условием [2, 15]. Любой авиационный инцидент, даже незначительный, может иметь серьезные последствия для репутации, доверия общественности и, как следствие, финансовой устойчивости как авиакомпаний, так и производителей [3, 5, 14]. Кризисные ситуации, возникшие с самолетами Boeing 737 MAX, стали беспрецедентными в современной истории авиации. Обнаруженные недостатки оказались более серьезными, чем просто технические неисправности, и затронули основные вопросы проектирования, производственных процессов и контроля со стороны регулирующих органов [6, 7, 8]. Данное исследование обладает особой актуальностью, поскольку не только анализирует прямые и долгосрочные последствия кризисов Boeing 737 MAX, но и выявляет системные недостатки, которые привели к этим событиям. Понимание того, как проблемы безопасности трансформируются в экономические потери, имеет решающее значение для разработки эффективных стратегий управления рисками и повышения устойчивости авиационной отрасли [9, 16].

Результаты исследования

Кризис Boeing 737 MAX, вызванный двумя авиакатастрофами и последующим запретом полетов, признан одним из крупнейших в истории гражданской авиации [1-6]. Причиной трагедий стала неисправность системы MCAS и другие конструктивные недостатки. Прямые затраты оцениваются в 20 млрд долларов, а косвенные – более 60 млрд долл. из-за отмены заказов. Инцидент с Boeing 737 MAX в январе 2024 г., связанный с неправильно установленной дверной заглушкой, свидетельствует о недостатках в контроле качества (табл.1). Проблемы с качеством и безопасностью наблюдаются и в других проектах, таких как Boeing 787 Dreamliner и 777X.Аудит FAA в марте 2024 г. выявил многочисленные случаи несоблюдения требований контроля качества на производственных линиях Boeing и Spirit AeroSystems [1, 3, 5, 6]. Обнаруженные проблемы – неисправность MCAS, неправильно установленные дверные заглушки, структурные дефекты и проблемы с цепочкой поставок – свидетельствуют о системных сбоях в процессах контроля качества и производственной культуре компании. Для восстановления Boeing требуется полное изменение подхода к производству и безопасности [7, 8].

Таблица 1 - Ключевые инциденты с самолетами Boeing (2019-2025 гг.) по данным [1-6]

Модель самолета	Краткое описание инцидента	Основная причина
Boeing 737 MAX	Глобальная приостановка полетов после двух катастроф (Lion Air 610, Ethiopian Airlines 302), 346 погибших.	Неисправность системы MCAS (ошибочная активация из-за одного датчика AoA), другие проблемы дизайна, недостаточное обучение пилотов.
Boeing 737 MAX	Отрыв заглушки ого контроля аварийного выхода на 737 MAX Alaska Airlines Flight 1282 во время полета	Недостатки производств енного контроля (ослабленные болты, проблемы с установкой), системные сбои в контроле качества
Boeing 787 Dreamliner	Многочисленные дефекты производства (неправильная установка компонентов, структурные дефекты, проблемы сборки).	Неадекватный контроль качества, плохое управление сложной цепочкой поставок.
Boeing 777X	Приостановка летных испытаний.	Отказ детали, соединяющей двигатель с фюзеляжем.

Инциденты с Boeing 737 MAX и последовавшие за ними трудности привели к существенному сокращению объемов поставок самолетов компании [1-6]. На начало 2025

г. у Boeing насчитывался 81 непереданный и припаркованный самолет, в том числе 30 моделей 737 MAX со средним возрастом 4,8 года (рис.1-2). Это указывает на финансовые потери компании из-за задержки поступлений, поскольку значительные средства заморожены в уже произведенной, но не проданной продукции.

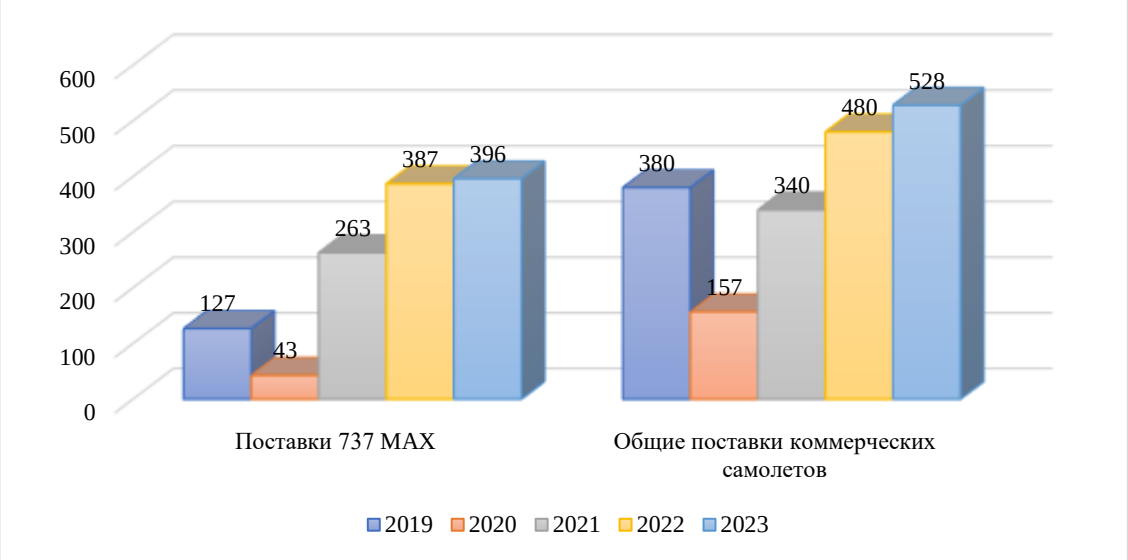

Рис. 1 - Поставки коммерческих самолетов Boeing (2019-2024 гг.) [1-6]

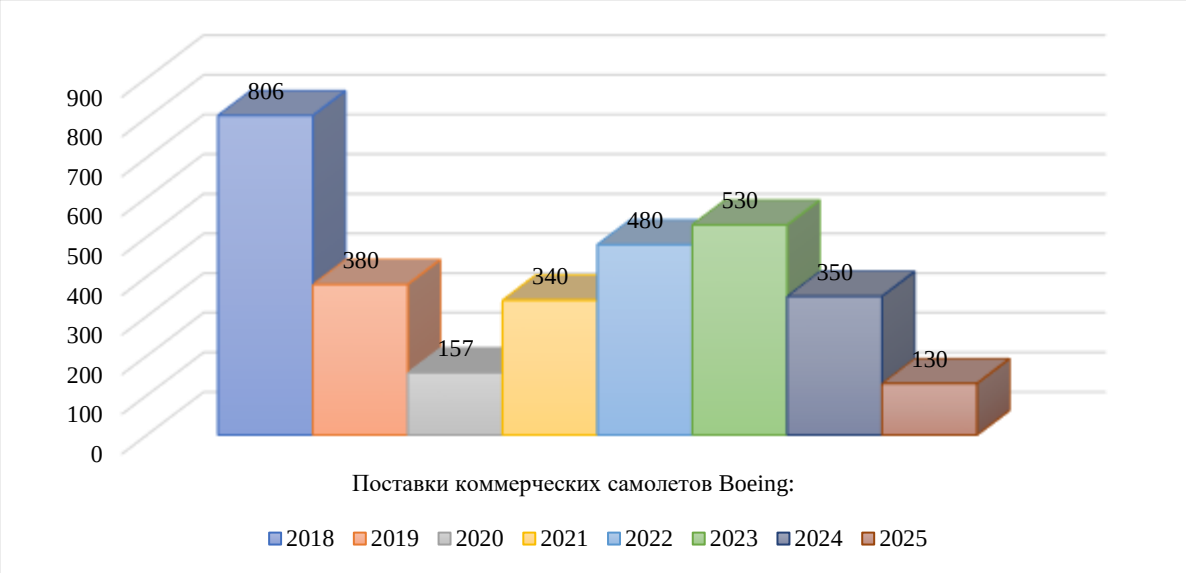

Рис. 2 - Поставки коммерческих самолетов Boeing (2019-2024 гг.) [1-6]

У Boeing большой портфель заказов, но низкие темпы поставок и накопление нереализованных самолетов приводят к недополученной выручке и связыванию капитала (табл.2). Длительные сроки ожидания (17,7 лет у Boeing против 11,3 лет у Airbus) грозят переходом клиентов к конкурентам. Airbus опережает Boeing по поставкам с 2019 года и по флоту с 2021 года. Операционные проблемы Boeing негативно влияют на его конкурентоспособность и долю рынка [11, 13].

Таблица 2- Портфель заказов Boeing 737 MAX (2019-2025 гг.) по данным [1-6]

Год/Дата	Число заказов 737 MAX	Число отмен 737 MAX	Общий портфель заказов (коммерческие самолёты)	Общая стоимость портфеля заказов (млрд USD)
2019	471	183		~600
2020	112	641	>1000 (снижение чистых заказов 737 MAX)	Не указано

2021	749	374	Не указано	Не указано
Январь 2025	Не указано	Не указано	~6 236 (до корректировок) / ~5 500 (после)	~521 (после корректировок)
Март 2025	Не указано	Не указано	4 763 (только MAX)	Не указано

Системные проблемы контроля качества и безопасности Boeing включают недостатки в проектировании (MCAS), производственные дефекты (дверные заглушки, 787 Dreamliner) и управление поставщиками [1, 9, 10]. Проблемы с MCAS связаны с зависимостью от одного датчика и недостаточной информированностью пилотов, что стало результатом спешки при разработке 737 MAX. Инцидент с дверной заглушкой Alaska Airlines выявил несоблюдение требований контроля качества Boeing и Spirit AeroSystems: дефекты, ослабленные болты и многочисленные несоответствия при установке дверей. Проблемы также наблюдались у 787 Dreamliner (неправильная установка компонентов, дефекты фюзеляжа). Эти недостатки указывают на отсутствие всеобъемлющей системы управления качеством, охватывающей проектирование, сборку и взаимодействие с поставщиками, что приводит к повторяющимся инцидентам и необходимости комплексного вмешательства.

Проблемы Boeing глубоко укоренены в корпоративной культуре, где приоритет отдан прибыли и срокам в ущерб безопасности и качеству (рис.3.) Сотрудники сообщают об "опасно нестабильных производственных условиях", "перегрузке", "нехватке деталей" и "экстремальном давлении по срокам". Внутренние рекомендации игнорируются, а культура "затыкания ртов" подавляет сообщения о проблемах. Недостаточное обучение пилотов новым системам, таким как MCAS, усугубляет ситуацию. Проблемы не ограничиваются техническими аспектами, а являются системными недостатками во всем производственном цикле. Необходимы фундаментальные изменения в ценностях и приоритетах на всех уровнях организации, чтобы обеспечить долгосрочную безопасность и надежность продукции. Упрощенная схема проблемных точек включает:

- Проектирование: Поспешный дизайн, единые точки отказа.
- Производство: Неорганизованный контроль качества, пробелы в надзоре за поставщиками, проблемы с деталями, ошибки сборки.
- Внутренняя культура: Давление на дедлайны, подавление сообщений о проблемах, игнорирование предупреждений.
- Регуляторный надзор: Проблемы с делегированными полномочиями FAA.

Схема демонстрирует, что инциденты - результат системных недостатков, а не единичных ошибок.

Рис. 3 - Процесс контроля качества «As Is» (упрощенная схема, демонстрирующая проблемные точки)

После серии кризисов Boeing реализует ряд инициатив для укрепления культуры безопасности и качества. В мае 2024 г. Boeing представила FAA план действий, сфокусированный на повышении культуры безопасности, инвестициях в обучение, упрощении процессов и устранении дефектов. Для укрепления культуры компания развивает программу "Speak Up" для сообщений о проблемах и увеличила число участников программы SMS Champions для продвижения принципов Системы управления безопасностью (SMS) [1-6]. Компания сообщает об увеличении сообщений о проблемах безопасности на 220%. Оценка проблем передается менеджерам из других отделов для обеспечения беспристрастности. Эти инициативы нацелены на устранение проблем корпоративной культуры прошлого, и успех зависит от приверженности руководства и защиты сотрудников, сообщающих о проблемах.

Boeing активно улучшает обучение персонала, внедрив обязательные курсы по безопасности и качеству, цифровые платформы для обучения механиков и инспекторов, а также специализированные программы для 787 Dreamliner [1-6]. Упрощены производственные процессы, в частности, внедрены четкие планы установки на 737, обновлена система "штамповки" для повышения подотчетности и введены критерии "готовности к перемещению" на линиях окончательной сборки. Компания усилила надзор за поставщиками, увеличив количество инспекций на заводах Spirit AeroSystems и используя машинное обучение для выявления проблем качества в цепочке поставок. Внутренние механизмы контроля также усилены за счет случайных аудитов качества, аудитов "Design Build Safety reviews" и реорганизации подразделений ODA для обеспечения независимой структуры отчетности.

Заключение

Исследование выявило системные проблемы в Boeing, выходящие за рамки технических сбоев, затрагивающие культуру, производство и управление качеством. Для восстановления стабильности Boeing необходимо:

1. Необходимо продолжить формирование культуры, где безопасность производства ставится во главу угла, а не финансовые показатели. Каждый сотрудник должен нести ответственность за соблюдение высоких стандартов безопасности.

2. Инвестиции в обучение персонала, внедрение автоматизации и стандартизации процессов производства, усиление контроля цепочки поставок и использование передовых технологий для выявления проблем качества – всё это способствует непрерывному совершенствованию.

3. Создание программ "Speak Up" для защиты сотрудников, сообщающих о проблемах безопасности, внедрение независимых механизмов аудита и повышение прозрачности процессов - ключевые шаги для обеспечения доверия и ответственности.

4. Открытое взаимодействие с FAA и другими регуляторными органами будет способствовать восстановлению доверия и обеспечению соблюдения высоких стандартов безопасности.

Список источников

1. Авиационные компетенции в современных реалиях / М. М. Алексеева, А. И. Боброва, Л. Г. Большедворская [и др.]. – Москва : Издательско-торговая корпорация Дашков и К, 2025. – 260 с. – ISBN 978-5-394-06243-8.
2. Сушко, О. П. История развития гражданской авиации России и влияние на современную авиационную инфраструктуру / О. П. Сушко, А. В. Косотуров // Актуальные аспекты развития гражданской авиации (Авиатранс-2025) : Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 16–21 июня 2025 года. – Ростов-на-Дону: Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2025. – С. 99-105.
3. Сушко, О. П. Моделирование авиапассажирских перевозок России / О. П. Сушко // Мир транспорта. – 2022. – Т. 20, № 6(103). – С. 64-71. – DOI 10.30932/1992-3252-2022-20-6-7.
4. Associated Press. Boeing pays Alaska Airlines $160M after 737 Max door-plug blowout over Oregon [Электронный ресурс] // Alaska Public Media. – 2024. – URL: https://alaskapublic.org/news/2024-04-08/boeing-pays-alaska-airlines-160m-after-737-max-door-plug-blowout-over-oregon (дата обращения: 11.11.2025).
5. Boeing Reports First Quarter Results [Электронный ресурс] / The Boeing Company. – 2025. – URL: https://investors.boeing.com/investors/news/press-release-details/2025/Boeing-Reports-First-Quarter-Results/default.aspx (дата обращения: 11.11.2025).
6. Boeing Revenue 2010-2025 | BA | MacroTrends [Электронный ресурс] / Macrotrends. – [Б.м.], [б.г.]. – URL: https://macrotrends.net/stocks/charts/BA/boeing/revenue (дата обращения: 11.11.2025).
7. Boeing's Production-Delivery Disconnect: Groundings, Inventory, and the Road Ahead [Электронный ресурс] / FlightPlan Forecast International. – 2025. – URL: https://flightplan.forecastinternational.com/2025/05/22/boeings-production-delivery-disconnect-groundings-inventory-and-the-road-ahead/ (дата обращения: 11.11.2025).
8. Boeing 737 MAX groundings [Электронный ресурс] / Wikipedia contributors. – [Б.м.], [б.г.]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_737_MAX_groundings (дата обращения: 11.11.2025).
9. Boeing Financial Statements 2009-2025 | BA | MacroTrends [Электронный ресурс] / Macrotrends. – [Б.м.], [б.г.]. – URL: https://www.macrotrends.net/stocks/charts/BA/boeing/financial-statements (дата обращения: 11.11.2025).
10. Global aircraft order backlog: another new record at 14 years. Airbus outsells Boeing, again [Электронный ресурс] / CAPA - Centre for Aviation. – 2025. – URL:

https://centreforaviation.com/analysis/reports/global-aircraft-order-backlog-another-new-record-at-14-years-airbus-outsells-boeing-again-707386 (дата обращения: 11.11.2025).

11. Samora, S. Boeing progresses on manufacturing improvement plan [Электронный ресурс] // Manufacturing Dive. – 2025. – URL: https://www.manufacturingdive.com/news/boeing-safety-quality-737-processes-progress-faa-whitaker-jan-2025/736491/ (дата обращения: 11.11.2025).

12. Serratt, N. Boeing's Recent Quality Issues: 5 Key Developments [Электронный ресурс] // AMREP Inspect. – 2024. – URL: https://amrepinspect.com/blog/boeing-recent-quality-problems (дата обращения: 11.06.2025).

13. Serratt, N. How Many 737s Has Boeing Delivered Over The Past 5 Years? [Электронный ресурс] // Simple Flying. – 2025. – URL: https://simpleflying.com/how-many-737s-boeing-delivered-5-years/ (дата обращения: 11.11.2025).

14. The Boeing Company 2024 Annual Report [Электронный ресурс] / The Boeing Company. – 2024. – URL: https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/company/annual-report/2024/2024-annual-report.pdf (дата обращения: 11.11.2025).

15. Updates on Boeing 737-9 MAX Aircraft [Электронный ресурс] / Federal Aviation Administration. – 2024. – URL: https://www.faa.gov/newsroom/updates-boeing-737-9-max-aircraft (дата обращения: 11.11.2025).