Московский экономический журнал. № 1. 2023
Moscow economic journal. № 1. 2023

Научная статья

Original article

УДК 658.5

doi: 10.55186/2413046X_2023_8_1_1

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В АВИАЦИОННОЙ ИНДУСТРИИ

DIGITAL TRANSFORMATION IN THE AVIATION INDUSTRY

Ермаков Александр Александрович, Доцент кафедры «Прикладная информатика», кандидат экономических наук, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт», E-mail: ermakov@mai.com

Тихонова Светлана Владимировна, Старший преподаватель кафедры «Управление высокотехнологичными предприятиями», ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт», E-mail: aw22226@mail.com

Ermakov Alexander Alexandrovich, Associate Professor of the Department of «Applied Informatics», Candidate of Economic Sciences, Moscow Aviation Institute, E-mail: ermakov@mai.com

Tikhonova Svetlana Vladimirovna, Senior Lecturer of Department «High-Tech Enterprise Management», Moscow Aviation Institute, E-mail: aw22226@mail.com

Аннотация. Авторы рассматривают внедрение механизмов цифровой трансформации на высокотехнологичных предприятиях, входящих в Объединенную авиастроительную корпорация (ОАК). Обозначены наиболее перспективные механизмы цифровизации в авиастроении. Проанализировано состояние Единого цифрового пространства в российской авиационной индустрии. Приведены примеры современных летательных аппаратов, спроектированных и изготовленных по цифровым

технологиям. Проводится разделение двух понятий: «цифровизация авиастроения» и «цифровая трансформация». Сделан вывод, что цифровые технологии современной эпохи «Индустрия 4.0» позволяют добиться максимальной точности и прозрачности всех производственных процессов, при неизменно высоком качестве.

Abstract. The authors consider the introduction of digital transformation mechanisms at high-tech enterprises that are part of the United Aircraft Corporation (UAC). The most promising digitalization mechanisms in the aircraft industry are outlined. The state of the Single Digital Space in the Russian aviation industry is analyzed. Examples of modern aircraft designed and manufactured using digital technologies are given. A separation of two concepts is carried out: "Digitalization of the aircraft industry" and "Digital Transformation". It is concluded that the digital technologies of the modern era "Industry 4.0" make it possible to achieve maximum accuracy and transparency of all production processes, with consistently high quality.
Ключевые слова: цифровизация, цифровая трансформация, авиационная индустрия, Объединенная авиастроительная корпорация (ОАК)

Key words: digitalization, digital transformation, aviation industry, United Aircraft Corporation (UAC)

Обеспечение внедрения и активного использования передовых цифровых технологий при разработке, производстве и эксплуатации современной продукции авиационной индустрии является важнейшим приоритетом Государственной Программы «Стратегия развития авиационной промышленности до 2030 года» [1]. Разработка Минпромторгом России стратегического документа, определяющего приоритетное развитие авиационно-космической отрасли, было вызвано производственно-технической необходимостью, с учетом высоких темпов внедрения цифровых технологий на высокотехнологичных предприятиях

Объединенной авиастроительной корпорации (ОАК). Цифровизация в авиастроении является процессом глобальной автоматизации производства с использованием самых совершенных технологий. При этом предусматривается всеобщая компьютеризация проектно-конструкторских работ, а также использование элементов «Big Date» в авиастроении. Внедряющиеся в ОАК процессы цифровой трансформации требуют использование новых организационно-экономических подходов. Необходимо включать в профильные стратегии развития программ разработки и имплементации моделей искусственного интеллекта, промышленного интернета вещей и иных элементов цифровой трансформации. Требуется системная синхронизация отраслевых стратегий с иными актуальными стратегическими документами РФ: Национальным проектом «Цифровая экономика», «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года».

Цифровизация авиационной отрасли находит свое отражение в новых стратегических документах развития гражданского и военного авиастроения в России, профильной Госпрограмме, основных приоритетах работы Государственной корпораций «РОСТЕХ», которая объединяет в своем авиационном кластере ключевые предприятия-холдинги. Реализация такой амбициозной задачи требует актуализации всех стратегических документов развития авиационной отрасли, создания соответствующей нормативно-правовой базы, приведение организационной структуры управления корпорацией ОАК в соответствие с приоритетами инновационного развития РФ и консолидации усилий всех активных участников в рамках государственно-частного партнерства (Рис. 1).

Рис. 1 Единое цифровое пространство в авиационной индустрии

На высокотехнологичных предприятиях Объединенной авиастроительной корпорации (ОАК) активно используются современные цифровые технологии. Это позволяет значительно сократить подготовительное время при производстве самолетов пятого поколения. Перспективные самолеты Дивизиона военной авиации ОАК Су-30МК, Су-35, МиГ-29К, Су-57, составляющие основу боевой мощи Военно-воздушных сил, проектировались исключительно с помощью электронных цифровых инструментов. Продолжается активная работа по доводке в электронно-цифровой среде новейшего однодвигательного лёгкого тактического самолёта Су-75 («Checkmate»), который позиционируется как малозаметный многофункциональный истребитель пятого поколения.

Сконструируемыми «в цифре» являются и первые российские гражданские авиалайнеры: ближнемагистральный Sukhoi Superjet 100 (SSJ100), его импортозамещенная версия SSJ-New, бизнес-джет Aurus Business Jet, а также среднемагистральный самолет компании «Иркут» - МС-

21. Перевод «железа» в математические модели позволил сократить разработку авиалайнера МС-21 на месяцы, а то и на годы. Для ускоренного создания самолетов, в Государственном научно-исследовательском институте авиационных систем создали полунатурный испытательный стенд «Электронная птица», имитирующий МС-21 и SSJ New. Виртуальная цифровая среда помогает связать модель летательного аппарата с настоящим бортовым оборудованием самолета, или заменить любую из агрегатных систем имитатором. Во время электронного тестирования комплекса бортового оборудования проводится испытание цифрового двойника авиадвигателей ПД-14 (для МС-21) и ПД-8 (для SSJ New) в различных режимах: от запуска двигателя до приземления в аэропорту назначения. Применение цифровых технологий тестирования ускоряет интеграцию нового оборудования в самолёты нового поколения, и позволяет заблаговременно устранять всевозможные ошибки многочисленных систем. В конечном счёте это позволяет ускорить работы над серийными авиалайнерами.

Ушли в прошлое времена, когда конструкторы Компании «СУХОЙ» и РСК «МиГ», в процессе проектирования новых самолетов, занимались исключительно бумажной работой. Устаревший процесс согласования технической документации между конструкторами и исполнителями был ограничен по возможностям и не позволял увидеть особенности работы всех агрегатов будущего самолета во взаимодействии друг с другом. Переход к цифровому модельно-ориентированному методу проектирования самолетов существенно интенсифицировал все процессы конструирования и производства. На всех стадиях проектирования летательных аппаратов происходит обмен математическими моделями, с использованием цифровых двойников.

Цифровая трансформация авиационного производства предоставляет новые возможности для анализа многочисленных вариантов компоновок

самолетов, что делает более обоснованными принимаемые решения. На передовых предприятиях ОАК широко применяются современные методы проектирования в цифровом пространстве, распределяемом в территориально-распределенной среде. Сегодня конструкторы Объединенной авиастроительной корпорации (ОАК) работают в «цифре» над десятками проектов по созданию новых и модернизации действующих моделей самолетов. Создание гражданской и военной авиатехники в XXI веке является одним из самых сложных и высокозатратных инженерно-технических процессов. Предприятия авиастроительной отрасли Государственной Корпорации «Ростех» становятся хедлайнерами в применении самых передовых цифровых технологий, которые позволяют экономить материальные ресурсы, повышать конкурентоспособность производимой продукции, кардинальным образом менять облик все авиационной индустрии.

Генеральный конструктор — заместитель Генерального директора ПАО ОАК С.С. Коротков считает, что не надо смешивать понятия «цифровизация авиастроения» и «цифровая трансформация». Ведь элементы цифровизации начали применяться на предприятиях Минавиапрома СССР еще в середине XX века, когда на них появились первые ЭВМ. На помощь авиационным конструкторам, решавшим сложные технические задачи по созданию реактивных самолетов пришли методы автоматизации. Простейшим примером цифровизации в авиастроении является переформатирование проектной и конструкторской документации из бумажного вида в цифровой формат. На предприятиях ОАК еще в 90-е годы XX века применялся метод создания 3D-моделей самолетов. Однако именно в последнее десятилетие цифровые технологии не просто упростили и ускорили работу российских авиастроителей, но и в корне меняют многие процессы в создании авиатехники. Например, РСК «МиГ» использует «безбумажные» чертежи и трехмерные технологии,

которые позволяют существенно сократить срок создания нового самолета. А Компания «Сухой» создает цифровые двойники своих машин, облегчающие прогноз поведения техники в небе еще до начала испытаний. Работа с подрядчиками по всей стране проходит дистанционно в режиме «онлайн» с использованием общих проектных платформ. «Туполев» и «Ильюшин» тоже строят самолеты в «цифре».

Более глобальное изменение, характеризующееся появлением новых задач и новых технологий, принесла цифровая трансформация высокотехнологичных производств, как важнейшая составляющая современной эпохи «Индустрия 4.0». Важным преимуществом очередной индустриальной революции является существенное увеличение объемов производства при снижении количества ошибок. Как правило, большинство нештатных ситуаций вызвано влиянием именно «человеческого фактора», и это приводит предприятия к колоссальным дополнительным затратам. Цифровые технологии позволяют добиться максимальной прозрачности всех производственных процессов, что дает возможность проведения анализа исходных данных в режиме реального времени и принятия управленческих решений по исправлению неисправностей. Стоимость всего лишь одной высокоточной детали из конструкции современного самолета или авиадвигателя может быть очень высокой. Замена бракованной детали может сильно снизить общую рыночную стоимость всего воздушного судна, чему также способствуют сопутствующие непроизводственные расходы и штрафы за невыполнение плана.

Активное применение в ОАК системы «интернета вещей», технологий предиктивной аналитики и виртуальной реальности является данностью периода цифровой трансформации отрасли. Современные технологии позволяют не просто искать неисправность в самолете, а получать полную информацию от системы «искусственного интеллекта» о

неисправностях во всех деталях авиалайнера. Прогнозируется, что следующим этапом развития будет масштабное внедрение демонстрации дефектного изделия в виртуальной 3D-реальности, с последующим исправлением неисправности.

Когда к развитию новых технологий материаловедения и модернизации производственного оборудования еще добавились цифровые технологии, появились прорывные решения сложной задачи топологической оптимизации элементов конструкции. В результате стало возможным создавать новые детали и узлы самолета значительно меньшей массы без уменьшения прочности и долговечности.

Цифровой прототип самолета, выполненный с соблюдением всех конструктивных требований, является не просто набором сведений о летательном аппарате, переведенным в электронный формат. Цифровой двойник становится важным инструментом взаимодействия и конкурентной борьбы на мировом рынке. Электронный прототип воздушного судна существенно сокращает все расходы на этапах проектирования и производства. Работа на компьютере с «двойником» может значительно уменьшить количество тестирований на стендах и летных испытаний, которые обычно «съедают» большую долю ресурсов. В концепции «цифрового двойника» виртуальная модель не отбрасывается после создания изделия, а используется в связке со своим физическим двойником на протяжении всего жизненного цикла: на этапах тестирования, доработки, эксплуатации и утилизации. То есть цифровой прототип превращается в цифрового двойника. На этапе проектирования цифровая копия позволяет быстро находить и исправлять ошибки в геометрии деталей, а в ходе эксплуатации виртуальная графическая среда помогает оперативно выявлять риски потенциальных неисправностей и аварий, а также сокращать затраты на обслуживание. Что бы ни

приключилось с любой из систем самолета, все это заранее отразит цифровой двойник.

Критическим моментом в цифровом проектировании самолетов является его единообразие и целостность. В создании современных самолетов задействованы большие финансовые, технологические и человеческие ресурсы, участвуют многочисленные подразделения и подрядчики, часто распределенные по все территории России. Важно, чтобы все участники этого процесса пользовались единым программным обеспечением, иначе могут возникнуть серьезные проблемы. Подобный инцедент имел место при разработке широкофюзеляжного двухпалубного четырёхдвигательного ту рбореактивного пассажирского самолёта Airbus A380, созданного интернациональным концерном «Airbus S.A.S.», когда инженеры из Германии и Франции воспользовались разными версиями программы для проектирования. В результате, эта проблема обернулась для корпорации миллиардными потерями и двумя годами задержки выпуска одного из самых больших авиалайнеров в мире.

Использование электронных цифровых платформ при создании авиационной техники позволяет объединить всех участников процесса: конструкторов и технологов, производственные предприятия, КБ и НИИ, входящие в состав Госкорпорации «РОСТЕХ», а также эксплуатантов техники. Они аккумулируют информацию о самолете в единую базу знаний, которая обновляется на протяжении всего жизненного цикла изделия.

Важным направление перспективного использования цифровизации в авиапроме является создание Единой цифровой платформы продвижения м сбыта авиационной техники. В этом процессе одновременно должны активно участвовать как высокотехнологичные предприятия ОАК, так и лизинговые компании, и авиакомпании, эксплуатирующие воздушные

суда (авиаперевозчики). Неотъемлемой часть данных процессов является привлечение надежных страховых компаний, финансовых организаций, а также службы послепродажного и сервисного обслуживания (Рис. 2).

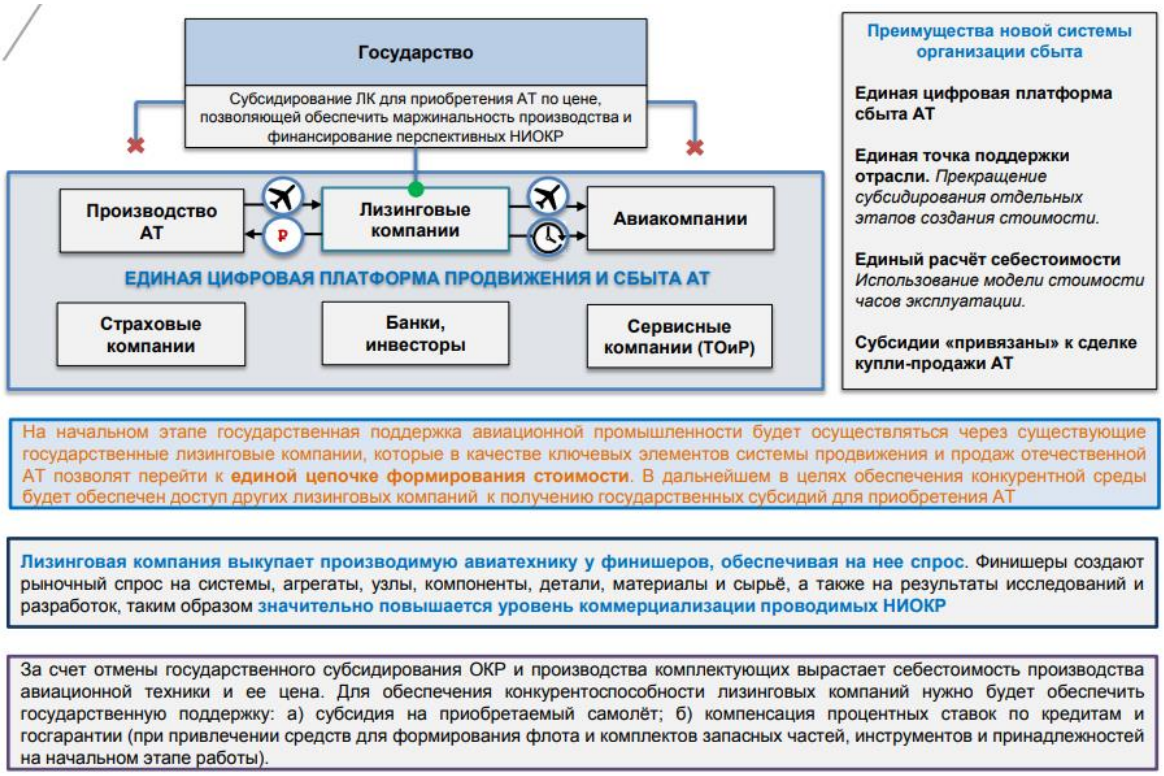

Рис. 2 Цифровые механизмы организации сбыта авиационной техники

Можно сделать вывод, что цифровая трансформация процесса создания авиационной техники является не просто модным течением, а реальным изменением фундаментальных подходов в машиностроении. Фактически, происходит комплексное изменение всех взаимосвязанных решений по каждому из этапов жизненного цикла воздушного судна - от замысла до финальной разработки документации, испытаний, запуска в серийное производство и сервисной поддержки эксплуатации авиационной техники.

Наиболее перспективными механизмами цифровизации в авиастроении можно признать:

- создание цифровых двойников самолетов и авиадвигателей;
- проектирование, оптимизация, производство конструкций с использованием аддитивных технологий, композиционных материалов;
- создание изогридных конструкций;
- технологии искусственного интеллекта;
- аналитика на основе Big Data;
- семантический поиск по большим объемам информации;
- применение виртуальной реальности при проектировании, производстве и поддержке эксплуатации самолетов;
- промышленный интернет вещей (IoT);
- технологии прогнозной аналитики отказных состояний.

Цифровая трансформация является новым витком развития перспективных цифровых и организационно-экономических механизмов, которые активно развиваются в XXI веке, улучшая высокую культуру процессов авиастроения в Российской Федерации.

Список источников

1. Стратегия развития авиационной промышленности РФ до 2030 года. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://strategy24.ru/rf/news/strategiya-razvitiya-aviatsionnoy-promyshlennosti-rf-do-2030-goda
2. О цифровой трансформации процесса создания авиационной техники. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://www.aviaport.ru/digest/2019/08/22/601939.html
3. Цифровое проектирование: как создаются «безбумажные» самолеты. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://rostec.ru/news/tsifrovoe-proektirovanie-kak-sozdayutsya-bezbumazhnye-samolety-

4. Цифровая трансформация авиаотрасли: тренды-2021. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://www.if24.ru/tsifrovaya-transformatsiya-aviaotrasli-trendy-2021/

5. Самогородская М.И., Бейнар И.А., Наролина Т.С. Особенности цифровой трансформации предприятий авиакосмической отрасли // РЕГИОН. 2020. N 1 (48). С. 91-97.

6. Петрова Ю.В. Цифровизация в отрасли гражданского авиастроения: основные акторы и институты. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/95695/1/978-5-7996-3164-2_2020_213.pdf

7. Байков Ф.Ю. Цифровая трансформация мирового рынка авиационных услуг // E-Management. 2020. Т. 3. №2. С. 70-78.

8. Тихонова С.В. Инвестиционная стратегия развития предприятий авиационной промышленности // Московский экономический журнал. 2022. №1. С. 65.

9. Airbus (2015). Global Market Forecast 2015-2034: Flying by Numbers. 133 p.

10. Bohlman J., Kletzel J., Terry B. (2017). Commercial aviation trends. Digitize and reassess your competitive position // PwC Strategy. 12 p.

11. The World Economic Forum (2017). Digital Transformation Initiative: Aviation, Travel and Tourism Industry: White Paper // Accenture. Geneva. Cologny. Switzerland, January 2017. 40 p.

12. Kraev V.M., Tikhonov A.I., Novikov S.V. Economic Conversion in the Aviation Industry. Russian Engineering Research. 2018. T. 38. № 4. C. 330-333.

13. Большие данные в большой гражданской авиации: обзор мировых и российских трендов. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://integral-russia.ru/2020/12/09/bolshie-dannye-v-bolshoj-grazhdanskoj-aviatsii-obzor-mirovyh-i-rossijskih-dostizhenij/

14. Роль цифровых технологий в авиации в широком понимании. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://ilsvik.ru/?p=55219
15. Полет в цифровом режиме. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://plus.rbc.ru/news/5ce653397a8aa91d09166296
16. Как изменятся авиаперевозки через 5 лет благодаря цифровым технологиям. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://www.frequentflyers.ru/2019/09/23/sita_2025/
17. Индустрия 4.0» в авиастроении. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://www.atlascopco.com/ru-ru/itba/industry-solutions/aerospace/industry-4-0

References

1. Strategiya razvitiya aviacionnoj promyshlennosti RF do 2030 goda. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://strategy24.ru/rf/news/strategiya-razvitiya-aviatsionnoy-promyshlennosti-rf-do-2030-goda
2. O cifrovoj transformacii processa sozdaniya aviacionnoj tekhniki. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://www.aviaport.ru/digest/2019/08/22/601939.html
3. Cifrovoe proektirovanie: kak sozdayutsya «bezbumazhnye» samolety. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://rostec.ru/news/tsifrovoe-proektirovanie-kak-sozdayutsya-bezbumazhnye-samolety-
4. Cifrovaya transformaciya aviaotrasli: trendy-2021. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://www.if24.ru/tsifrovaya-transformatsiya-aviaotrasli-trendy-2021/
5. Samogorodskaya M.I., Bejnar I.A., Narolina T.S. Osobennosti cifrovoj transformacii predpriyatij aviakosmicheskoj otrasli // REGION. 2020. N 1 (48). S. 91-97.
6. Petrova Yu.V. Cifrovizaciya v otrasli grazhdanskogo aviastroeniya: osnovnye aktory i instituty. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/95695/1/978-5-7996-3164-2_2020_213.pdf

7. Bajkov F.Yu. Cifrovaya transformaciya mirovogo rynka aviacionnyh uslug // E-Management. 2020. T. 3. №2. S. 70-78.
8. Tihonova S.V. Investicionnaya strategiya razvitiya predpriyatij aviacionnoj promyshlennosti // Moskovskij ekonomicheskij zhurnal. 2022. №1. S. 65.
9. Airbus (2015). Global Market Forecast 2015-2034: Flying by Numbers. 133 p.
10. Bohlman J., Kletzel J., Terry B. (2017). Commercial aviation trends. Digitize and reassess your competitive position // PwC Strategy. 12 p.
11. The World Economic Forum (2017). Digital Transformation Initiative: Aviation, Travel and Tourism Industry: White Paper // Accenture. Geneva. Cologny. Switzerland, January 2017. 40 p.
12. Kraev V.M., Tikhonov A.I., Novikov S.V. Economic Conversion in the Aviation Industry. Russian Engineering Research. 2018. T. 38. № 4. C. 330-333.
13. Bol'shie dannye v bol'shoj grazhdanskoj aviacii: obzor mirovyh i rossijskih trendov. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://integral-russia.ru/2020/12/09/bolshie-dannye-v-bolshoj-grazhdanskoj-aviatsii-obzor-mirovyh-i-rossijskih-dostizhenij/
14. Rol' cifrovyh tekhnologij v aviacii v shirokom ponimanii. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://ilsvik.ru/?p=55219
15. Polet v cifrovom rezhime. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://plus.rbc.ru/news/5ce653397a8aa91d09166296
16. Kak izmenyatsya aviaperevozki cherez 5 let blagodarya cifrovym tekhnologiyam. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://www.frequentflyers.ru/2019/09/23/sita_2025/
17. Industriya 4.0» v aviastroenii. [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: https://www.atlascopco.com/ru-ru/itba/industry-solutions/aerospace/industry-4-0

Для цитирования: Ермаков А.А., Тихонова С.В. Цифровая трансформация в авиационной индустрии // Московский экономический журнал. 2023. № 1. URL: https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-1-2023

© Ермаков А.А., Тихонова С.В., 2023. Московский экономический журнал, 2023, № 1.