pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Экономическая политика государства

ЦИФРОВОЙ КОНТУР УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ГРАЖДАНСКОГО АВИАСТРОЕНИЯ КАК МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА

DOI: https://doi.org/10.24891/irkwaz
EDN: https://elibrary.ru/irkwaz

Наталия Юрьевна КОНИНА

ответственный автор, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой менеджмента, маркетинга и ВЭД, Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (МГИМО), Москва, Российская Федерация
e-mail: nkonina777@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1186-7596
SPIN: 6825-1548

Александр Александрович ДВОЙНИКОВ

кандидат экономических наук, генеральный директор, Дирекция научно-технических программ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Дирекция НТП), Москва, Российская Федерация
e-mail: a.a.dvoynikov@yandex.ru
ORCID: 0009-0006-1635-6759
SPIN: 3402-0818

История статьи:
Рег. № 423/2026
Получена 24.04.2026
Одобрена 25.09.2026
Доступна онлайн 29.10.2026

Специальность: 5.2.6

УДК 338.45:629.7
JEL: L62, O32, O38

Ключевые слова:
управление жизненным циклом, цифровой инженерный актив, цифровая нить, PLM, межорганизационная координация

Аннотация

Предмет. Управленческие механизмы, обеспечивающие связь государственной научно-технологической политики, корпоративного управления авиационными программами, инженерно-производственных процессов и данных эксплуатации в условиях цифровой трансформации гражданского авиастроения.

Цели. Разработать модель цифрового контура управления научно-технологическим развитием гражданского авиастроения, определить измеримые характеристики его результативности.

Методология. В процессе исследования использовались методы сравнительного, системного и институционального анализа, а также концептуального моделирования.

Результаты. Выявлено три системных пробела. Введено понятие верифицированного цифрового инженерного актива жизненного цикла, предложена трехконтурная модель управления.

Выводы. Функция цифрового контура заключается в повышении управляемости процессов, от которых зависят сохранение инженерного знания, технологический суверенитет, устойчивость кооперации и способность сопровождать авиационную технику на протяжении всего жизненного цикла.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2026

Для цитирования: Конина Н.Ю., Двойников А.А. Цифровой контур управления научно-технологическим развитием гражданского авиастроения как механизм реализации государственной политики технологического суверенитета // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2026. – № 10. – С. 4 – 18. DOI: 10.24891/irkwaz EDN: IRKWAZ

Гражданское авиастроение плохо укладывается в традиционную схему управления промышленным проектом: разработать изделие, провести испытания, организовать выпуск, закрыть этап. Самолет эксплуатируется десятилетиями. За это время меняются поставщики, программное обеспечение, компоненты, технологии ремонта, требования к летной годности, а иногда и сама архитектура отдельных систем. Ошибка, допущенная в начале разработки, способна обнаружиться значительно позже. Цена такого пробела высока.

Для России этот вопрос перестал быть сугубо внутрикорпоративным. Изменение условий международной кооперации потребовало замены большого числа иностранных систем и компонентов, повторного прохождения части инженерных изменений, испытаний и сертификационных процедур. Вместе с этим цифровая трансформация в отрасли уже идет. Г.Я. Белякова и В.М. Аврамчиков показывают, что цифровые технологии затрагивают не только проектирование самолета, но и производство, перевозки, обслуживание, инфраструктурные процессы. Авторы отдельно фиксируют незавершенность интеграции цифровых решений внутри авиационной отрасли [1].

Однако наличие цифровых технологий еще не дает полной гарантии. S. Ghosh с соавторами, исследовавшие цифровое преобразование крупных промышленных компаний, разделяют технологическую базу и организационную способность использовать ее для изменения бизнеса [2]. Организация либо умеет перестраивать процессы вокруг нее, либо нет. Это различие для авиастроения принципиально: приобрести PLM-систему проще, чем изменить распределение ответственности за конфигурацию изделия, инженерные данные и решения поставщиков.

В исследовании A. Schulze и S. Brusoni изменение сложившихся организационных способностей зависит от управления вниманием и решения конкретных проблем [3]. KPI удерживают внимание организации на изменении достаточно долго, чтобы новая практика действительно закрепилась. Отсюда следует важный для настоящей статьи тезис: система показателей составляет часть самого механизма управления изменением.

Ряд зарубежных исследователей рассматривает инновационную экосистему как структуру координации множества специализированных экономических агентов вокруг общего системного результата [4]. Лидерство в такой системе проявляется не столько в административном подчинении участников, сколько в способности поддерживать их совместную работу и взаимозависимые инвестиции. Для авиастроения вывод следующий: цифровая зрелость головной компании не равна цифровой зрелости программы. Поставщик способен разрушить связность там, где его данные, сроки изменения конфигурации или правила верификации не совпадают с требованиями интегратора.

Ю.А. Ковальчук, И.М. Степнов и М.С. Бикаленко приходят к похожему выводу применительно к промышленности [5]. Формирование единого цифрового пространства они связывают с экосистемной организацией взаимодействия экономических агентов, а не только с техническим объединением информационных систем.

В настоящем исследовании предлагается выделить верифицированный цифровой инженерный актив жизненного цикла как самостоятельный объект управления. Такой актив должен иметь установленное происхождение, связь с определенной конфигурацией или классом объектов, историю изменения, подтвержденный статус и установленную область допустимого использования.

B. Oksuz Gurdal и O.M. Testik рассматривают цифровой двойник самолета через соединение PLM, системной инженерии и цифровой нити [6]. Авторы выделяют десять компонентов управления цифровыми двойниками и отдельно показывают слабое место существующих решений: отдельные процессы цифровизируются быстрее, чем формируется их сквозная интеграция. Это важнее самой технологии двойника. Несколько сильных локальных моделей еще не образуют систему жизненного цикла.

N. Eskue получает похожий результат на материале аэрокосмических композитных конструкций [7]. Отдельные участки цифровой нити – проектирование, производство, мониторинг состояния – развиваются достаточно быстро. Куда сложнее точки сопряжения. Эскью связывает такие ограничения с интеграцией данных, масштабированием аналитики и необходимостью поддерживать непрерывную цифровую связь между стадиями жизненного цикла. Получается парадокс: цифровых объектов становится больше, а проблема их связанности остается.

В обзоре цифровых двойников конструкции воздушного судна показан значительный потенциал технологии для прогнозирования состояния и технического обслуживания, но одновременно отмечается разрыв между экспериментальными возможностями и полноценным промышленным применением [8]. Отдельный вопрос – включение реальных эксплуатационных и внешних условий в модель. Самого по себе сбора данных недостаточно – они должны влиять на последующее инженерное решение.

В.Л. Квинт, И.В. Новикова, М.К. Алимурадов и др. связывают технологический суверенитет со стратегическим выбором приоритетов и концентрацией ресурсов на направлениях, определяющих долгосрочную самостоятельность национальной экономики [9]. Для конкретной авиационной программы этого недостаточно. Между стратегической целью и конструкторским решением лежит несколько уровней: государственный приоритет, программное требование, техническое требование, конфигурация, способ подтверждения и фактический результат.

Актуальная Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденная Указом Президента РФ от 28.02.2024 № 145[1], прямо связывает научно-технологическое развитие с независимостью и конкурентоспособностью государства. В редакции 2026 г. стратегического направления цифровой трансформации обрабатывающих отраслей установлен ориентир перехода к 2030 г. не менее 80% российских организаций обрабатывающей промышленности на российское базовое и прикладное программное обеспечение в основных производственных и управленческих процессах.

Для компаний с государственным участием свыше 50% целевой показатель использования российского ПО определен на уровне 95%. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.12.2021 № 3883-р[2] предусматривает также развитие единых отраслевых цифровых платформ и цифровой сертификации.

В исследовании 2026 г. Н.Ю. Конина и А.А. Двойников анализируют российские и зарубежные авиастроительные компании методами множественного кейс-анализа и приходят к выводу, что управленческий эффект цифровых технологий связан с изменением проектного управления, формированием единого цифрового пространства кооперации и изменением статуса цифрового двойника как объекта управления [10]. Настоящее исследование продолжает эту линию, но переносит центр внимания с набора цифровых механизмов на качество связей между ними.

Верификация этих связей требует опоры на инженерно-управленческие стандарты. ISO 10007:2017[3] рассматривает конфигурационное управление как совокупность планирования, идентификации конфигурации, контроля изменений, учета статуса и конфигурационного аудита. ISO 23247-5:2026[4] непосредственно закрепляет роль цифровой нити в создании, соединении, управлении и поддержании цифровых двойников на стадиях проектирования, планирования, производства и испытаний.

Сам факт появления отдельной части стандарта о цифровой нити показателен: проблема давно сместилась от построения отдельной модели к непрерывности жизненного цикла. Но есть предел

[1] Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358

[2] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.12.2021 № 3883-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года».
URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405274/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/

[3] ISO 10007:2017. Quality management – Guidelines for configuration management. Geneva, International Organization for Standardization, 2017. URL: https://www.iso.org/standard/70400.html

[4] ISO 23247-5:2026. Automation systems and integration – Digital twin framework for manufacturing – Part 5: Digital thread for digital twin. Geneva, International Organization for Standardization, 2026.
URL: https://www.iso.org/standard/87425.html

упрощения. В исследовании Н.Ю. Кониной и А.А. Двойникова указано, что цифровая связность не может достигаться ценой размывания доказательной процедуры [11].

Недостатком ранее проведенных исследований является раздельный анализ трех уровней: государственный технологический приоритет рассматривается сам по себе, как и корпоративное управление авиационной программой, и жизненный цикл конкретного изделия. Цифровые модели часто рассматриваются преимущественно как технические объекты и в значительно меньшей степени – как объекты межорганизационного управления, обладающие определенным статусом, владельцем, конфигурацией и правами использования.

Эмпирическую основу исследования составляет сравнительный анализ Airbus, Boeing, COMAC и ПАО «ОАК» за 2019–2026 гг. Для всех четырех компаний используются одинаковые признаки: связь проектирования с производством, управление конфигурацией и изменениями, включение поставщиков, возврат эксплуатационных данных и выявленные ограничения сложившейся системы. Фактическую основу составляют документы компаний и авиационных регуляторов, материалы конкретных программ, стандарты и нормативные акты. Институциональные условия США и ЕС, Китая и России вынесены в самостоятельный уровень анализа.

Весьма показателен опыт Airbus[5]. В программе DDMS цифровая среда охватывает проектирование, производство и эксплуатацию. Соглашение Airbus и Dassault Systèmes 2019 г.[6] развило ту же логику: единая модель данных должна связывать изделие и производственную систему уже в процессе их параллельной разработки. Здесь цифровизация меняет не только инструмент инженера, но и порядок координации работ.

Boeing[7] описывает собственную цифровую среду похожими словами: новый продукт, производственная система, цепочка поставщиков и система сопровождения должны проектироваться совместно. Компания отдельно подчеркивает развитие model-based engineering и применение инженерной строгости не только к самолету, но и производственной системе. После происшествия с 737-9 MAX в январе 2024 г.[8] FAA[9] выявило несоответствия в управлении производственными процессами, обращении с деталями и контроле продукции и остановило расширение производства MAX.

COMAC развивает иную конфигурацию. Система интеллектуального технического обслуживания C909 и C919 охватывает управление задачами обслуживания, планирование, выполнение работ, материалы, инструменты, обучение и качество. COMAC[10] указывает на интеграцию эксплуатационной информации с данными проектирования, производства и клиентского сопровождения. Система заявлена и как платформа полноциклового управления конфигурацией. Интеграция поставщиков тоже формализована: в конференции COMAC 2025 г.[11] участвовали более 800 представителей 229 глобальных поставщиков.

В ПАО «ОАК»[12] ситуация быстро меняется. В мае 2024 г. корпорация официально объявила о создании отраслевой цифровой среды проектирования, испытаний и производства авиационной

[5] Airbus. Digital Design, Manufacturing & Services.
URL: https://www.airbus.com/en/innovation/digital-transformation/digital-design-manufacturing-services

[6] Airbus and Dassault Systèmes embark on strategic partnership to create the European aerospace industry of tomorrow. URL: https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2019-02-airbus-and-dassault-systemes-embark-on-strategic-partnership-to

[7] Boeing. Innovation. URL: https://www.boeing.com/innovation

[8] У Boeing 737 MAX 9 во время взлета отвалилась дверь. Пострадавших нет.
URL: https://www.bfm.ru/news/541605

[9] Federal Aviation Administration. URL: https://www.faa.gov/newsroom/updates-boeing-737-9-max-aircraft

[10] Commercial Aircraft Corporation of China.
URL: https://www.comac.cc/cpyzr/jszl/flywin/ywfw/202501/09/t20250109_7400285.shtml

[11] Commercial Aircraft Corporation of China. COMAC holds Supplier Conference 2025.
URL: https://english.comac.cc/news/latest/202503/21/t20250321_7404319.shtml

[12] ОАК активизирует внедрение отечественной PLM-платформы для проектирования авиационной техники. URL: https://www.uacrussia.ru/ru/press-center/news/direktorom-tantk-im-berieva-naznachen-yuriy-grudinin/oak-aktiviziruet-vnedrenie-otechestvennoy-plm-platformy-dlya-proektirovaniya-aviatsionnoy-tekhniki

техники на отечественных программных продуктах. В ноябре 2025 г. был завершен пятый из шести этапов проекта единой информационной среды на платформе T-FLEX PLM. Проект непосредственно ориентирован на управление разработкой авиационной техники на основе системной инженерии и управления жизненным циклом (*табл. 1*).

Airbus: цифровая непрерывность как корпоративный принцип. Среди рассмотренных компаний Airbus наиболее последовательно переводит цифровую трансформацию из области отдельных ИТ-проектов в устройство жизненного цикла. DDMS охватывает не только конструкторскую работу: в официальной постановке Airbus речь идет о проектировании, производстве и эксплуатации. Цифровая среда строится вокруг изделия и промышленной системы, а не функционального подразделения.

Переход к 3DEXPERIENCE усилил эту логику. В соглашении 2019 г. Airbus и Dassault Systèmes прямо говорили об одной модели данных и цифровой непрерывности «от проектирования до эксплуатации». Управленческий эффект здесь связан с возможностью раньше видеть последствия инженерного решения для производства. Конструктор меняет элемент изделия – данное изменение должно быть замечено тем, кто проектирует оснастку, производственный процесс и последующее сопровождение.

Но сильная сторона Airbus одновременно создает и ограничение. Чем шире цифровая среда, тем больше число интерфейсов, участников, версий и прав доступа. Интеграционная сложность растет. Поэтому опыт Airbus нельзя сводить к рекомендации «создать одну систему». Даже единая корпоративная архитектура требует конфигурационной дисциплины, общей семантики объектов и устойчивого управления изменениями.

Для российской практики из структуры Airbus следует вынести прежде всего принцип цифровой непрерывности. Конкретная программная платформа необязательна. Иное программное обеспечение способно выполнять ту же управленческую функцию, если сохраняется связь между требованием, моделью, производственным исполнением и эксплуатационными данными.

Boeing: цифровая инженерия без автоматической гарантии управляемости. Компания располагает сильной цифровой инженерной базой. В корпоративном описании comprehensive digital environment изделие, производственная система, цепочка поставок и система поддержки должны проектироваться вместе. Model-based engineering распространяется на производственную систему.

Однако этого оказалось недостаточно для исключения производственных пробелов. Проверка FAA 2024 г. выявила нарушения требований к контролю производственных процессов, обращению с деталями и контролю продукции как на Boeing, так и у Spirit AeroSystems.

Регулятор остановил расширение выпуска MAX и усилил присутствие инспекторов. Инженерная модель может быть связной, но решение потеряется при физическом исполнении. Поэтому в цифровом контуре должны быть видны не только данные, но и решение: кто его принял, к какой конфигурации оно относится, где исполнено и чем подтверждено.

Отсюда появляется K_{tr} – коэффициент конфигурационных расхождений. Скорость передачи информации сама по себе ничего не доказывает. Критичен другой вопрос: соответствует ли фактически изготовленная конфигурация той, которая утверждена в инженерной системе? Именно разрыв между этими состояниями и должен фиксироваться.

Система сопровождения COMAC C909 и C919. Данная система охватывает планирование и выполнение технического обслуживания, управление материалами и инструментом, подготовку персонала и контроль качества. При этом сведения эксплуатации связываются с информацией изготовителя о проектировании и производстве.

Сервисная система здесь уже выходит за рамки обычной базы технического обслуживания. COMAC заявляет интеграцию данных эксплуатации и обслуживания с информацией головного изготовителя о проектировании, производстве и клиентской поддержке (жизненно-цикловая связь). Для российской модели китайский опыт показывает возможность сочетать корпоративную цифровую среду с государственным масштабированием стандартов. Но переносить следует требования к совместимости и повторяемости решений, а не административную степень централизации как таковую.

ПАО «ОАК»: переход от отдельных решений к общей среде. В мае 2024 г. корпорация сообщила о создании отраслевой цифровой среды для проектирования, испытаний и производства на отечественных программных продуктах. В ноябре 2025 г. проект T-FLEX PLM ОАК[13] достиг пятого из шести этапов. Таким образом, ключевой дефицит трансформируется: вопрос существования общей среды, находящейся в стадии развертывания, уже снят с повестки. Главной проблемой становится неясность полноты устанавливаемых связей.

Наблюдается острый дефицит открытых данных, касающихся систематического возврата эксплуатационной информации в инженерный контур. Кроме того, недостаточна прозрачность степени интеграции внешних поставщиков. На основе общедоступных сведений невозможно определить долю инженерных изменений, проходящих сквозной цифровой цикл без необходимости ручного восстановления связей между информационными системами.

В этих условиях применение авторской системы показателей становится объективной необходимостью. Ее цель заключается не в формальном отчете о количестве подключенных рабочих мест, а в получении ответов на критически важные вопросы управления: какова доля требований, прослеживаемых до этапа верификации; какова фактическая продолжительность цикла внесения изменений; как часто возникают расхождения между цифровой и физической конфигурациями изделия; какой объем данных от поставщиков интегрируется без ручного преобразования.

Таким образом, стратегическая задача для российской промышленности эволюционировала: речь идет уже не о формальном «старте цифровизации», а о значительно более сложном вызове – трансформации цифровой среды в измеримый и управляемый механизм контроля жизненного цикла и межорганизационной кооперации.

Институциональные различия: США и ЕС, Китай, Россия. На институциональном уровне различия иные. В США корпоративная автономия сочетается с развитой стандартизационной и регуляторной инфраструктурой. NIST прямо связывает масштабирование цифровых двойников с общими стандартами терминологии, моделей и интерфейсов; отсутствие стандартов институт характеризует как источник фрагментации и барьеров совместимости[14].

FAA выполняет другую функцию. Оно не управляет цифровой архитектурой Boeing, но способно вмешаться, когда корпоративная система контроля перестает давать приемлемый результат. Получается важное разделение: инженерное решение остается корпоративным, нормативная и контрольная граница – внешней. Это снижает риск замыкания разработки, производства и оценки результата внутри одного организационного центра.

Китайская модель сильнее опирается на государственную стандартизацию. Министерство промышленности и информатизации КНР и Государственное управление по стандартизации в 2025 г.[15] утвердили новую редакцию национальной системы стандартов интеллектуального производства. Документ охватывает жизненный цикл продукта, производственный процесс и цепочку поставок и прямо связывает стандарты с распространением типовых решений.

В России связка государства и корпораций устроена иначе. Федеральный закон № 488-ФЗ[16] закрепляет инструменты промышленной политики и систему взаимодействия государства, промышленных компаний и инфраструктуры поддержки. Но инженерные цифровые среды остаются внутри корпораций и конкретных авиационных программ. Здесь проходит важная граница полномочий. Есть и нормативная база для самих цифровых объектов. ГОСТ Р 57700.37–2021[17] связывает цифровой двойник изделия с цифровой моделью и информационным обменом с физическим объектом на

[13] ОАК реализовала пятый этап создания ПО для управления жизненным циклом изделий на платформе T-FLEX PLM. URL: https://uacrussia.ru/ru/press-center/news/oak-realizovala-pyatyy-etap-sozdaniya-po-dlya-upravleniya-zhiznennym-tsiklom-izdeliy-na-platforme-t-

[14] National Institute of Standards and Technology. Digital Twin Standardization.
URL: https://www.nist.gov/digital-twins/digital-twin-standardization

[15] Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China; Standardization Administration of China.
URL: https://www.miit.gov.cn/jgsj/kjs/wjfb/art/2025/art_44dfda8e2220425daaa08501ec917f8f.html

[16] Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации».
URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/39299

стадиях жизненного цикла. Стандарт сам по себе не устанавливает, как цифровой объект должен переходить между предприятиями, кто отвечает за его актуальность и каким образом подтвержденное эксплуатационное событие возвращается в конструкторское решение.

Одинаковой для всех стран остается следующая задача: связать государственную цель с проверяемым инженерным результатом, удержать конфигурацию в распределенной кооперации и вернуть опыт эксплуатации в разработку. Именно из этих трех пробелов дальше строится авторская модель.

США и ЕС сильны стандартами, независимым контролем и корпоративной инженерной автономией. Китай – государственным масштабированием стандартов и производственных решений. Россия – возможностью прямой связи промышленной политики и крупных интегрированных структур, но ее сквозная цифровая среда еще находится в стадии становления. Отсюда не следует рекомендация «взять лучшее у каждого»: авторская модель должна соединять функции, а не копировать чужие организационные формы.

Авторская модель цифрового контура управления НТР. Главный результат сравнительного анализа – цифровое управление жизненным циклом нельзя свести ни к PLM, ни к цифровому двойнику, ни к отраслевой платформе. Эти инструменты создают инфраструктуру. Управленческий результат возникает только тогда, когда система удерживает необходимые связи. Базовой единицей такой системы предлагается считать верифицированный цифровой инженерный актив жизненного цикла.

Под верифицированным цифровым инженерным активом жизненного цикла в статье понимается не файл и не произвольный массив данных. Это цифровой объект, пригодность которого для определенной инженерной задачи подтверждена, а его происхождение и конфигурационная принадлежность известны. За ним должны сохраняться история изменений, ответственный за актуальность, результаты проверки и правила доступа. Без этого цифровой объект существует, но управленческой надежности не имеет.

Такими активами могут быть наборы требований, расчетные и системные модели, конфигурационные записи, результаты виртуальных испытаний, проверенные библиотеки решений, цифровые описания производственных процессов и связанные с конкретной конфигурацией эксплуатационные данные. Ключевой признак одинаков: объект допускает повторное использование без потери сведений о том, откуда он возник, для чего проверялся и к какой версии изделия относится.

Сравнение Airbus, Boeing, COMAC и ПАО «ОАК» выявило три повторяющихся пробела. Государственная цель не всегда доходит до уровня инженерно проверяемого требования. Утвержденное изменение может потерять целостность по дороге от конструкторского решения к поставщику и производству. Эксплуатационный сигнал способен остаться внутри сервисной системы, не изменив ни модель, ни требование. Три пробела – три контура управления.

Первый, стратегический, контур связывает государственную или отраслевую цель с результатом, который может быть проверен в конкретной авиационной программе. Логическая схема стратегического контура:

$$G \rightarrow Rp \rightarrow Re \rightarrow Ad \rightarrow V,$$

где G – государственная или отраслевая цель; Rp – требование авиационной программы; Re – инженерное требование; Ad – цифровой инженерный актив; V – подтвержденный результат проверки.

Цель технологической самостоятельности в области инженерного программного обеспечения не должна заканчиваться показателем закупки отечественных лицензий. Нужен инженерный результат: способность поддерживать конфигурацию, историю решения, обмен с поставщиками и доказательную базу без критической зависимости от недоступной внешней системы.

Инженерно-производственный контур. Второй контур удерживает связь между инженерным требованием, техническим решением, утвержденной конфигурацией, его производственной реализацией и проверкой результата. Логическая схема инженерно-производственного контура:

$$Re \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow M \rightarrow Q \rightarrow V,$$

[17] ГОСТ Р 57700.37–2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200180928

где *Re* – инженерное требование; *D* – техническое решение; *C* – утвержденная конфигурация; *M* – производственная реализация; *Q* – результат контроля качества; *V* – подтвержденный результат проверки.

Здесь находится самая сложная часть авиастроения. Изменение одного узла способно затронуть конструкторское бюро, производственную площадку, изготовителя агрегата, поставщика программного обеспечения, программу испытаний и доказательства соответствия. Поэтому цифровая среда должна фиксировать не только новое состояние объекта, но и сохранять основание изменения, его распространение и подтверждение фактического исполнения. Опыт Boeing показывает, почему это необходимо. Цифровая инженерная зрелость без устойчивой производственной дисциплины недостаточна.

Третий контур превращает эксплуатацию изделия из завершающей стадии жизненного цикла в источник нового инженерного знания. Логическая схема эксплуатационной обратной связи:

$$E \rightarrow A \rightarrow J \rightarrow R' / D' \rightarrow C',$$

где *E* – значимое эксплуатационное событие; *A* – подтвержденный аналитический результат; *J* – инженерное решение; *R'* – измененное требование; *D'* – измененное проектное решение; *C'* – обновленная конфигурация. Запись *R'* или *D'* означает, что результатом инженерного анализа может стать изменение требования, проектного решения, либо обоих элементов одновременно.

Не каждое событие должно вести к изменению. Результатом анализа может быть решение оставить конфигурацию без изменений. Важно другое: событие не должно исчезать в отдельной сервисной базе, если оно имеет инженерное значение. COMAC уже демонстрирует технологическую возможность связывать обслуживание с данными изготовителя. Airbus и Boeing используют собственные сервисные цифровые механизмы. Научная новизна предлагаемого контура заключается не в «изобретении обратной связи», а в ее включении в единую систему отраслевой и корпоративной управляемости (*рис. 1*).

Модель не предполагает создания государственной базы, содержащей все конструкторские данные отрасли. Корпоративный уровень сохраняет инженерную ответственность; отраслевой и государственный уровни получают согласованные требования, агрегированные показатели и подтверждение достижения результатов. Иначе цифровой контур быстро превратится в административную надстройку.

Институциональные механизмы и система показателей. Из сравнительного анализа следуют три группы механизмов. Первая – цифровые требования к результатам авиационной программы. Сюда относится функция цифрового технического задания. Она может быть реализована как раздел государственного ТЗ, контрактное приложение, либо корпоративный норматив. В нем закрепляются обязательные цифровые инженерные активы, правила их идентификации, требования к связанности, проверке и сохранению истории изменений.

Вторая группа – отраслевая совместимость. Здесь не требуется единая программная система для всех. Такое решение опасно технологической монополизацией и плохо учитывает различия между предприятиями. Нужна другая унификация: форматы и семантика обмена, идентификаторы объектов, минимальные обязательные атрибуты, правила конфигурационного статуса, порядок верификации, разграничение прав. Функцию архитектурного интегратора может выполнять существующая структура.

Правовой режим также следует строить не вокруг одного понятия «владение цифровым активом». Для распределенной кооперации полезнее различать право собственности или исключительное право, право доступа, изменения и повторного использования. В одном активе способны пересекаться данные интегратора, модель поставщика и результаты совместного испытания.

Третья группа – государственная поддержка по измеримому результату. Государство не должно финансировать цифровизацию как факт покупки программного обеспечения. Предметом поддержки становится достижение конкретного состояния системы: прослеживаемость требований, конфигурационная согласованность, совместимость межорганизационного обмена, сохранение проверенных цифровых активов. Для оценки предлагается шесть показателей (*табл. 2*).

Показатель K_{tr} рассчитывается только тогда, когда существует полная связь: источник требования → конфигурационный объект → процедура подтверждения → результат проверки. Формальная ссылка между двумя документами еще не означает прослеживаемости.

Показатель T_{chg} характеризует продолжительность инженерного изменения от момента его регистрации до утверждения новой конфигурации. Используется медианное значение, поскольку несколько редких изменений, которые объективно занимают месяцы, способны существенно исказить типичную продолжительность цикла. Сокращение T_{chg} само по себе не означает повышения эффективности. Уменьшение длительности цикла имеет положительный смысл только при стабильном либо снижающемся значении K_{conf}.

Показатель K_{conf} отражает долю выявленных расхождений между утвержденной цифровой конфигурацией и фактически реализованным состоянием объекта. В знаменатель включаются только объекты, прошедшие конфигурационный аудит. Источниками могут выступать PLM, MES, QMS и результаты конфигурационного аудита.

Показатель K_{reuse} характеризует повторное использование ранее проверенных цифровых инженерных активов. Простое копирование файла повторным использованием не считается. Для включения актива в числитель должны быть установлены его происхождение и предыдущий статус проверки, а также подтверждена пригодность для нового применения.

Показатель K_{int} характеризует качество цифрового обмена между организациями кооперации. Учитываются пакеты данных, которые принимающая система получила и проверила без ручного преобразования. Если поставщик каждый раз вручную восстанавливает структуру передаваемых данных, цифровой обмен существует, но сквозная совместимость отсутствует.

Показатель T_{fb} измеряет медианное время между подтверждением эксплуатационного события, требующего инженерной оценки, и оформлением соответствующего инженерного решения. Решение может привести к изменению конструкции, требования или регламента. Может быть принято решение сохранить существующее состояние. Главное – сигнал не должен исчезнуть в отдельной эксплуатационной базе без инженерного анализа.

Пороговые значения на данном этапе задавать не следует. Универсальные «90% хорошо» или «30 дней плохо» ничем не обоснованы. Сначала требуется накопить статистику по однотипным стадиям программ. Базой сравнения должны стать собственная динамика программы, сопоставимые проекты и контрольные пределы, полученные из реальных данных. Государственному уровню при этом не нужен прямой доступ к конструкции. Технологический суверенитет не требует административного владения всей инженерной информацией. Он требует способности страны и компаний самостоятельно сохранять, интерпретировать и использовать критическое инженерное знание.

Технологический суверенитет не обеспечивается цифровым контуром напрямую. Данные разных компаний не сопоставимы по внутренним затратам и производительности. Шесть предложенных показателей пока представляют систему управленческой диагностики, а не статистически подтвержденные нормативы. Поэтому на данный момент статья не доказывает экономическую эффективность предлагаемой модели.

Проведенное исследование показывает, что основная проблема цифровой трансформации гражданского авиастроения смещается от внедрения отдельных технологий к управлению связями жизненного цикла. Airbus, Boeing, COMAC и ПАО «ОАК» используют развитые цифровые инструменты, однако конфигурации их применения различны.

Трехконтурная модель связывает три уровня, которые в действующей системе могут расходиться. В стратегическом контуре государственная цель переводится в требование, имеющее инженерное подтверждение. В инженерно-производственном – изменение удерживается от проектного решения до фактической конфигурации изделия и поставщиков. Третий контур возвращает в разработку значимые результаты эксплуатации.

Шесть показателей, приведенных в *табл. 2*, позволяют проверить эту связность без создания единой государственной базы конструкторских данных. Государству достаточно агрегированных результатов и подтверждения их достоверности. Ответственность за конструкцию, конфигурацию и первичные инженерные данные остается у корпорации и участников программы.

Предложенная модель не добавляет еще один уровень информационной системы и не подменяет управление авиационной программой государственным администрированием. Цифровой контур делает наблюдаемыми те связи, от которых зависит технологическая самостоятельность: сохранение инженерного знания, управление изменениями, устойчивость кооперации и способность самостоятельно сопровождать изделие на протяжении его жизненного цикла. Поэтому его результат следует оценивать не числом внедренных программных продуктов, а повышением управляемости реализации государственной политики технологического суверенитета.

Таблица 1
Сравнение корпоративных моделей цифрового управления жизненным циклом в гражданском авиастроении

Table 1
Comparison of corporate models of digital life-cycle management in the civil aircraft industry

Критерий	Airbus	Boeing	COMAC	OAK
Объект цифровой координации	Жизненный цикл изделия и промышленной системы в логике DDMS	Изделие, производственная система, поставщики и сопровождение	Авиационная программа, производство и цифровая система сопровождения эксплуатанта	Разработка авиационной техники и формируемая единая PLM-среда
Связь проектирования и производства	Параллельная разработка изделия и производственной системы в общей среде данных	Model-based engineering связывает продукт и производство	Цифровое производство сопрягается с данными разработчика и сопровождения	Единая среда проектирования, испытаний и производства на отечественной платформе
Конфигурация и изменения	Сквозная модель данных создает основу цифровой непрерывности	Цифровая инженерия развита, но выявлены производственные разрывы	Система C909/C919 заявлена как средство полноциклового управления конфигурацией	PLM-проект охватывает системную инженерию и управление жизненным циклом
Поставщики	Включаются в цифровую промышленную экосистему	Интеграция развита, но опыт Spirit выявил пределы контроля	Формализованная работа с широкой глобальной сетью поставщиков	Внутри группы охвачены ключевые разработчики; внешняя кооперация включена неравномерно
Эксплуатационная обратная связь	Сервисные цифровые решения и цифровые двойники соединяют эксплуатацию и сопровождение	Используются модельные инструменты технического состояния и прогнозного обслуживания	FLYWIN связывает данные обслуживания с информацией производителя	Полное замыкание связи «эксплуатация – изменение инженерной модели» открытыми данными подтверждается ограниченно
Основное ограничение	Интеграционная сложность и высокие требования к совместимости	Цифровая зрелость не устраняет проблемы качества и распределения ответственности	Мало независимых данных о глубине и результативности системы	Сквозная среда еще разворачивается; зрелость участников кооперации неодинакова

Источник: авторская разработка по данным Airbus. Digital Design, Manufacturing & Services. URL: https://www.airbus.com/en/innovation/digital-transformation/digital-design-manufacturing-services; Boeing. Innovation. URL: https://www.boeing.com/innovation; Federal Aviation Administration. URL: https://www.faa.gov/newsroom/updates-boeing-737-9-max-aircraft; Commercial Aircraft Corporation of China. URL: https://www.comac.cc/cpyzr/jszl/flywin/ywfw/202501/09/t20250109_7400285.shtml; ПАО «ОАК». URL: https://uacrussia.ru/ru/

Source: Authoring, based on the data of: Airbus. Digital Design, Manufacturing & Services. URL: https://www.airbus.com/en/innovation/digital-transformation/digital-design-manufacturing-services; Boeing. Innovation. URL: https://www.boeing.com/innovation; Federal Aviation Administration. URL: https://www.faa.gov/newsroom/updates-boeing-737-9-max-aircraft; Commercial Aircraft Corporation of China. URL: https://www.comac.cc/cpyzr/jszl/flywin/ywfw/202501/09/t20250109_7400285.shtml; PAO «UAC». URL: https://uacrussia.ru/ru/

Таблица 2
Показатели результативности цифрового контура управления НТР

Table 2
Performance indicators of the STR digital control loop

Показатель	Расчет	Единица	Основной источник данных	Контур
K_{tr} – коэффициент полной прослеживаемости требований	$K_{tr} = (N_{tr}/N_{app}) \times 100\%$	%	RM/MBSE, PLM	стратегический
T_{chg} – длительность цикла инженерного изменения	медианное время от регистрации изменения до утверждения новой конфигурации	день	PLM, ECR/ECN	инженерно-производственный
K_{conf} – коэффициент конфигурационных расхождений	$K_{conf} = (N_{disc}/N_{audit}) \times 100\%$	%	PLM, MES, QMS, данные аудита	инженерно-производственный
K_{reuse} – коэффициент повторного использования цифровых инженерных активов	$K_{reuse} = (N_{reuse}/N_{used}) \times 100\%$	%	PLM, инженерный репозиторий	инженерно-производственный
K_{int} – коэффициент межорганизационной цифровой совместимости	$K_{int} = (N_{auto}/N_{exch}) \times 100\%$	%	PLM, журналы интеграционного обмена	инженерно-производственный
T_{fb} – лаг эксплуатационной обратной связи	медианное время от подтверждения эксплуатационного события до оформления инженерного решения	день	MRO, базы данных надежности, PLM	обратная связь

Примечание. Для исключения неоднозначности используются следующие обозначения: N_{tr} – число требований, для которых подтверждена полная прослеживаемость; N_{app} – общее число требований, включенных в оцениваемую совокупность; N_{disc} – число выявленных конфигурационных расхождений; N_{audit} – число объектов, проверенных в ходе конфигурационного аудита; N_{reuse} – число цифровых инженерных активов, повторно использованных в новом проекте или на новой стадии; N_{used} – общее число цифровых инженерных активов, использованных в соответствующей совокупности; N_{auto} – число пакетов данных, принятых и проверенных принимающей системой без ручного преобразования; N_{exch} – общее число межорганизационных пакетов данных, переданных в оцениваемом периоде.

Источник: авторская разработка с учетом принципов конфигурационного управления, цифровой нити и верификации требований

Source: Authoring, based on the principles of configuration management, digital thread, and requirements verification

Рисунок 1
Трехконтурная архитектура цифрового управления НТР

Figure 1
Three-circuit architecture of STR digital control



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Белякова Г.Я., Аврамчиков В.М. Специфика и особенности цифровой трансформации авиаотрасли // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2024. № 68. С. 273–292. DOI: 10.17223/19988648/68/14 EDN: CJSWEY
2. Ghosh S., Hughes M., Hodgkinson I. et al. Digital transformation of industrial businesses: A dynamic capability approach. *Technovation*, 2022, no. 113. DOI: 10.1016/j.technovation.2021.102414
3. Schulze A., Brusoni S. How dynamic capabilities change ordinary capabilities: Reconnecting attention control and problem-solving. *Strategic Management Journal*, 2022, vol. 43, iss. 12, pp. 2447–2477. DOI: 10.1002/smj.3413
4. Foss N.J., Schmidt J., Teece D.J. Ecosystem leadership as a dynamic capability. *Long Range Planning*, 2023, vol. 56, iss. 1. DOI: 10.1016/j.lrp.2022.102270
5. Ковальчук Ю.А., Степнов И.М., Бикаленко М.С. Экосистемный подход к управлению взаимодействием экономических агентов в промышленности // Управленческие науки. 2022. Т. 12. № 3. С. 6–23. DOI: 10.26794/2304-022X-2022-12-3-6-23 EDN: JGKTMR

6. Oksuz Gurdal B., Testik O.M. A Framework for Product Life Cycle Management Based Digital Twin Implementation in the Aerospace Industry. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 2025, vol. 41, iss. 2. DOI: 10.1002/asmb.70001

7. Eskue N. Digital Thread Roadmap for Manufacturing and Health Monitoring the Life Cycle of Composite Aerospace Components. *Aerospace*, 2023, vol. 10, iss. 2. DOI: 10.3390/aerospace10020146

8. Chia J.W.Y., Verhagen W.J.C., Silva J.M. et al. A review and outlook of airframe digital twins for structural prognostics and health management in the aviation industry. *Journal of Manufacturing Systems*, 2024, no. 77, pp. 398–417. DOI: 10.1016/j.jmsy.2024.09.024

9. Квинт В.Л., Новикова И.В., Алимурадов М.К. и др. Стратегирование технологического суверенитета национальной экономики // Управленческое консультирование. 2022. № 9. С. 57–67. DOI: 10.22394/1726-1139-2022-9-57-67 EDN: RZGDLM

10. Конина Н.Ю., Двойников А.А. Применение цифровых технологий для совершенствования управления компаниями гражданского авиастроения // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2026. № 1. С. 60–68. DOI: 10.37493/2307-907X.2026.1.7 EDN: PBYYXP

11. Конина Н.Ю., Двойников А.А. Государственная политика поддержки цифровых двойников в авиастроении. Экономика промышленности. 2026. Т. 19. № 2. С. 220–227. DOI: 10.17073/2072-1633-2026-2-1658

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Economic Policy of the State

DIGITAL CONTOUR OF MANAGEMENT OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF CIVIL AIRCRAFT INDUSTRY AS THE IMPLEMENTATION MECHANISM OF THE TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY STATE POLICY

DOI: https://doi.org/10.24891/irkwaz
EDN: https://elibrary.ru/irkwaz

Nataliya Yu. KONINA

Corresponding author, Moscow State Institute of International Relations (University) of Ministry of Foreign Affairs of Russian Federation (MGIMO University), Moscow, Russian Federation
e-mail: nkonina777@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1186-7596

Aleksandr A. DVOINIKOV

Directorate of Scientific and Technical Programs of Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation (NTP Directorate), Moscow, Russian Federation
e-mail: a.a.dvoynikov@yandex.ru
ORCID: 0009-0006-1635-6759

Article history:
Article No. 423/2026
Received 24 Apr 2026
Accepted 25 Sept 2026
Available online
29 Oct 2026

JEL Classification: L62, O32, O38

Keywords: life-cycle management, digital engineering asset, digital thread, PLM, inter-organizational coordination

Abstract

Subject. This article focuses on the management mechanisms that ensure the connection of State scientific and technological policy, corporate management of aviation programs, engineering and production processes, and operational data in the context of the civil aircraft industry digital transformation.

Objectives. The study aims to develop a model of the digital control loop for the civil aircraft industry scientific and technological development, and determine the measurable characteristics of its effectiveness.

Methods. For the study, we used the methods of comparative, systemic and institutional analyses, as well as conceptual modeling.

Results. The article identifies three system gaps. It also introduces the concept of a verified digital engineering asset of the life cycle, and proposes a three-circuit management model.

Conclusions. The function of the digital circuit is to increase the manageability of processes that depend on the preservation of engineering knowledge, technological sovereignty, the sustainability of cooperation and the ability to accompany aviation equipment throughout its life cycle.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2026

Please cite this article as: Konina N.Yu., Dvoinikov A.A. Digital contour of management of scientific and technological development of civil aircraft industry as the implementation mechanism of the technological sovereignty State policy. *National Interests: Priorities and Security*, 2026, iss. 10, pp. 4–18. DOI: 10.24891/irkwaz EDN: IRKWAZ

References

1. Belyakova G.Ya., Avramchikov V.M. [The specifics and features of the digital transformation of the aviation industry]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika*, 2024, no. 68, pp. 273–292. (In Russ.) DOI: 10.17223/19988648/68/14 EDN: CJSWEY

2. Ghosh S., Hughes M., Hodgkinson I. et al. Digital transformation of industrial businesses: A dynamic capability approach. *Technovation*, 2022, no. 113. DOI: 10.1016/j.technovation.2021.102414

3. Schulze A., Brusoni S. How dynamic capabilities change ordinary capabilities: Reconnecting attention control and problem-solving. *Strategic Management Journal*, 2022, vol. 43, iss. 12, pp. 2447–2477. DOI: 10.1002/smj.3413

4. Foss N.J., Schmidt J., Teece D.J. Ecosystem leadership as a dynamic capability. *Long Range Planning*, 2023, vol. 56, iss. 1. DOI: 10.1016/j.lrp.2022.102270

5. Koval'chuk Yu.A., Stepnov I.M., Bikalenko M.S. [Ecosystem approach to the management of economic agents' interaction in the industry]. *Upravlencheskie nauki*, 2022, vol. 12, iss. 3, pp. 6–23. (In Russ.) DOI: 10.26794/2304-022X-2022-12-3-6-23 EDN: JGKTMR

6. Oksuz Gurdal B., Testik O.M. A Framework for Product Life Cycle Management Based Digital Twin Implementation in the Aerospace Industry. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 2025, vol. 41, iss. 2. DOI: 10.1002/asmb.70001

7. Eskue N. Digital Thread Roadmap for Manufacturing and Health Monitoring the Life Cycle of Composite Aerospace Components. *Aerospace*, 2023, vol. 10, iss. 2. DOI: 10.3390/aerospace10020146

8. Chia J.W.Y., Verhagen W.J.C., Silva J.M. et al. A review and outlook of airframe digital twins for structural prognostics and health management in the aviation industry. *Journal of Manufacturing Systems*, 2024, no. 77, pp. 398–417. DOI: 10.1016/j.jmsy.2024.09.024

9. Kvint V.L., Novikova I.V., Alimuradov M.K. et al. [Strategizing the national economy during a period of burgeoning technological sovereignty]. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*, 2022, no. 9, pp. 57–67. (In Russ.) DOI: 10.22394/1726-1139-2022-9-57-67 EDN: RZGDLM

10. Konina N.Yu., Dvoinikov A.A. [The use of digital technologies to improve management in civil aviation]. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta*, 2026, no. 1, pp. 60–68. (In Russ.) DOI: 10.37493/2307-907X.2026.1.7 EDN: PBYYXP

11. Konina N.Yu., Dvoinikov A.A. [State policy for supporting digital twins in the aircraft industry]. *Ekonomika promyshlennosti*, 2026, vol. 19, iss. 2, pp. 220–227. (In Russ.) DOI: 10.17073/2072-1633-2026-2-1658

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.