

Основные направления информатизации в авиастроении в условиях импортозамещения компьютерных технологий

Ермаков А.А., Кобзев Д.С., Туев А.А.

Современная авиационная промышленность неразрывно связана с развитием информационно-компьютерных технологий (ИКТ). Внедрение цифровых решений позволяет повышать эффективность производства, сокращать сроки разработки и снижать затраты на создание новой авиационной техники (АТ). В условиях проводимой политики импортозамещения компьютерных технологий особое значение приобретают отечественные программные решения, способные обеспечить независимость от зарубежных поставщиков. В статье проанализировано текущее состояние отечественных программных продуктов (ПП), используемых на предприятиях авиастроительной отрасли. Рассмотрены: нормативно-правовая база информатизации авиастроительной отрасли, ее особенности в современных инновационных и социально-политических условиях. По результатам проведенного анализа сформирован организационно-методический механизм поэтапной информатизации управления технико-экономическим планированием основной производственной деятельности на предприятиях авиастроительной отрасли, как одного из основных инструментов обеспечения их конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынке АТ гражданского назначения. Сформулированы методические предложения по оценке экономической эффективности предлагаемых решений, а также рассмотрены сопутствующие выгоды и риски.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

ГОСТ 7.1-2003

Ермаков А.А., Кобзев Д.С., Туев А.А. Основные направления информатизации в авиастроении в условиях импортозамещения компьютерных технологий // Дискуссия. – 2025. – № 5 (138) – С. 32–42.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Авиастроение, высокотехнологичные предприятия, информатизация, программные продукты, производственное планирование, экономическая эффективность.

DOI 10.46320/2077-7639-2025-5-138-32-42

Main directions of informatization in aircraft engineering in the conditions of import substitution of computer technologies

Ermakov A.A., Kobzev D.S., Tuev A.A.

The modern aviation industry is inextricably linked with the development of information and computer technologies (ICT). The introduction of digital solutions allows to increase production efficiency, reduce development times and reduce the costs of creating new aviation equipment (AE). In the context of the current policy of import substitution of computer technologies, domestic software solutions that can ensure independence from foreign suppliers are of particular importance. The article analyzes the current state of domestic software products (PP) used at the enterprises of the aircraft manufacturing industry. The following are considered: the regulatory framework for the informatization of the aircraft manufacturing industry, its features in modern innovative and socio-political conditions. Based on the results of the analysis, an organizational and methodological mechanism for the stage-by-stage informatization of the management of technical and economic planning of the main production activities at the enterprises of the aircraft manufacturing industry has been formed, as one of the main tools for ensuring their competitiveness in the domestic and foreign market of civil AE. Methodological proposals for assessing the economic efficiency of the proposed solutions are formulated, and the associated benefits and risks are considered.

FOR CITATION

Ermakov A.A., Kobzev D.S., Tuev A.A. Main directions of informatization in aircraft engineering in the conditions of import substitution of computer technologies. *Diskussiya [Discussion]*, № 5 (138), 32–42.

APA

KEYWORDS

Aircraft manufacturing, high-tech enterprises, information technology, software products, production planning, economic efficiency.

ВВЕДЕНИЕ

Авиастроение, как одна из самых высокотехнологичных отраслей промышленности, всегда стремилось к совершенствованию своих процессов. В XXI веке одним из ключевых факторов повышения эффективности производства и качества продукции стало внедрение информационных технологий. Информатизация авиастроения представляет собой комплексный процесс, затрагивающий все этапы жизненного цикла АТ –

от проектирования до эксплуатации. Отраслевые особенности авиастроения, обуславливающие необходимость глубокой информатизации:

— Высокая степень сложности: современная АТ – это сложные системы, состоящие из тысяч компонентов, требующих точной координации и взаимодействия. Информационные технологии (ИТ) позволяют моделировать и анализировать такие системы с высокой степенью детализации, что недостижимо традиционными методами.

— Строгие требования к безопасности: авиастроение – отрасль с нулевым допуском на ошибки. Информационные системы играют ключевую роль в обеспечении безопасности на всех этапах жизненного цикла АТ.

— Необходимость постоянных инноваций: авиастроение – динамично развивающаяся отрасль, где конкуренция стимулирует постоянный поиск новых решений. ИТ-инструменты, такие как CAD/CAM/CAE, симуляционные платформы и Big Data, позволяют разрабатывать и внедрять инновации с большей скоростью и эффективностью.

Иновационные особенности информатизации в авиастроении:

— Цифровое проектирование (Digital Engineering): переход от традиционных чертежей к 3D-моделям, виртуальным прототипам и симуляционным испытаниям. Это позволяет сократить время разработки, снизить затраты и повысить качество продукции.

— Промышленный Интернет вещей (IoT): использование датчиков, RFID-меток и других технологий для сбора данных в реальном времени. Данные анализируются для прогнозирования поломок, оптимизации обслуживания и повышения безопасности.

— Цифровизация производства: внедрение автоматизированных систем управления производством (APS), роботизированных линий сборки и 3D-печати для повышения эффективности производства и качества продукции.

Основные направления информатизации в авиастроении на сегодняшний день заключаются в следующем:

1. Компьютерное проектирование (CAD/CAM/CAE):

— Использование CAD-систем для 3D-моделирования и проектирования конструкций самолётов, вертолётов и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

— Использование CAM-систем для автоматизации процессов подготовки производства, создания программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и оптимизации технологических операций.

— Внедрение CAE-технологий для проведения виртуальных испытаний и симуляций, анализа прочности конструкций, аэродинамических характеристик и других параметров.

2. Цифровые двойники:

— Создание цифровых двойников АТ для моделирования её поведения в различных условиях

эксплуатации, прогнозирования отказов и оптимизации технического обслуживания.

— Использование платформ для сбора и обработки данных с датчиков, установленных на летательных аппаратах (ЛА), что позволяет проводить мониторинг состояния техники в режиме реального времени.

3. Автоматизация производства:

— Внедрение роботизированных систем для выполнения сложных сборочных операций, сварки, покраски и других технологических процессов.

— Использование промышленных контроллеров и систем автоматизации для управления производственными линиями и станками с ЧПУ.

4. Системы управления предприятием (ERP):

— Внедрение ERP-систем для оптимизации всех бизнес-процессов на авиационном предприятии, от планирования производства до продаж и обслуживания клиентов.

— Создание единой информационной базы данных (БД), доступной всем подразделениям предприятия, что позволяет повысить прозрачность и эффективность управления (единого информационного пространства, ЕИП).

5. Развитие облачных технологий:

— Использование облачных платформ для хранения и обработки больших объёмов данных, необходимых для проектирования, производства и эксплуатации АТ.

— Создание распределённых вычислительных систем, позволяющих выполнять сложные расчёты и симуляции.

6. Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение:

— Внедрение ИИ-технологий для автоматизации анализа данных, прогнозирования отказов, оптимизации производственных процессов и повышения качества продукции.

— Развитие алгоритмов машинного обучения для решения задач в области авиастроения.

Ещё несколько лет назад российские предприятия авиастроения широко использовали импортное программное обеспечение (ПО), в основном западного производства, для автоматизации своих процессов. Однако, в свете современных геополитических реалий и санкционного давления, наблюдается явный тренд на переход к отечественному ПО. Это решение обусловлено рядом факторов:

— Санкционные ограничения на экспорт технологий и ПО создают серьезные риски для

российских предприятий авиастроения, которые зависят от зарубежных решений.

— Переход на отечественное ПО является ключевым шагом в достижении технологического суверенитета России в сфере авиастроения. Это позволит независимо производить летательные аппараты, не завися от иностранных поставщиков.

— Разработка и внедрение отечественного ПО стимулирует развитие российской ИТ-отрасли и способствует росту инноваций в области авиастроения.

В 2022 г. началась череда уходов иностранных разработчиков с российского рынка. Прекратила свою работу корпорация Oracle (США), что повлекло за собой поиск российской альтернативы системе управления базами данных Oracle Database. Прекратила поддержку своих локальных продуктов и запланировала закрытие облачных служб немецкая компания SAP – крупнейший разработчик ПО для бизнеса. Далее о своем уходе сообщила Microsoft. У российских корпоративных заказчиков закрылся доступ к новым ПП и обновлению уже установленного ПО крупных иностранных производителей. К покинувшим рынок вендорам присоединились Cisco и ее «дочка» Meraki, разработчики Adobe, Acronis, EPAM Systems, Autodesk, Intel и десятки других. На активизацию создания отечественного ПО и внедрения российских разработок повлияло и то, что госорганам и госзаказчикам было запрещено использовать

иностранные ПО в критической информационной структуре: телекоме, ТЭК, ВПК, транспорте, финансовой сфере.

В 2022 г. по решению Правительства России на базе ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация» (ОАК) был создан Индустриальный центр компетенций «Авиастроение», где реализуются три особо значимых проекта. Проект «Внедрение единой информационной среды для управления процессами разработки изделий АТ на основе подходов и методов системной инженерии и управления их жизненным циклом» позволит доработать и внедрить отечественную PLM-систему на базе существующей платформы T-FLEX. Планируется запараллелить процессы доработки самой отечественной платформы T-FLEX и проектирование на ее базе уже отработанных модулей ЛА.

Еще один проект – внедрение импортонезависимой СУР-платформы (системы управления ресурсами) «тяжелого класса» для авиастроения, в контур которой будут включены модули по управлению материально-техническими ресурсами и управлению качеством продукции производственных предприятий. Решение проектируется на платформе «1С». АНО «НЦК ИСУ» спроектировала архитектуру единой системы СУР и создала техническое задание для ее разработчиков. В основу документа легли бизнес-требования, которые



Рисунок 1. Концепция «Индустрія 4.0»

Источник: составлено авторами по данным: [3].

организация сформировала на основе пожеланий госкорпораций.

В 2024 г. «Уральский завод гражданской авиации» отказался от сервера Microsoft Exchange в пользу российского RuPost, на новый сервис переведены 1400 почтовых ящиков. Положительных примеров перехода на отечественные системы уже много. Единый реестр отечественного ПО и Ассоциация разработчиков ПП «Отечественный софт» аккумулировали все ныне существующие российские аналоги зарубежных разработок [2]. В качестве флагмана системной операционной системы отечественного разработчика выступает Astra Linux, которую рассматривают как полноценную альтернативу Windows.

В области информационной безопасности (ИБ) выделяется InfoWatch Traffic Monitor Enterprise 2.0 (IWTM). Из числа специализированных ПП выделяется автоматизированная информационная система управления авиационной безопасностью (АИС УАБ), которая охватывает все сферы деятельности подразделений авиапредприятий, связанных с обеспечением и управлением авиационной безопасностью.

В авиастроении драйвером цифрового развития является концепция «Индустрия 4.0», которая охватывает информатизацию, цифровизацию и последующую цифровую трансформацию производства, открывает перед авиастроением беспрецедентные возможности для повышения эффективности, качества и конкурентоспособности. Данная концепция предполагает глубокую интеграцию физических и цифровых систем, что приводит к созданию «умных» фабрик, способных саморегулироваться, оптимизировать процессы и реагировать на изменения в режиме реального времени (рисунок 1).

Еще в 2022 г. ГК «Ростех» представила программу «Умный цех». Она призвана объединить производство в единое цифровое пространство, что позволит улучшить производительность оборудования и повысить качество продукции. В реализации программы участвуют холдинг «Механика», группа компаний «Цифра» и МГТУ «Станкин» [4].

В таблице 1 приведены краткие характеристики зарубежных ПП в части автоматизации бизнес-процессов технико-экономического пла-

Таблица 1

Характеристики ПП в части автоматизации бизнес-процессов технико-экономического планирования на предприятиях авиастроительной отрасли

Критерии оценки	ORTEMS	Zenith SPPS	Preactor APS	Фобос
Страна производитель	Франция	Россия	Великобритания	Россия
Класс системы	APS	MES	APS	MES
Сфера применения	Машиностроение, химическая промышленность, металлургия, электроника, высокие технологии и др.	Машиностроение, приборостроение, электронная промышленность, металлургия и др.	Автомобилестроение и аэрокосмическая промышленность.	Автомобилестроение и аэрокосмическая промышленность, станкостроение, металлургия и др.
Назначение	Учет особенностей производственной среды, возможность составлять реалистичные расписания, видеть детальную картину производства.	Интегрирует в единое целое оперативное календарное планирование.	Поддержка сложных правил оперативного планирования.	Интегрирует в целое технологическую под-готовку производства, оперативное, календарное планирование, диспетчерский контроль.
Интеграция с системами	Интеграция приложений – ERP, SCM, CRM, MES и т.д.	Полный набор функций MES-системы с возможностью интеграции с системами автоматизации и учёта (1С и др.).	Интеграция с ERP/ MRP-системами, системами сбора технологических данных, с бухгалтерскими пакетами и другими приложениями.	ERP-система «BAAN», ERP-система «SAP/R3», ERP-система «MFG/PRO», «1С:Пред-приятие», SCADA-системы «RTSoft», CAD/CAM-системы «T-FlexCAD» «T-Flex ЧПУ».
Требования к СУБД	Interbase, MS SQL 2005, PostgreSQL или IBM DB2.	MS SQL Server, MS Access, Paradox.	MS SQL, Interbase, PostgreSQL, Oracle IBM.	Firebird, DB2, PostgreSQL.

Окончание табл 1

Критерии оценки	ORTEMS	Zenith SPPS	Preactor APS	Фобос
Средняя стоимость лицензии на 1 рабочее место	1 020 долл.	840 долл.	2 000 долл.	560 долл.
Функциональные возможности				
Диаграммы и графики в отчетах	+	+	+	-
Диспетчирование	+	+	+	+
Календарное планирование	+	+	+	+
Диаграмма Ганта	+	+	+	-
Ограничения	+	+	+	-
Оперативное планирование	+	+	+	-
Визуализация производственного процесса	+	-	+	+

Источник: составлено авторами по данным: [3], [4].

нирования основного производства предприятий авиастроительной отрасли и их отечественных аналогов с учетом тенденции по импортозамещению.

Фобос – система класса MES, предоставляющая функционал для цехового производственного планирования и диспетчеризации. Предназначена для единичных и мелкосерийных типов производства. Включает АРМ Технолога, АРМ Комплектовщика, АРМ Диспетчера, АРМ Сотрудника ОТК, АРМ Мастера, АРМ Руководителя производства. Фобос обладает рядом конкурентных преимуществ:

- Доступность: цена Фобоса значительно ниже, чем у зарубежных аналогов.
- Локализация: полная локализация производства и обслуживания гарантирует независимость от иностранных поставщиков.
- Адаптация к российским стандартам: Фобос разработан с учетом специфических требований отечественного авиастроения.

Рассмотрим пример ИТ-проекта по автоматизации технико-экономического планирования основного производства одного из головных предприятий авиастроительной отрасли – РСК «МиГ» в составе ПАО «ОАК», входящей в ГК «Ростех». Общий бизнес-процесс технико-экономического планирования основного производства предприятия до внедрения информатизации показан на рисунке 2.

С учетом информатизации бизнес-процесс стал более рациональным и экономичным по времени. Он стал содержать меньше операций, по сравнению с предыдущим состоянием

подсистемы планирования. Выполнение задачи стало менее трудоемким, т.к. некоторые операции состоят только в использовании системы, максимально исключив ручную работу. Также появилась возможность ведения нескольких операций одновременно, что значительно может снизить время на выполнение операции в целом. Появилась возможность имитационного моделирования – выбор лучшего варианта. Пользователи системы могут строить различные варианты производственного плана. Каждый из вариантов можно оценить, используя встроенные 20 показателей эффективности, и выстроить производственный план, который наиболее полно удовлетворяет бизнес-задачам предприятия. Благодаря Фобосу появилась возможность видеть производство: весь производственный процесс может быть представлен графически – в виде диаграммы Ганта. На диаграмме пользователь системы – планировщик – видит производственное расписание как набор операций, расположенных в двумерном пространстве: оборудование и время. При этом гарантировано соблюдение правил технологических процессов – объекты диаграммы точно соответствуют всем нормативам, которые занесены в систему (рисунок 3).

Также появился модуль данных (база данных, БД), который содержит справочники для хранения и редактирования нормативно-справочной информации, описывающей информационную модель. Их могут заполняться как вручную, так и через обмен данными с внешней системой, например PDM. Если на предприятии все указанные выше справочники хранятся во внешней

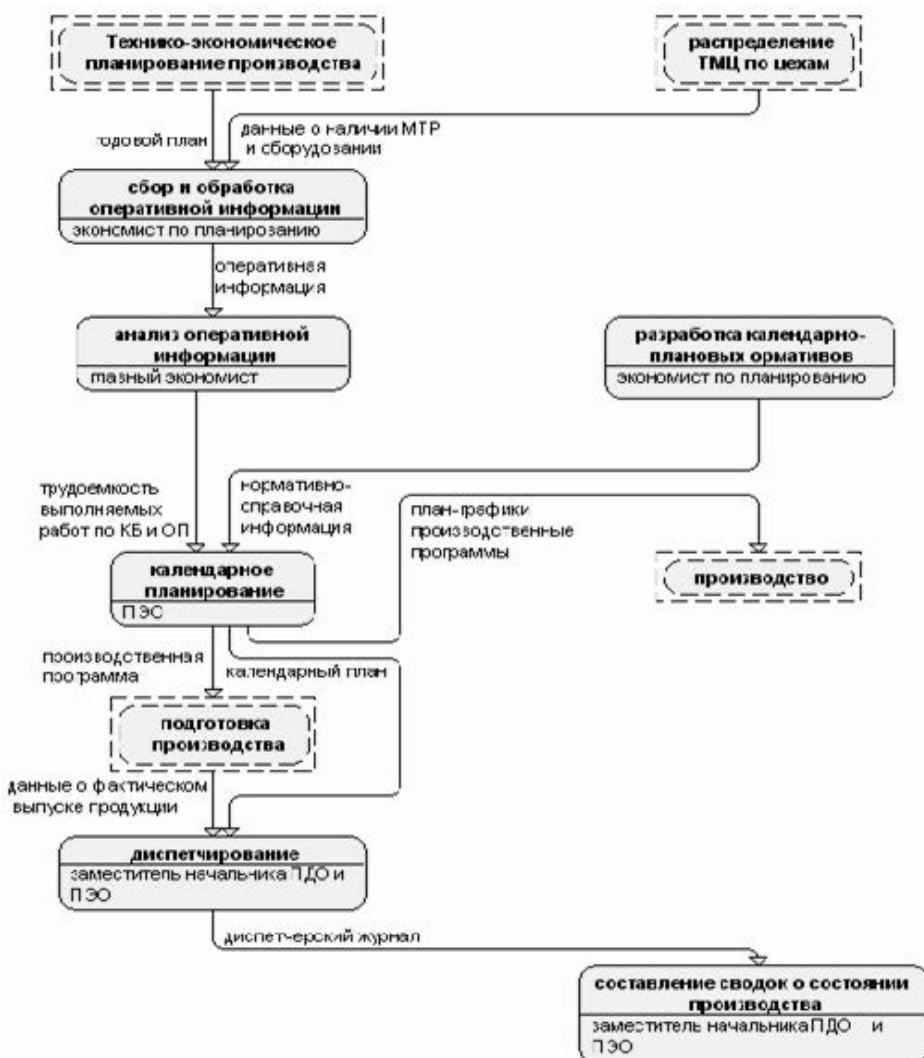


Рисунок 2. Общий бизнес-процесс технико-экономического планирования основного производства предприятия авиастроения до информатизации

Источник: составлено авторами.

системе, то работа с модулем данных будет сведена к минимуму: необходимые данные будут передаваться в модуль данных автоматически. Также присутствует Модуль построения отчетов на основе SQL-запросов к базе данных и графические инструменты для создания отчетных форм. Концептуальная и логическая модели БД по задаче информатизации технико-экономического планирования основного производства предприятия авиастроения показаны на рисунках 4 и 5.

Экономическое обоснование целесообразности ИТ-проекта представлено в таблицах 2 и 3.

Рассмотрим основные преимущества и со-поступающие риски при импортозамещении компьютерных технологий в авиастроении.

Преимущества импортозамещения:

- Технологическая независимость: использование отечественных решений позволит избежать зависимости от зарубежных поставщиков и обеспечить стабильность производства.
- Снижение затрат: в долгосрочной перспективе импортозамещение может привести к снижению затрат на приобретение программного обеспечения, оборудования и лицензий.
- Создание новых рабочих мест: развитие отечественной ИТ-индустрии приведет к появлению новых рабочих мест для специалистов в области программирования, дизайна, инженерии и других смежных сферах.
- Несмотря на очевидные преимущества, переход на отечественное ПО в авиационной про-

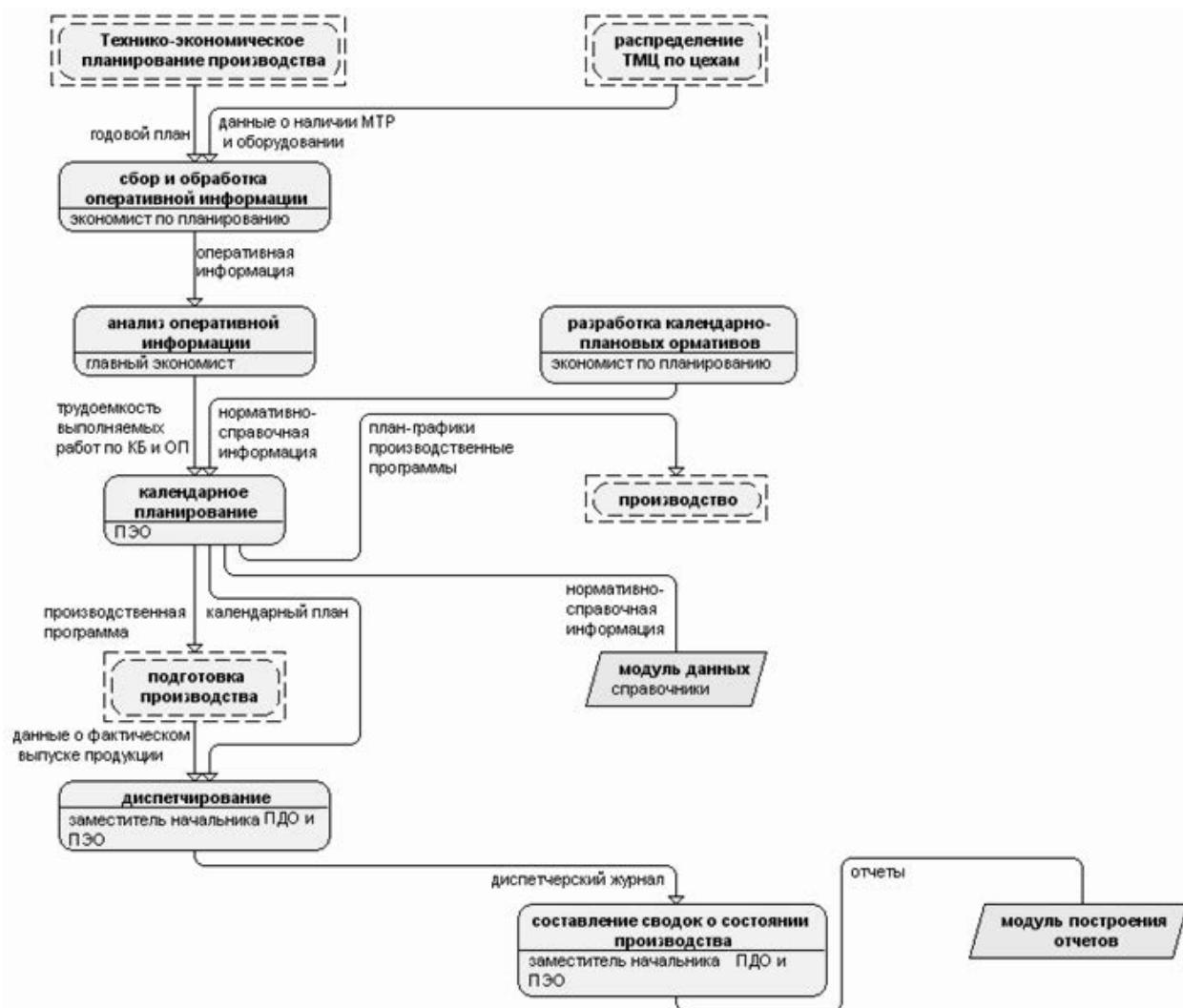


Рисунок 3. Общий бизнес-процесс технико-экономического планирования основного производства предприятия авиастроения после информатизации

Источник: составлено авторами.

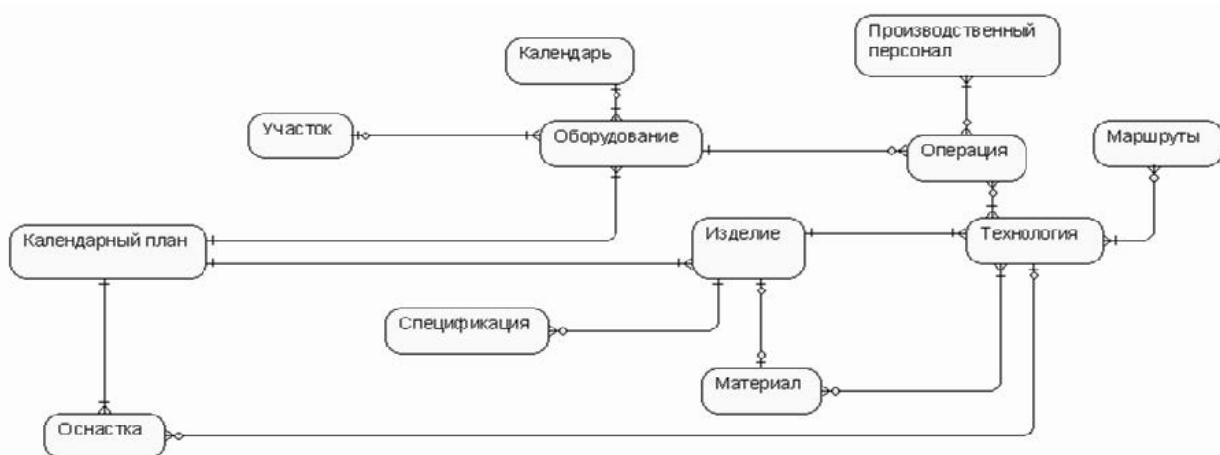


Рисунок 4. Концептуальная модель базы данных «Технико-экономическое планирование на авиастроительном предприятии»

Источник: составлено авторами.

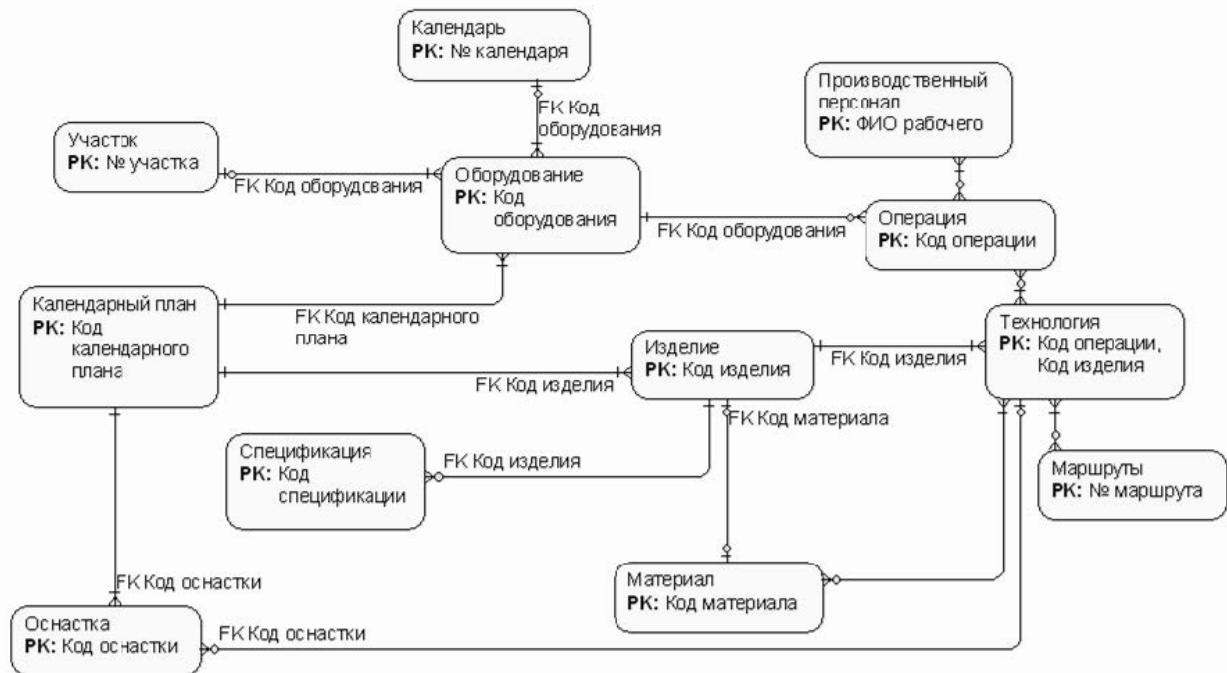


Рисунок 5. Логическая модель базы данных «Технико-экономическое планирование на авиастроительном предприятии»

Источник: составлено авторами.

Таблица 2

Экономические показатели эффективности ИТ-проекта (без учёта влияния инфляции)

Параметр	Наименование параметра	Значение параметра
NPV	Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	3 371
IRR	Внутренняя норма доходности, проценты	42%
PPs	Статический срок окупаемости, лет	1,63
PPd	Динамический срок окупаемости, лет	2,11
PI	Индекс доходности затрат	2,73
NTV	Чистая конечная стоимость, тыс. руб.	4 678
MIRR	Модифицированная внутренняя норма, проценты	34%

Источник: составлено авторами.

Таблица 3

Экономические показатели эффективности ИТ-проекта (с учётом влияния инфляции)

Параметр	Наименование параметра	Значение параметра
NPV	Чистый дисконтированный доход, тыс.руб.	2 434
IRR	Внутренняя норма доходности, проценты	42%
PPs	Статический срок окупаемости, лет	1,63
PPd	Динамический срок окупаемости, лет	2,45
PI	Индекс доходности затрат	2,97
NTV	Чистая конечная стоимость, тыс.руб.	5 584
MIRR	Модифицированная внутренняя норма, проценты	39%

Источник: составлено авторами.

мышленности также сопряжён с рядом сопутствующих рисков, а именно:

— Недостаточной зрелостью отечественного ПО. В ряде случаев российское ПО не может полностью соответствовать требованиям авиационной промышленности по функциональности, надежности и совместимости.

— Высокой стоимостью разработки и внедрения такого ПО. Разработка и адаптация отечественного ПО для специфических потребностей авиационной промышленности может быть дорогостоящим процессом.

— Кибербезопасность. Защита данных от кибератак становится все более актуальной задачей.

— Недостаток квалифицированных кадров: для успешного внедрения отечественных решений требуется подготовка специалистов, обладающих знаниями и навыками работы с российскими программными продуктами.

— Необходимость адаптации существующей инфраструктуры: переход на новые системы может потребовать модернизации оборудования и перенастройки производственных процессов.

— Для успешного решения этих проблем необходимо:

— Повышать инвестиции в разработку отечественного ПО. Государство должно активно инвестировать в разработку и совершенствование отечественного ПО, отвечающего требованиям авиационной промышленности.

— Содействовать созданию центров компетенций. Необходимо создать центры компетенций по внедрению и обслуживанию отечественного ПО в авиационной промышленности. Эти центры будут способствовать обмену опытом и подготовке квалифицированных специалистов.

— Стимулировать сотрудничество между предприятиями авиастроения и разработчиками ПО. Эффективное взаимодействие между производителями самолётов и создателями ПО позволит создавать решения, максимально отвечающие потребностям отрасли.

— Усилить поддержку отечественных разработчиков ПО и аппаратных средств.

— Внедрить программы обучения и повышения квалификации для специалистов в области авиастроения.

ВЫВОДЫ

Импортозамещение ПО в российской авиационной промышленности – это сложная, но необходимая задача. Успешное решение этой задачи позволит России сохранить конкурентоспособность на мировом рынке авиастроения и обеспечить технологическую независимость страны. Важно отметить, что переход на отечественное ПО не означает полного отказа от зарубежных решений. В некоторых случаях может быть целесообразным использовать гибридные решения, комбинирующие отечественное и импортное ПО.

Список литературы

1. Microsoft погнали с крупного российского авиационного завода. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cnews.ru/news/top/2024-10-10_microsoft_pognali_s_krupnogo.
2. Российское ПО для импортозамещения. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arpsoft.ru/catalog/>
3. Плюсы и минусы цифровой трансформации. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kasheloff.ru/photos/plusiy-i-minusiy-tsifrovoy-transformatsii/62>.
4. Как цифровые решения помогают оптимизировать предприятия. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rostec.ru/media/news/umnyy-tsekh-dlya-rostekha/#middle>.
5. Импортозамещение программного обеспечения. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clubtk.ru/importozameshchenie-programmnogo-obespecheniya>.
6. Горелиц, Н. К., Гукова, А. С., Краснощеков, Д. В. Анализ российского программного обеспечения для поддержки жизненного цикла разработки бортовых систем в условиях политики импортозамещения // Труды ИСП РАН, 2020. – Т. 32. – Вып. 2. – С. 175-190.
7. Ермаков, А. А., Тихонова, С. В. Цифровая трансформация в авиационной индустрии // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8. – С. 25-29.
8. Аврамчиков, В. М. Тимохович, А. С., Рожнов, И. П. Цифровая трансформация в авиационной отрасли: возможности и перспективы // Вестник евразийской науки. – 2024. – № 3. – С. 9-15.
9. Соловьев, С. В. Преимущества и недостатки перехода на отечественное программное обеспечение // Молодой учёный. – 2022. – № 21 (416). – С. 211-213.
10. Тихонов, А. И., Просвирина Н. В. Импортозамещение в авиационной промышленности. – М.: Знание-М, 2022. – 178 с.
11. Tadviser: «Информационные технологии в гражданской авиации. Цифровая трансформация авиаотрасли». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/a/400480>.
12. Цифровое преображение российской авиации. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itrus-sia.media/ru/article/tsifrovoe-preobrazhenie-rossiyskoy-aviatsii>.

13. В поисках альтернативы: варианты импортозамещения ПО в России. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aif.ru/boostbook/importozameshchenie-po.html>.
14. ОАК активизирует внедрение отечественной PLM-платформы для проектирования авиационной техники. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cnews.ru/news/line/2024-05-21_oak_aktiviziruet_vnedrenie.

References

1. *Microsoft was kicked out of a major Russian aircraft plant.* – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.cnews.ru/news/top/2024-10-10_microsoft_pognali_s_krupnogo.
2. *Russian software for import substitution.* – [Electronic resource]. – Access mode: <https://arppsoft.ru/catalog/>
3. *Pros and cons of digital transformation.* – [Electronic resource]. – Access mode: <https://kasheloff.ru/photos/plyusiy-i-minusiy-tsifrovoy-transformatsii/62>.
4. *How digital solutions help optimize enterprises.* – [Electronic resource]. – Access mode: <https://rostec.ru/media/news/umnyy-tsekh-dlya-rostekha/#middle>.
5. *Import substitution of software.* – [Electronic resource]. – Access mode: <https://clubtk.ru/importozameshchenie-programmnogo-obespecheniya>.
6. *Gorelits, N. K., Gukova, A. S., Krasnoshchekov, D. V. Analysis of Russian software to support the life cycle of on-board systems development in the context of import substitution policy // Proceedings of ISP RAS.* – 2020. – Vol. 32. – Issue 2. – Pp. 175-190.
7. *Ermakov, A. A., Tikhonova, S. V. Digital transformation in the aviation industry // Moscow Economic Journal.* – 2023. – Vol. 8. – Pp. 25-29.
8. *Avramchikov, V. M. Timokhovich, A. S., Rozhnov, I. P. Digital transformation in the aviation industry: opportunities and*
13. *prospects // Bulletin of Eurasian Science.* – 2024. – № 3. – Pp. 9-15.
9. *Soloviev, S. V. Advantages and disadvantages of switching to domestic software // Young scientist.* – 2022. – 21 (416). – Pp. 211-213.
10. *Tikhonov, A. I., Prosvirina, N. V. Import substitution in the aviation industry.* – M.: Znanie-M, 2022. – 178 p.
11. *Tadviser: "Information technologies in civil aviation. Digital transformation of the aviation industry".* – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.tadviser.ru/a/400480>.
12. *Digital transformation of Russian aviation.* – [Electronic resource]. – Access mode: <https://itrussia.media/ru/article/tsifrovoe-preobrazhenie-rossiyskoy-aviatsii>.
13. *In search of an alternative: options for import substitution of software in Russia.* – [Electronic resource]. – Access mode: <https://aif.ru/boostbook/importozameshchenie-po.html>.
14. *UAC intensifies the implementation of a domestic PLM platform for the design of aircraft.* – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.cnews.ru/news/line/2024-05-21_oak_aktiviziruet_vnedrenie.
15. *Russia has created an architecture for a unified resource management system and a technical specification for the development of an RMS.* – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.cnews.ru/news/line/2025-05-30_v_rossii_sozdany_arhitektura.

Информация об авторах

Ермаков А.А., кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой Прикладной информатики ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (г. Москва, Российская Федерация).

Кобзев Д.С., старший преподаватель кафедры Прикладной информатики ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (г. Москва, Российская Федерация).

Туев А.А., ассистент кафедры Прикладной информатики ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (г. Москва, Российская Федерация).

© Ермаков А.А., Кобзев Д.С., Туев А.А., 2025.

Information about the authors

Ermakov A.A., PhD in Economics, Associate Professor, Head of the Department of Applied Informatics at the Moscow Aviation Institute (National Research University) (Moscow, Russian Federation).

Kobzev D.S., Senior Lecturer, Department of Applied Informatics at the Moscow Aviation Institute (National Research University) (Moscow, Russian Federation).

Tuev A.A., assistant of the Department of Applied Informatics at the Moscow Aviation Institute (National Research University) (Moscow, Russian Federation).

© Ermakov A.A., Kobzev D.S., Tuev A.A., 2025.