

УДК 658.5

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

© 2015 В.Г. Засканов, Д.Ю. Иванов

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева
(национальный исследовательский университет)

Статья поступила в редакцию 23.11.2015

Выполнен анализ состояния отечественного и зарубежного авиастроения и рассмотрены методологические аспекты повышения эффективности процессов проектирования, производства и эксплуатации авиационных изделий в единой информационно-коммуникационной среде.

Ключевые слова: авиационная техника, жизненный цикл, проектирование, производство, эксплуатация, эффективность.

В настоящее время ситуация на мировом рынке авиационной техники развивается в сторону полного перехода на безбумажную технологию управления процессами проектирования, изготовления и эксплуатации изделий. Сейчас уже невозможно продать на внешнем рынке машинно-техническую продукцию без соответствующей электронной документации. Зарубежные фирмы рассматривают работу в этом направлении как действенное средство ограничения доступа на международный рынок наукоемкой продукции тех стран, которые не сумеют своевременно освоить соответствующие международным требованиям безбумажные электронные технологии. В свете мировых тенденций в области производства авиационной техники намеченная и реализуемая в ЗАО «Авиастар-СП» программа использования современных информационных технологий в производстве ИЛ-476, Ту-204, Ан-124 является, на наш взгляд, крайне важной для сохранения и развития позиций предприятия на мировом рынке. Исходя из этих позиций, создание и развитие согласованных систем проектирования, производства и эксплуатации авиационных изделий должно базироваться на использовании современных средств информационной поддержки изделий (ИПИ-технологий) (рис. 1).

Главными проблемами, мешающими эффективному управлению информацией об изделии, являются огромное количество такой информации, а также коммуникационные барьеры между участниками жизненного цикла (ЖЦ) изделия. Пути решения заложены в осуществлении стратегии ИПИ-технологии, которая основана на создании единого информационного пространства (ЕИП) для всех участников ЖЦ изделия, включая потребителя.

Засканов Виктор Гаврилович, доктор технических наук, профессор кафедры организации производства.

E-mail: zaskanov@mail.ru

Иванов Дмитрий Юрьевич, доктор экономических наук, заведующий кафедрой организации производства.

E-mail: ssau_ivanov@mail.ru

ЕИП должно обладать следующими свойствами:

- содержать информацию в электронном виде;
- охватывать всю созданную информацию об изделии;

- являться единственным источником данных об изделии (прямой обмен данными между участниками ЖЦ исключен);

- строиться только на основе международных, государственных и отраслевых информационных стандартах;

- создаваться с использованием только имеющихся у участников ЖЦ программно-коммуникационных средств;

- должно иметь возможность постоянного развития и расширения.

Эти стратегии базируются на программно-техническом комплексе; стандартах на представление и обмен информации; новых структурах и методах управления предприятием, представляющих собой базовые принципы ИПИ-технологии, базовые управленческие технологии и базовые технологии управления данными. При этом, к базовым принципам ИПИ-технологий относятся информационная интеграция и поддержка жизненного цикла изделия на основе применения интегрированной информационно-коммуникационной системы управления, а базовые управленческие технологии ориентированы на реализацию базовых принципов ИПИ-технологий. Базовые технологии управления данными об изделии, процессах, ресурсах используются при реализации управленческих технологий.

В качестве одного из «прорывных» инновационных направлений в организации полетов (авиационных изделий) АИ и их технической эксплуатации, является внедрение интегрированных информационных систем на этом этапе ЖЦ, который обеспечивает динамический мониторинг технического состояния АИ и технического обслуживания с использованием спутниковых технологий (СТ).

Целевое внедрения таких систем – оперативная оценка технического состояния АИ, своевременное устранение различных нарушений в работе узлов, агрегатов АИ, обеспечение безопасности полетов, повышение уровня организации перевозочного процесса, доставки грузов и пассажиров «точно в срок» в пункты назначения, ускорение контейнеризации перевозок, внедрение технологии мультимодальных логистических систем.

Интеграция российских воздушных транспортных трасс в Евро-азиатскую и транспортную систему Европы, основанную на использовании глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, позволит построить и функционировать единое транспортное пространство, включающее гармонизацию отечественных технических регламентов в области пространственных данных с соответствующими регламентами стран Европы и Азиатского континента.

Основной целью внедрения спутниковых технологий в гражданской авиации (ГА) является достижение качественно более высокого уровня обеспечения безопасности полетов и управления перевозками, за счет принципиальных изменений в сфере координатно-временного обеспечения воздушного транспорта.

Из вышеизложенного следует, что системная информационная поддержка ЖЦ изделия осуществляется в интегрированной информационной среде (ИИС). ИИС представляет собой хранилище информационных ресурсов, содержащих сведения, создаваемые и используемые

всеми участниками ЖЦ изделия в процессе их производственной деятельности. В свою очередь, информационные ресурсы представляют собой совокупность данных, массивов информации, информационных моделей, документов, интеллектуального капитала, информационных объектов, которые способствуют накоплению знаний и увеличению интеллектуального капитала или служат основой производства материальных или информационных продуктов.

В данном случае следует подчеркнуть различие между терминами информационная среда и информационное пространство.

Пространство является *пассивным* (описательным) ресурсом, а среда – *динамическая, активная* конструкция, которая позволяет получать новое качество в производственной деятельности и управлении.

Информационная среда является также новым информационным ресурсом, который позволяет решать задачи более высокого качества и создавать новый эффект. Для этой цели эта информационная среда должна быть организована как динамическая модель с множеством связей и высокой степенью интеграции.

Для организации динамической связи и обеспечения свойства ресурсности в проекте постановки на производство ВС Ил-476 в ЗАО «Авиастар-СП» внедряются и адаптируются к реальным условиям новые информационные технологии. Именно этот механизм способствует получению нового качества организации производства и повышению эффективности производственной

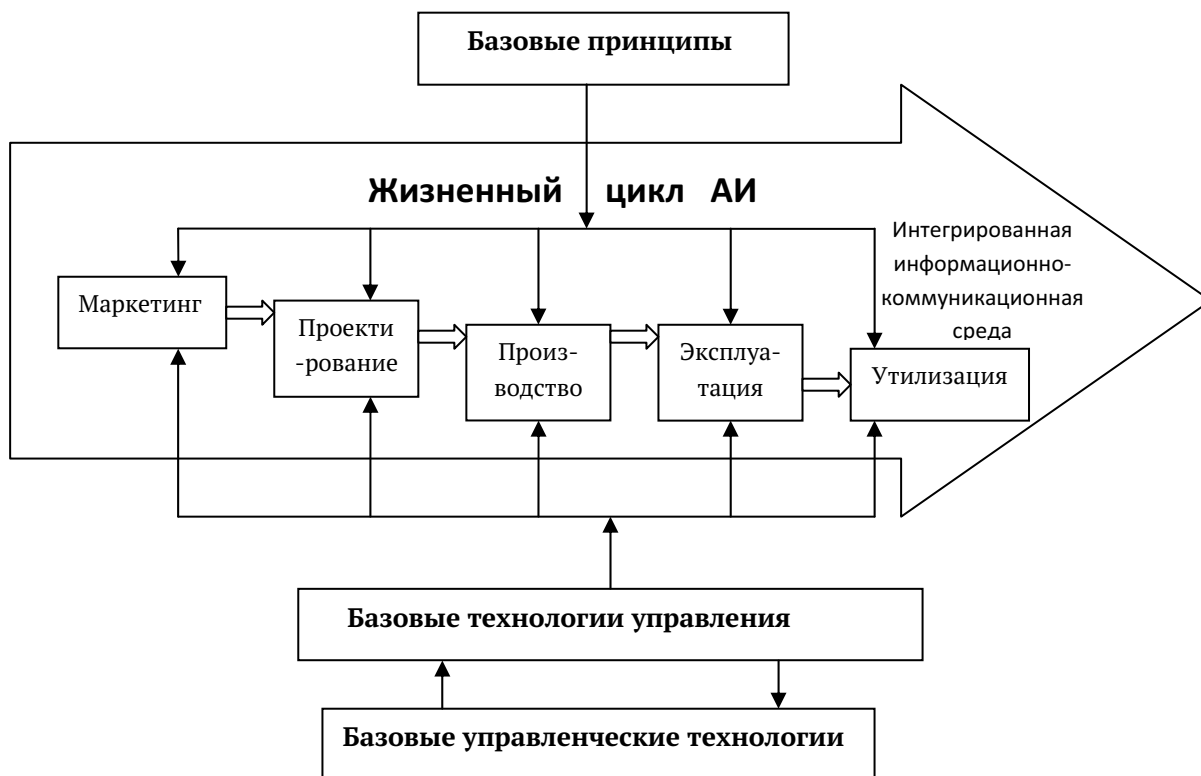


Рис. 1. Основные компоненты формирования интегрированной информационной среды в жизненном цикле изделия

деятельности. При этом, технологическая подготовка производства на предприятии заключается в разработке информационных моделей специальной и специализированной оснастки, конструкторской и технологической документации, директивных и рабочих технологических процессов изготовления авиационных изделий.

Отечественный научно-технический потенциал авиастроительных НИИ и ОКБ в настоящее время все еще позволяет разрабатывать, проектировать, испытывать и передавать в серийное производство авиационные изделия любого назначения. Однако постепенно утрачивается способность к проведению задельных НИР и осуществлению масштабных опытно-конструкторских разработок. Это происходит, в основном, по следующим причинам: хроническая недостаточность финансирования (практически из всех источников, не более 20-30% потребного); отток научных и инженерных кадров высшей квалификации; разрушение уникальной экспериментальной базы.

В то же время потенциал авиационной промышленности, авиационных предприятий еще может обеспечить развитие авиационной техники и технологии, повышение их эффективности по основным технико-экономическим показателям: качеству и надежности, срокам освоения и эксплуатации, производительности и себестоимости изделия. При этом, бизнес-среда всех участников жизненного цикла обеспечивает гарантированную повторяемость качества при серийном изготовлении изделий. Связующим компонентом, обеспечивающим, при этом, эффективное функционирование системы, включающей в свой состав разработчиков, проектировщиков, технологов и эксплуатационников авиационной техники является механизм их согласованного взаимодействия, основывающийся на применении специальных методологических подходах. Методов с использованием современных средств информационных технологий.

Именно стык этапов проектирования, изготовления и эксплуатации является сегодня определяющим при обеспечении их высокоэффективного взаимодействия, что невозможно реализовать без применения интегрированных информационных технологий на отечественных авиационных предприятиях.

В последние годы Правительство РФ сделало определенные шаги для сохранения и развития авиационного комплекса страны и преодоления его кризисного положения. Позитивное влияние на формирование усилий восстановления производства в авиастроении обеспечило создание «Объединенной авиастроительной корпорации», разработку и реализацию Федеральной целевой программы «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002-2010 годы и на период до 2015 года». Целевой программой предусмотрена

модернизация эксплуатируемых самолетов до требований международных стандартов и разработка новых перспективных поколений самолетов.

Новые подходы в проектировании, производстве и эксплуатации авиационной техники на основе интеграции информационно-коммуникационной среды ЖЦ изделий стали настоящей и практической задачей, одним из ключевых направлений реформирования авиастроительных комплексов. Наиболее сложные вопросы в обеспечении эффекта интеграционных процессов связаны с отработкой взаимоувязки различных этапов создания и эксплуатации авиационных изделий, с нахождением механизмов взаимодействия участников ЖЦ изделия, с выявлением рационального соотношения вклада участников проекта в общий интеграционный процесс оценки состояния авиационных изделий в период эксплуатации на основе объединения данных по входимости в задачи управления, по времени их возникновения, по частоте обращения к ним и по внутриадресным связям.

Одним из этапов интеграционного процесса является взаимодействие конструкторов и технологов предприятия путем информационного моделирования конструктивных элементов авиационных изделий для решения различных аналитических задач и разработки директивных и рабочих технологических процессов. С этой целью в работе рассматривается адаптивная система конструкторско-технологической поддержки производства (АС КТПП). Основными элементами АС КТПП в работе определены конструкторско-технологические спецификации изделий, модели задач конструкторского и технологического проектирования, конструкторские и технологические модели изделия (на основе типовых, унифицированных и индивидуальных процессов), модели технологических и производственных систем. Соответствующая этому решению структура унифицированной информационно-коммуникационной среды АС КТПП включает модель изделия (конструкторскую спецификацию), производственную спецификацию (технологическую спецификацию и технологические маршруты), блок формирования технологических решений (модель задачи проектирования, технологическую модель изделия, модель решения).

Интеграция информационных параметров при проектировании технологического процесса в работе рассмотрена с точки зрения технологических операций и технологических переходов, технологических маршрутов.

Концептуально технология изготовления продукции представляет собой систему документированных знаний о технологической системе производства (рис. 2).

Технологическая операция (ТО) с точки зрения документированных знаний информационных параметров технологии (ИПТ) - це-

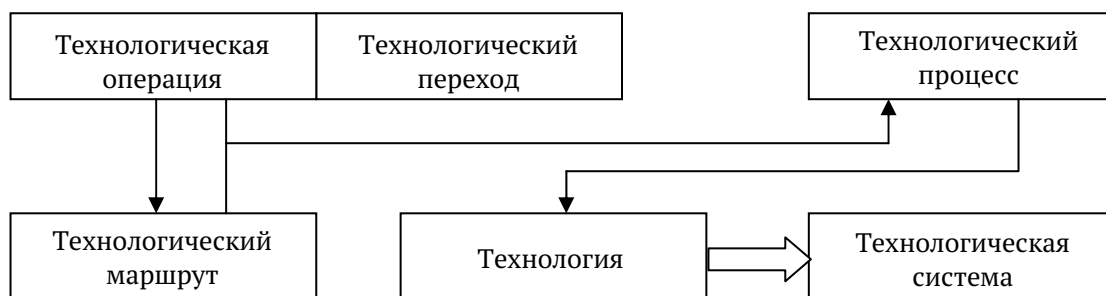


Рис. 2. Концептуальное представление технологии изготовления продукции

ленаправленное изменение правовой роли состояния или содержания одного или нескольких документированных ИПТ одновременно. Каждая ТО характеризуется непосредственно самой операцией (Ω^T), ее объектом (θ^p), субъектом (Σ^S), предметом (Ψ^u), результатом (P^v), временем (T). Формально ТО можно представить в виде функции

$$\Omega^T = F(\theta^p, \Sigma^S, \Psi^u, P^v, T)$$

В то же время ТО характеризуется материальными (M_p) и трудовыми (T_p) ресурсами, инструментами (I_p) и технологической документацией (D_p).

Трудовые ресурсы процесса получения знаний ИПТ характеризуются разработчиками, передающими знания (T_{po}), изготовителями, получающими знания (T_{pn}), специалистами предприятия (T_{pp}), исполнителями, обеспечивающими процесс обработки, хранения, накопления, визуализации и тиражирования ИПТ (T_{po}).

В качестве инструментов получения знаний ИПТ выступают технические средства (I_{pm}), программные средства (I_{pl}), служебная информация (в том числе нормативно-правовая, инструктивно-методическая, договорная) (I_{pl}).

Технологическая документация включает технологические карты (D_{pk}), маршрутные карты (D_{pm}), технологические инструкции (D_{pi}).

Кроме того, на множестве Ω^T задан определенный набор отношений и операций $R (r_p, \dots, r_n)$, включающий:

- отношения эквивалентности ($\sigma_i^t \equiv \sigma_s^t, \sigma_i^t, \sigma_o^t, \sigma_i^t, \sigma_c^t$), которые характеризуют возможность полного замещения ТО, параллельного выполнения ТО, достижения одинаковых результатов разными технологическими средствами;
- отношения порядка ($\sigma_i^t \leq \sigma_s^t, \sigma_i^r < \sigma_o^r$), определяющие обязательность последовательности выполнения ТО;
- отношения доминирования ($\sigma_i^t \gg \sigma_s^t$), устанавливающие предпочтение (превосходство) одних ТО другим.

Каждая реализация конкретного элемента ТО определяется рядом параметров (характеристик):

- идентификатором ($\theta_i^p, \Sigma_i^s, \Psi_i^u, P_i^v, T_i$);
- классификационными признаками ($k_a(\theta_i^p), \dots, k_r(T_i)$);
- показателями технологической документации $P_j (\theta_i^p, \Sigma_i^s, \Psi_i^u, P_i^v, T_i)$

Технологический переход (T_n) – совокупность параметров ТО, обеспечивающих взаимно однозначное соответствие состояний и содержания выходов предшествующей ТО (Ω_w^r) и входов последующей ТО (Ω_v^{r+1}), т.е. $\Omega_w^r \leftrightarrow \Omega_v^{r+1}$.

Здесь существенным моментом является достижение всех необходимых видов совместимости: технологической; информационной; программной; технической; организационной; правовой и др.

Прагматическая модель получения знаний ИПТ учитывает ценность (полезность) знаний с точки зрения их источника (разработчика) и приемника (изготовителя), а также интегральной ценности (полезности) этих знаний для АС КТПП, в состав которой входят источник и приемник.

Для реализации прагматической модели оценки знаний ИПТ в работе предложена методика оценки выгод от свойств адаптации модели совокупной стоимости владения (Total Cost of Ownership – TCO) с учетом введения ряда модификаций в целях оценки ее как интеллектуального капитала.

Эффективность применения предлагаемых ИПТ (E_{IR}) рассчитывается по формуле

$$E_{IR} = V - Z,$$

где V – выгода от применения ИПТ; Z – затраты на внедрение ИПТ. При этом

$$V = V_{IT} + I,$$

где V_{IT} – выгода от применения ИПТ; I – общие инвестиции.

При этом

$$I = mI_1 + \mu I_2,$$

где I_1 – расходы на применение ИПТ и соответствующие им инвестиции; I_2 – прирост инвестиций в зависимости от скорости изменения расходов на применение ИПТ и соответствующие им инвестиции, а m и μ – константы, отображающие воздействия на инвестиционные процессы соответственно мультипликатора и акселератора.

В работе отмечено, что задача построения методического, программного и организационного обеспечения АС КТПП, в свою очередь, решается посредством определения состава функционально-управляющих блоков (ФУБ), включающих алгоритмы основных процессов производства изделия. При этом выделяются следующие компоненты: поддержки производ-

ственной спецификации изделия, формирование конструкторско-технологических решений (КТР), анализ и контроль исполнения КТР.

Таким образом, предложенная в работе информационная инфраструктура механизма АС КТПП, позволяет обеспечить взаимодействие конструкторов, технологов, специалистов в разработке конструктивно-технологических решений, придать адаптивные свойства процессам проектирования и производства во всей информационно-коммуникационной среде, существенно влияя, при этом, на повышение эффективности и конкурентоспособности производимых изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Засканов В.Г.* Анализ процедур моделирования и описания процессов проектирования организации производства / *Засканов В.Г., Савин М.В., Попов П.М.* // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14. № 4-3. – С. 887-890.
2. *Засканов В.Г.* Методы и алгоритмы для расчетов по определению трудоемкости летательных аппаратов / *Засканов В.Г., Павлов В.Г., Махитько В.П.* // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 4-1. С. 312-320.
3. *Засканов В.Г.* Методы оценки показателей надежности изделий по результатам испытаний / *Засканов В.Г., Махитько В.П., Савин М.В.* // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 6-1. С. 293-299.
4. *Оглезнев Н. А.* Организация и управление процессами труда и производства на заводах машиностроительного профиля: учеб. пособие / *Оглезнев Н. А., Засканов В. Г., Филин Г. С.* – Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Самарский гос. аэрокосмический ун-т им. академика С. П. Королева». Самара, 2007.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF ENHANCING THE EFFECTIVENESS OF THE DESIGN PROCESS, PRODUCTION AND OPERATION OF AERONAUTICAL PRODUCTS

© 2015 V.G. Zaskanov, D.U. Ivanov

Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The analysis of the state of the domestic and foreign aviation industry and the methodological aspects of improving the effectiveness of the design, manufacture and operation of aeronautical products in a unified information and communications environment.

Keywords: Aviation products, life cycle, design, production, exploitation, efficiency.

Viktor Zaskanov, Doctor of Technics, Professor at the Industrial Organization Department.

E-mail: zaskanov@mail.ru

Dmitry Ivanov, Doctor of Economics, Head at the Industrial Organization Department. E-mail: ssau_ivanov@mail.ru