

Калачанов В.Д.

Доктор экономических наук, профессор.

Кругляева Е.А.

Развитие авиационного приборостроения с использованием информационных технологий (на примере создания радаров для боевой авиационной техники)

Рассмотрены основные направления возможной автоматизации производственных процессов при разработке, опытно-модельном и серийном производстве изделий авиационного приборостроения. Проанализированы основные информационные системы и программные продукты, эффективно используемые в авиационном приборостроительном производстве, сделан вывод о целесообразности и экономической эффективности использования указанных информационных систем для создания БРЛС для современной боевой авиационной техники.

В современных экономических условиях функционирование предприятий авиационного приборостроения отличается высоким уровнем конкуренции с западными производителями авиационных вооружений. Уникальный характер технологии их производства подтверждается тем, что всего несколько государств в мире способны самостоятельно разрабатывать и производить всю номенклатуру авиационного приборостроения.

Устойчивая работа предприятий – разработчиков и производителей бортовых радиолокационных систем (БРЛС) невозможна без использования современных методов управления материально-техническим снабжением основного производства. На фоне усиления процессов интеграции предприятий всех подотраслей авиационной промышленности, включая приборостроение, одним из основных направлений повышения эффективности производства как отдельных предприятий, так и интегрированных производственных структур является совершенствование и оптимизация материально-технического снабжения основного производства.

На большинстве предприятий авиационного приборостроения при организации разработки и производства авиационных вооружений уже на начальных стадиях формирования и реализации производственных программ активно используются современные средства и методы информационного менеджмента.

В настоящее время организация разработки производства наукоемкой продукции в оборонной промышленности представляется невозможным без проведения ком-

плексного технико-экономического анализа как самого номенклатурного ряда создаваемой техники, так и анализа инновационного производственно-конструкторского и технологического потенциала предприятий – разработчиков и производителей этой техники. Одной из основных подотраслей оборонной промышленности, во многом определяющей конкурентоспособность создаваемых военной техники и вооружений (ВВТ), является подотрасль авиационного приборостроения. В 2008 году Указом Президента Российской Федерации все основные предприятия подотрасли переданы в хозяйственное ведение Государственной корпорации «Ростехнологии», в которой создано специальное подразделение – Управление авиационных систем и агрегатов, которое осуществляет единую научно-техническую и промышленную политику данной подотрасли.

Наиболее технологически и инновационно сложной продукцией авиационного приборостроения являются бортовые радиолокационные системы (БРЛС), жизненный цикл создания которых требует 3-4 года с подключением к головной организации десятков соисполнителей и привлечения сотен миллионов долларов из различных источников финансирования.

Анализ динамики развития самолетной радиолокации дает яркую картину трансформации во второй половине XX века этого технического средства, решавшего при своем появлении практически одну конкретную задачу – обнаружение цели в свободном пространстве, в сложнейшую интеллектуальную систему, обеспечивающую выполнение целого набора важнейших

функций и задач авиационных комплексов, способную адаптироваться к еще более сложным новым условиям.

Значение самолетной радиолокации существенно возросло за этот период и в связи с появлением ракет класса «воздух-воздух», изменивших тактику применения истребительной авиации, что потребовало качественного изменения БРЛС путем увеличения дальности их действия и расширения функций. Фактически к настоящему времени авиация стала решать стратегические задачи, что показали вооруженные конфликты за последние 15-20 лет.

Поэтому при выявлении закономерностей развития радиолокационных систем особое значение в анализе приобретает выявление:

- причинно-следственных связей между развитием тактико-технических требований и характеристик БРЛС, с одной стороны, и возможностями их реализации – с другой;

- соотношения между эволюционным и революционным путями развития радиолокационных систем и комплексов с выявлением предельных факторов, определяющих необходимость перехода изделий из одного поколения в другое;

- периода вызревания необходимости перехода к следующему поколению. Переход к следующему поколению БРЛС необходим, когда тактико-технические возможности предыдущего поколения исчерпаны в условиях действия новых тактических требований, а доработки и модернизация существующих изделий предыдущего поколения не могут обеспечить требуемого от них дальнейшего роста тактико-технических характеристик из-за:

- изменения тактики боевых действий и возможностей потенциального противника;

- поставленной задачи достижения либо паритета, либо превосходства над усиливающим свои технические возможности противником;

- отсутствия необходимых технических средств (технологии, материальной базы, в том числе, компонентной и элементной базы);

- отсутствия кадров с необходимой квалификацией, способных осознать необходимость такого перехода, добиться выделения необходимых инвестиций и решения орга-

низационно-кадровых вопросов для его реализации, а, главное, способных создавать технику нового поколения;

- отсутствия своевременной подготовки научных и инженерных кадров к работе по созданию изделий нового поколения в том числе путем корректировки вузовских программ и введением в них новых разделов и даже дисциплин.

Подробное рассмотрение развития бортовых радиолокационных систем и комплексов истребительно-ударной реактивной авиации (на примере отечественной) показывает превращение радиолокации из средства, дававшего ограниченную информацию об одиночной цели, в мощную интегрированную на основе радара информационно-управляющую многоцелевую многофункциональную высокоинтеллектуальную систему (обеспечивающую эффективное взаимодействие человека с автоматом), способную одновременно обнаруживать и сопровождать большое количество целей и обстреливать часть из них в соответствии с количеством ракет, имеющихся на борту самолета. Эта система должна иметь широкий набор функций и быть способной адаптироваться к новым условиям и функциям, она должна распознавать цели (что является типичным для интеллектуальной системы, управляющей различными типами оружия), определять их приоритет по степени опасности и выбирать из имеющегося на борту оружия его тип, необходимый для поражения данной цели.

Радиолокационные системы могут также успешно использоваться не только на борту истребителей и многофункциональных самолетов, но и в беспилотных летательных аппаратах (БЛА) и других типах и классах летательных аппаратов. Опыт последних боевых действий Израиля в Ливане показал высокую эффективность применения БЛА, совершивших там за короткий период 1350 боевых вылетов для разведки целей, обнаружения и наблюдения за ними. На них устанавливалась аппаратура массой до 250 кг, в том числе многорежимная РЛС с синтезированной апертурой. Наряду с широким применением указанных БЛА в настоящее время в США ведутся работы по новому способу снижения заметности стратегиче-



ских бомбардировщиков В-2 с помощью использования сменных поверхностных панелей, наиболее соответствующих выполняемым функциям, что потребует от авиационных БРЛС повышения эффективности их обнаружения.

В приведенной далее таблице 1 представлены основные тактико-технические характеристики продукции, производимой ОАО «Корпорация «Фазотрон - НИИР».

Необходимо отметить, что создание РЭК поколения «4+» на основе радиолокационной системы во многом не только предвосхитило, но и аппаратурно реализовало ряд возможностей РЭК поколения «5».

Это приводит к следующим результатам:

– далеко не все возможности, заложенные в БРЛС поколения «4+», сегодня в полной мере осознаны, из чего следует, что предстоит большая работа по их дальнейшему пониманию, использованию;

– часть работ по созданию РЛС поколения «5» уже использована в качестве задела достижения при создании РЛС поколения «4+» и может использоваться при создании систем поколения «5». В известной степени это позволяет считать поколение «4+» по ряду качеств поколением «5-».

Совершенно очевидно, что одной из ключевых проблем создания РЭК на основе РЛС поколения «5» становится надежность, т.к. такой РЭК является сложно организованной технической системой, поскольку искусственный интеллект предполагает решение не фиксированного набора ряда предопределенных задач и выполнения конкретных функций, а многообразных задач и функций, в том числе возникающих в процессе адаптации к условиям боевого применения.

Таблица 1 – Характеристика продукции, производимой ОАО «Корпорация «Фазотрон - НИИР»

Вид	Наименование	Характеристика
Самолетные радары и СУВО (системы управления вооружением и обороной)	БРЛС «Жук», «Жук – МЭ» (МИГ-29 СМТ), «Жук – МСЭ» (Су-30), «Жук – МФЭ», «Жук – МСФЭ» (Су-27 КУБ), «Копье – 21» (МИГ-21), «Копье – 25» (Су-25, Су-39)	«Воздух-воздух»: Обнаружение целей с измерением скорости и дальности (в свободном пространстве на фоне земли (моря)); сопровождение значительного числа целей с сохранением обзора в пространстве и одновременная атака нескольких из них; обнаружение и атака вертолетов в режиме «висения»; целеуказание, подсчет целей и радиокоррекция ракетам. «Воздух - поверхность»: Картографирование; укрупнение масштаба; обзор морской поверхности; обнаружение движущихся наземных и морских целей, их сопровождение; измерение дальности до земли: измерение скорости носителя; информационное обеспечение маловысотного полета; целеуказание ракетам.
Радары для наземных зенитно-ракетных пушечных комплексов (ЗРПК)	Радиолокационная система сопровождения целей и управления оружием ССЦУО «Шлем»	Работа как в статическом состоянии, так и в движении по широкому классу целей – самолетам, вертолетам, дистанционно-пилотируемым летательным аппаратам, высокоточному оружию, подвижным наземным объектам; высокая точность целеуказания и наведения оружия, помехозащищенность; использование для ЗРПК, транспортируемых любыми средствами (гусеничными, колесными, на кораблях).

Продолжение таблицы 1

Вид	Наименование	Характеристика
Вертолетные радары и СУВО	БРЛС «Копье – А» (К-28), «Копье», «Копье – М», «Копье – Ф» (для легкомоторной авиации и вертолетов), «Копье – Щ».	Контроль территории при охране морских границ с радиусом обзора до 250 км; поиск и обнаружение воздушных, надводных и наземных объектов, в том числе и малоразмерных (шлюпок, катеров, автомашин); обнаружение береговой линии и картографирование земной поверхности с выбором различных зон обзора и масштабов; обнаружение и определение координат метеообразований (грозовых фронтов, ливневых осадков и т.д.); обнаружение препятствий и определение рельефа местности для информационного обеспечения маловысотного полета; применение управляемого и неуправляемого вооружения; определение государственной принадлежности.
	Радиолокационный комплекс (РЛК) «Арбалет» (К-52).	Получение радиолокационного изображения местности с высоким разрешением для оперативного решения навигационных и боевых задач; выдача целеуказания управляемым и неуправляемым вертолетным средствам поражения по наземным и воздушным целям; управление высокоточным оружием; обеспечение маловысотного полета; обеспечение круглосуточного всепогодного применения боевых вертолетов; картографирование; обеспечение атаки наземных, надводных и воздушных целей с применением управляемого и неуправляемого вооружения; обнаружение атакующих вертолет самолетов, вертолетов, ракет и снарядов; коррекция навигационной системы и обеспечение посадки на необорудованные площадки.
Составные части	Целевые антенные решетки (ЩАР) для БРЛС. Мощные малогабаритные усилители мощности для бортовых РЛС. Широкоугольный коллиматорный индикатор (ШКИ). Бортовая цифровая вычислительная машина БЦВМ Ц181Ф.	Аппаратная регистрация данных в процессе работы в целях объективного контроля работы аппаратуры, программного обеспечения и действий экипажа. БЦВМ может быть использована для управления работой РЛС, многофункциональных систем отображения информации, обработки данных в бортовых навигационных системах, СУВО.
	Цифровой процессор сигналов Ц501Ф1.	Обработка сигнала в реальном времени в БРЛС, работающих в сложных условиях эксплуатации.



Однако, следует отметить, что достижения тактико-технических характеристик и конкурентоспособности продукции в современных условиях при разработке и производстве БРЛС невозможно без автоматизации основных этапов управления на предприятиях приборостроительного комплекса.

Последние годы характеризуются переходом многих российских предприятий оборонной промышленности и ее основных подотраслей от выжидательной позиции, для которой был характерен отказ от проектов, связанных с автоматизацией и информатизацией, к активной политике внедрения информационных систем различных классов. Возникновение и совершенствование достижений в этой области связано с научно-техническим прогрессом, развитием нанотехнологий и созданием персональных компьютеров, а также развитием средств телекоммуникаций, сетей и новых методов передачи информации. Все это привело к созданию глобального информационного пространства, эффективное использование которого в любой деятельности возможно только с помощью современных методов и способах сбора, обработки и передачи информации. Информация приобретает новое значение и становится одним из важнейших и наиболее дорогостоящих ресурсов общественного производства, усиливая приток кадров в сферу ее создания и распределения.

В течение последнего десятилетия в различных подотраслях оборонной промышленности, в том числе в авиационном приборостроении в составе РЭК, происходит интенсивное внедрение новых информационных технологий. Эти технологии направлены на повышение эффективности всех производственных процессов по созданию новых изделий.

На первом этапе, как правило, происходит внедрение информационных систем проектирования и подготовки производства, которые позволяют увеличить производительность и повысить качество труда конструкторов, технологов, инженеров. Затем внедряются информационные системы производства. При внедрении различных классов систем актуальным являются вопросы

организации управления проектированием и производством на основе новых интегрированных информационных технологий с целью создания единого информационного пространства между разработчиком и производителем изделия. Эти вопросы решаются после накопления определенного задела по внедрению информационных систем и возлагаются на системы, обеспечивающие управление проектированием и производством, которые генерируются всей совокупностью программного обеспечения предприятия. На современном этапе большинство предприятий авиационного приборостроения при проектировании и производстве В и ВТ переходят на внедрение новых программных продуктов управления жизненным циклом всего изделия. Однако внедрение таких систем сопряжено с целым рядом проблем как технического, так и организационного характера.

Необходимость разработки и внедрения новых методов информационной поддержки проектирования и производства оборонной продукции в авиационном приборостроении, как фактора повышения эффективности организации производства и управления предприятием РЭК, обусловлена следующими теоретическими и практическими причинами.

Во-первых, успешная реализация производственной программы предприятия определяется не только качеством ее подготовки и наличием детального плана реализации, но и эффективной организацией процесса мониторинга и контроля ее осуществления.

Во-вторых, процесс организации производственной деятельности на предприятиях авиационного приборостроения основан, в частности, на различных видах информации, используемой для принятия управленческих решений. Поэтому своевременность и достоверность информации становятся одними из ключевых факторов, обеспечивающих возможность повышения эффективности производства.

В-третьих, в последнее время получили широкое распространение различные классы информационных систем, позволяющие прогнозировать и планировать производст-

венную деятельность предприятия. Однако применяемые в настоящее время на предприятиях радиоэлектронного комплекса информационные системы в своей основе содержат в большей степени финансовые показатели, что делает их ориентированными на ретроспективу и не позволяет их использовать для оперативного управления производственными процессами. Такая ситуация обуславливает необходимость использования более комплексных интегрированных информационных систем проектирования и производства оборонной продукции, позволяющих осуществлять всесторонний анализ данных и обеспечивать принятие адекватных управленческих решений.

Сегодня в России культура применения информационных технологий и систем в экономике находится на этапе формирования. Поэтому многие теоретические и методологические аспекты разработки корпоративных информационных систем, а также вопросы построения эффективной системы управления разработкой и производством продукции на предприятиях авиационного приборостроения на основе внедрения информационных технологий не имеют достаточной разработанности.

Анализ рынка российских и зарубежных базовых систем для разработки корпоративных информационных систем для предприятий авиационного приборостроения приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ рынка российских и зарубежных базовых систем для разработки информационных систем для предприятий авиационного приборостроения

№ п/п	Наименование системы	Поставщик системы	Сегмент рынка				Этап отбора	Класс
			крупнейшие	крупные	средние	малые		
1	Maconomy 8.0	Компания FTS Maconomy		X	X		T	ERP
2	Парус 8.5.1.1	НТЦ Мик-Информ, Парус		X	X		T	ERP
3	Галактика	Корпорация Галактика		X	X		T	ERP
4	Syteline Budgeting	Фронтстеп		X	X		T	BPM
5	Microsoft Navision 3.60.03	Адиком системс, ЦентрИнвест			X		T	ERP
6	Ахарта	Columbus IT Partner		X			2	ERP
7	Комтех	Бухгалтерия Комтех			X	X	2	КИС
8	КИС Флагман 5.6.0.1	Инфософт		X	X		2	КИС
9	Эталон	Цефей	X	X			2	КИС
10	«Аккорд» 5.1	Атлант-Информ			X		2	КИС
11	Active Planner	Эпикрус		X			2	Бюджет
12	Cognos Planning 7.1	Робертсон&Блумс Раша, ИнфоЧейн	X	X			2	Бюджет
13	Hiperion Pillar	Ланит		X	X		2	Бюджет
14	Comshare	Корус Консалтинг		X			2	Бюджет
15	АССРАС Advantage Series	VDEL		X	X		2	Бюджет
16	IFS Applications Финансы	КФС		X			2	Финансы
17	Инталев. Корпоративные финансы. Вер. 3	1-ый архитектор бизнеса				X	2	Бюджет
18	Система Реал 1.51	Бизнес Консоль			X	X	2	Бюджет
19	Тектон	ИнтелГрупп		X	X		2	Бюджет
20	System 21	Системы – 21 (GEAC)			X		1	КИС
21	Апрель	Инистек			X		1	КИС
22	Бухта	Бухта			X		1	КИС



Продолжение таблицы 2

№ п/п	Наименование системы	Поставщик системы	Сегмент рынка				Этап отбора	Класс
			крупнейшие	крупные	средние	малые		
23	ИНЭК/бюджетирование	ИНЭК				X	1	Бюджет
24	Алеф	Алеф Консалтинг & Софт			X		1	Бюджет
25	Красный директор 4.0	БМикро				X	1	Бюджет
26	КИС Millenium ERP 2.7.2	Бизнестехнология			X		1	КИС
27	Тор - Консультант	Центр международного бизнеса				X	1	Бюджет
28	Контур Корпорация. Бюджет	ИнтерсофтЛаб			X	X	1	Бюджет
29	КИС Бюджетирование	КИС			X	X	1	Бюджет
30	Scala	Scala		X	X		1	ERP
31	BAAN 5.0	Баан Евразия Альфа Интегратор	X	X			1	ERP
32	J.D. Edwards	Робертсон & Блумс Раша	X	X			1	КИС
33	iRenaissance Financials	Интерфейс		X	X		1	ERP
34	MFG/PRO	Интерфейс		X	X		1	КИС
35	БОСС Корпорация	АйТи			X	X	1	Финансы
36	1С:Рарус Бюджетное планирование 1.0	1С: Рарус				X	1	Бюджет
37	Монополия	Meijin			X		1	Фин. анализ
38	ALFA	Информконтакт			X		1	КИС
39	Бэст-про	Интеллект-сервис			X		1	КИС
40	ABACUS Financial	Омега		X	X		1	КИС
41	КАИССА	Борлас			X		1	Фин.анализ
42	МК Manufacturing	Мебиус		X	X		1	КИС
43	Гепард	Эйс			X	X	1	Финансы
44	М-3	КСТ-МЗ		X	X		1	КИС
45	Магнат	Магнат			X		1	Бюджет
46	MAX	ICL			X		1	КИС
47	RS-Balance 2.80	R-Style			X	X	1	Фин. анализ
48	Corporate Planner	Corporate Planning			X		1	Бюджет
49	Эверест	Аит			X		1	-
50	Акант	Акант			X		1	-
51	BS Integrator	Бизнес-сервис		X	X		1	КИС
52	mySAP	SAP	X				1	ERP
53	Hansa Financials 4.0	Ханса Бизнес Солюшнс СНГ		X	X		1	ERP
54	Гроссмейстер	Гроссмейстер			X	X	1	КИС
55	Oracle Applications Financial Analyzer	Oracle	X				1	Бюджет

Выбор программного решения для управления данными об изделии для предприятия РЭК определяется рядом факторов: функционал системы, возможности адаптации решения к потребностям данного предпри-

ятия, стоимость и длительность внедрения решения, практика внедрения данного решения в отрасли, наличие положительного опыта внедрения решения поставщика системы.

Для построения системы управления данными может быть рассмотрено несколько вариантов выбора программных решений.

А. Весь комплекс программных продуктов PLM – решений от одного поставщика.

На текущий момент полного решения, которое бы обеспечивало выполнение всех задач на данном предприятии в рамках концепции PLM от одного поставщика, не существует. Однако, программные продукты таких крупных поставщиков программного обеспечения, как Dassault Systems и Siemens PLM Software охватывают основные ключевые подсистемы. Преимуществом подхода, когда применяется максимальное использование решений от одного поставщика, является высокий уровень интеграции программных продуктов входящих в состав решения. Недостатком такого подхода является сложность выбора программных продуктов, наиболее точно по функционалу и масштабу отвечающих потребностям предприятия, что приводит к недостатку функционала программного обеспечения на одних участках и превышения функционала с большей стоимостью программного обеспечения на других.

В. Выбор программных продуктов на основе наиболее полного соответствия функционала системы решаемым задачам в каждой подсистеме. Интеграция между приложениями в данном случае осуществляется на основе стандартных форматов обмена данными между приложениями. Недостатками такого подхода является низкий уровень интеграции программных продуктов и высокая стоимость осуществления такой интеграции.

Соответственно, можно сделать следующие выводы:

1. Повышение тактико-технических характеристик боевой авиационной техники и ее составных частей, включая БРЛС и другие изделия авиационного приборостроения, в настоящее время немыслимо без внедрения методов и процедур автоматизации на всех этапах разработки и производства этих

изделий, а также на этапе их послепродажной эксплуатации.

2. Анализ информационных систем, эксплуатируемых в настоящее время и предлагаемых к внедрению в авиастроительном производстве, позволяет сделать вывод, что эти системы могут быть эффективно внедрены на основных стадиях жизненного цикла в авиаприборостроении только при проведении экономических исследований по следующим направлениям:

- реинжиниринг основных производственных процессов в опытном и серийном производстве БРЛС;

- подготовка организационно-экономических предложений в части автоматизации производственных процессов в опытном и серийном производстве БРЛС;

- анализ существующих методов информационного менеджмента и информационных систем, которые могут быть применены для автоматизации основных производственных процессов в опытном и серийном производстве БРЛС;

- выбор и экономическое обоснование информационной системы, которая наиболее экономически целесообразна при автоматизации основных производственных процессов в опытном и серийном производстве БРЛС.

Список использованных источников

1 А. Канашенков, И. Рыжак, А. Осокин Динамика развития самолетной радиолокации // Аэрокосмический курьер, № 3, 2008. – М.: Издательский дом «Созвездие-4».

2 А.И. Синани НИИП: перспективы связаны с АФАР // Аэрокосмическое обозрение, № 6, 2008. – М.: Издательская группа «Бедретдинов и Ко».

3 Калачанов В.Д., Рыжко А.Л. и др. Информационный менеджмент на предприятии.- М.: Изд-во «Доброе слово», МАИ, 2006.

4 Семенова Т.П. Методы внедрения информационных систем при организации производства продукции авиаприборостроения в радиоэлектронном комплексе // Экономика и управление в машиностроении, № 4, 2009. – М.: Изд-во «МАТИ»-РГТУ им. К.Э. Циолковского.

5 Кругляева Е.А., Калачанов В.В. Экономический механизм организации разработки и производства наукоемкой продукции с использованием информационных систем (на примере авиационного приборостроения) // Организатор производства, № 3, 2009.-М.: Изд-во «Экономика и финансы».