

УДК 338.45

© Е.А. КРУГЛЯЕВА, В.В. КОРОЛЕВ, 2009

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СНАБЖЕНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ (НА ПРИМЕРЕ БОРТОВЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ)

---

Екатерина Александровна КРУГЛЯЕВА родилась в городе Дедовске Московской области. Старший преподаватель МАИ. Основные научные интересы — в области экономических процедур организации материально-технического снабжения при производстве радаров для летательных аппаратов с использованием информационных технологий. Автор шести научных работ. E-mail:kruglyaeva@yandex.ru

Ekaterina A. KRUGLIAYEVA, was born in the Moscow Region. She is an Senior Assistant Professor at the MAI. Her research interests are in economical techniques of computer-aided logistics management for manufacturing of aircraft on-board radar systems. She has published 6 technical papers. E-mail: kruglyaeva@yandex.ru

---

Вадим Владимирович КОРОЛЕВ родился в 1964 г. в городе Москве. Начальник военного представительства Минобороны России в ОАО «ТУПОЛЕВ». Аспирант МАИ. Основные научные интересы — в области методов автоматизации процессов разработки и производства летательных аппаратов, а также их составных частей. Автор семи научных работ. E-mail:kaf506@mai.ru

Vadim V. KOROLIOV, was born in 1964 in Moscow. He is the Head of the MoD Military Representative Office at the Tupolev Public-Stock Company as well as he is working towards his Ph.D. degree at the MAI. His major research interests are in computer-aided design and manufacturing for aircraft and their components. He has published 7 technical papers. E-mail: kaf506@mai.ru

---

*В статье рассмотрены экономические основы автоматизации процессов материально-технического обеспечения разработки и производства бортовых радиолокационных комплексов для летательных аппаратов нового поколения. Предложены основные направления внедрения информационных систем при организации производственных процессов по созданию данной наукоемкой продукции на головных предприятиях оборонного комплекса.*

*An economical framework of computer-aided logistics management for manufacturing of aircraft components is presented as applies to on-board radar systems for a new generation aircraft. Major ways are discussed to realize information systems intended for manufacturing processes management as applies to development of this high-technology systems at main defense industry enterprises.*

**Ключевые слова:** организация производства, бортовые радиолокационные комплексы, информационные системы.

**Key words:** manufacturing organization, on-board radar systems, information systems.

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.

Поэтому в настоящее время представляется актуальной разработка экономических методов материально-технического снабжения предприятий — разработчиков и производителей радиолокационных систем и комплексов с использованием информационных систем. Для этого представляется необходимым:

1. Провести анализ состояния и особенностей развития материально-технического снабжения основного производства отечественных предприятий — разработчиков и производителей бортовых радиолокационных систем. На основе анализа состояния и перспектив развития производственного потенциала отечественных предприятий, разрабатываемых и производящих бортовые радиолокационные системы, научно обосновать вывод о необходимости формирования интегрированной информационной системы управления материально-техническим снабжением предприятий авиационного приборостроения.

2. Раскрыть содержание и основные характеристики материально-технического снабжения основного производства предприятий — разработчиков и производителей бортовых радиолокационных систем. Разработать и формализовать комплекс взаимосвязанных процессов материально-технического снабжения в основном производстве предприятий — разработчиков и производителей бортовых радиолокационных систем с использованием корпоративных информационных систем.

3. Разработать основные бизнес-процессы материально-технического снабжения основного произ-

водства предприятий — разработчиков и производителей бортовых радиолокационных систем головного предприятия авиационного приборостроения, в том числе в ОАО «Корпорация «Фазотрон — НИИР» и ОАО «НИИП им. В.В. Тихомирова». Экономически обосновать функциональный состав информационной системы управления материально-техническим снабжением с учетом специфики производства на предприятиях — разработчиках и производителях бортовых радиолокационных систем.

4. Разработать модель взаимосвязи данных в информационной системе управления материально-техническим снабжением в основном производстве предприятий — разработчиков и производителей бортовых радиолокационных систем, которая обеспечивает эффективное информационное взаимодействие всех элементов системы и их взаимосвязь. На этой основе осуществить выбор наиболее целесообразной корпоративной информационной системы для автоматизации процессов и процедур материально-технического снабжения производства бортовых радиолокационных систем.

5. Обосновать критерии качества и технико-экономические критерии оценки эффективности внедрения информационных систем управления материально-техническим снабжением на предприятиях — разработчиках и производителях бортовых радиолокационных систем.

6. Разработать метод оценки эффективности внедрения информационной системы управления материально-техническим снабжением предприятий — разработчиков и производителей бортовых радиолокационных систем, учитывающий особенности производства фазированных решеток и других составляющих частей производства радаров

В настоящее время организация разработки производства наукоемкой продукции в оборонной промышленности представляется невозможной без проведения комплексного технико-экономического анализа как самого номенклатурного ряда создаваемой техники, так и 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.

Наиболее технологически и инновационно сложной продукцией авиационного приборостроения являются бортовые радиолокационные системы (РЛС), жизненный цикл создания которых составляет три-четыре года с подключением к головной организации десятков соисполнителей и при-

влечения сотен миллионов долларов из различных источников финансирования.

Головными предприятиями по созданию РЛС в оборонной промышленности исторически являются ОАО «Корпорация «Фазотрон — НИИР»» (г. Москва), которая разрабатывает и производит РЛС для боевых самолетов типа «МиГ» и ОАО «Научно-исследовательский институт им. В.В. Тихомирова» (г. Жуковский, Московская область), которое разрабатывает и производит РЛС для боевых самолетов типа «Су».

Новейшей разработкой ОАО «Корпорация «Фазотрон — НИИР»» является радиолокационная станция «Жук-АЭ». Работы по активной фазированной антенной решетке (АФАР) ведутся в ОАО «Корпорация «Фазотрон-НИИР»» с 2004 года. РЛС получила название «Жук-АЭ» и предназначена для установки на экспортный истребитель МиГ-35, который в настоящее время активно продвигается ОАО РСК «МИГ» на 10-миллиардный индийский тендер на закупку 126 истребителей. В конце 2006 года опытный образец РЛС с АФАР «Жук-АЭ» (FGA-29) установлен на борт демонстрационного экземпляра самолета МиГ-35 (переоборудованный МиГ-29М2 с бортовым номером «154»). Самолет дебютировал на индийской выставке в Бангалоре в феврале 2007 года. Радар «Жук-АЭ», предназначенный для размещения на истребителе легкого класса, имеет уменьшенное количество ППМ (до 680), массу около 220—240 кг, антенну диаметром 575 мм. Ожидается, что дальность обнаружения воздушных целей составит 130 км. Он может сопровождать до 30 воздушных целей и обеспечить одновременный обстрел 8 из них. В настоящее время радар «Жук-АЭ» находится в стадии летных испытаний, в этом году планируется изготовить два полноразмерных образца «Жук-АЭ» для установки на МиГ-35. Таким образом, первый российский боевой самолет с АФАР достигнет операционной готовности не раньше 2010 года. В случае провала с тендером радар «Жук-АЭ», возможно, будет установлен на палубных МиГ-29К/КУБ второго опциона (30 самолетов) для ВМС Индии.

Испытания радара на МиГ-35 велись с 2008 года. Задействованный в испытаниях прототип имеет меньшую антенную решетку по сравнению с серийным образцом. Ее диаметр 600 мм, с 680 приемно-передающими модулями (ППМ), что обусловлено нехваткой места в носовом конусе МиГ-35. Установка серийной антенной решетки диаметром 700 мм с 1064 модулями станет возможной за счет уменьшения массо-габаритных характеристик отдельных блоков радара. Разработчики МиГ-35, в свою очередь, обещали освободить дополнительное про-

странство в носовом конусе, уменьшив размер ряда самолетных систем.

В ходе летных испытаний были проверены предельные дальности действия радара в разных условиях, по различным воздушным и наземным целям, а также режимы радиолокационного картографирования. В ходе первых испытаний прототип показал дальность обнаружения целей 60—65 км. Однако затем разработчики повысили мощность ППМ, увеличив дальность до 130 км при сохранении размера антенной решетки. Кроме того, была решена проблема охлаждения антенны и импульсных усилителей тока. Дальность серийного «Жук-АЭ» с большой решеткой будет достигать 220—250 км.

Испытания показали преимущество выбранной разработчиками конструктивной схемы антенной решетки, которая позволяла быстро заменять ППМ без разборки радара. «Жук-АЭ» также отличается высокой степенью автоматизации, которую разработчики называют предвестником искусственного интеллекта, — радар сам выводит на дисплей 8 наиболее опасных целей из 30 отслеживаемых. Помимо этого, он способен распознавать групповую цель и идентифицировать цели по заранее известному облику.

При анализе закономерностей развития радиолокационных систем особое значение приобретает выявление:

- причинно-следственных связей между развитием тактико-технических требований и характеристик РЛС, с одной стороны, и возможностями их реализации — с другой;
- соотношения между эволюционным и революционным путями развития радиолокационных систем и комплексов с установлением предельных факторов, определяющих необходимость перехода изделий из одного поколения в другое;
- периода вызревания необходимости перехода к следующему поколению.

Подробное рассмотрение развития 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 адаптиро-

Наименование	Период			
	50-е гг.	60-е гг.	70-е гг.	80-е гг. 1990 – 2000 гг.
Вид бортового радиоэлектронного комплекса на основе радиолокационной системы (самолет – носитель)	1	2	3	4+
	РЛС «Изумруд» (МиГ-17)	РЛС «Тайфун» (Су-15ТМ) РЛС «Сапфир-21» (МиГ – 21) РЛС «Орел» (Су-15) РЛС РЛ-1 «Сокол» (Як-25) РЛС «Изумруд-2» (МиГ-19)	РЛП «Смерч» (Ту-128) РЛС «Смерч-А» (МиГ-25)	СУВ С29 на основе РЛС Н019 (МиГ-29) СУВ С27 на основе РЛС Н001 (Су-27)
Состав системы	РЛС + СРП (механ.) РЛС – радиолокационная станция	РЛС + СРП (аналог.) СРП – счетно-решающий прибор	РЛС + ТП + СРП (аналог.) ТП – теплотелегатор	РЛПК + ОэПрНК + СРП (цифр.) + скоплексированные радиотехнические системы РЛПК – радиолокационный прицельный комплекс
Функции	Добн = 11 км («Изумруд») Нц = 1/1 Нц – количество обнаруживаемых/атакуемых целей	Добн = 50 км («Тайфун») Добн = 18 км («Сапфир-21») Добн = 28,5 км («Орел») Добн = 36 км («Сокол») Нц = 1/1	Добн = 50 км («Сапфир - 23») Добн = 71,5 км («Сапфир - 25»)	Добн = 80 км (Н019) Добн = 180 км (Н001) Добн = 57 км («Копье – 21И») Добн = 70 км («Копье – М») Добн = 120 км («Жук – МЭ») Добн = 180 км («Жук – МСЭ»)
		Перехват в свободном пространстве в задней полусфере	Использование ракет «воздух–воздух» Нц = 1/1	Перехват на фоне земли в задней полусфере Нц = 2/2 Нц = 8/4 («Заслон») Нц = 8/2 («Копье»)
		Нц = 1/1	Нц = 1/1	Нц = 1/1
			Всеракурсный перехват на фоне земли, обеспечен групповых действий, атака нескольких целей	Всеракурсный перехват на фоне земли, обеспечен групповых действий, атака нескольких целей
				Распознавание классов и некоторые и атака высокоточным оружием; ос наземных и надводных объектов, из сопровождение; обход и облет преп картографирование земной поверхе
				Обнаружение на бол. большого количества; одновременное солпр наземных (надводны противолодственные сре адаптивное формиро возможности групппо

ваться 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.

В таблице представлена динамика развития авиационных радиолокационных систем с последовательным наращиванием их возможностей и функций, их состава, впервые примененных технических решений; приведены типы РЛС, их элементная база и основные компоненты с разделением по периодам и поколениям и основные компоненты с их разделением по периодам и поколениям.

### Выводы

Технико-экономический анализ организации разработки и производства указанных изделий ОАО «Корпорация “Фазотрон — НИИР”» показывает, что выполнение требований по тактико-техническим характеристикам РЛС, утвержденных ВВС и другими подразделениями Минобороны России, МЧС России и другими специальными службами, а также технических требований организаций авиационной промышленности — разработчиков летательных аппаратов возможно только при проведении экономических методических исследований по следующим направлениям исследований в части организации материально-технического снабжения производства РЛС:

1. Реинжиниринг основных производственных процессов в опытном и серийном производстве РЛС в части материально-технического снабжения указанных процессов.

2. Подготовка организационно-экономических предложений в части автоматизации материально-технического снабжения производственных процессов в опытном и серийном производстве РЛС.

3. Анализ существующих методов информационного менеджмента и информационных систем, которые могут быть применены для автоматизации основных производственных процессов в опытном и серийном производстве РЛС в части материально-технического снабжения указанных процессов.

4. Выбор и экономическое обоснование информационной системы, которая экономически наиболее целесообразна при автоматизации основных производственных процессов в опытном и серийном производстве РЛС в части материально-технического снабжения указанных процессов.

### Библиографический список

1. *Пядушкин М.* Радиолокационная станция «Жук-АЭ» готова к тендерным испытаниям // Show Observer MAKS 2009. С. 34.

2. *Семенова Т.П.* Экономический механизм организации производства в радиоэлектронном комплексе с использованием информационных технологий // Экономика, организация производства и информационный менеджмент в оборонной промышленности: Сб. науч. тр. Вып. № 3. М.: МАИ, НИИСУ, 2006.

3. *Семенова Т.П.* Разработка механизма организации процессов проектирования и производства радаров предприятиями радиоэлектронного комплекса // Научные доклады международной научной конференции «Гагаринские чтения». М.: «МАТИ»-РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2008.

4. *Bekikbaev T.* Bars radar system: tangible advantages // National Defense. Russian Arms & Military technologies. № 1, 2009.

5. *Канащенков А., Рыжак И., Осокин А.* Динамика развития самолетной радиолокации // Аэрокосмический курьер. 2008. № 3. М.: ИД «Созвездие-4».

Московский авиационный институт  
Статья поступила в редакцию 5.10.2009