

## СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОГЛАСОВАННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ С ТЕХНОЛОГИЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ- ИЗГОТОВИТЕЛЯ НА ЭТАПЕ ОСВОЕНИЯ

© 2010 Г. Х. Ирзаев

Дагестанский государственный технический университет

Предлагается система показателей, оценивающих согласованность конструкции радиоэлектронного средства с технологическими условиями предприятия-изготовителя на этапе освоения изделия. Результаты позволяют оценить технологичность изделия, преемственность технологических решений и определить направления дальнейшего совершенствования конструкции в целях сокращения производственных затрат.

*Радиоэлектронное средство, технологичность конструкции, преемственность технологии, технологическая подготовка производства, освоение, предприятие-изготовитель.*

Снижение затрат на подготовку и освоение выпуска радиоэлектронных средств (РЭС), сокращение длительности проектирования и технологической подготовки производства новых изделий требуют не только совершенствования процесса выполнения серийно-конструкторских работ, но и интеграции разработчика с предприятием-изготовителем для постоянного тесного взаимодействия по решению вопросов согласования конструкции РЭС с технологией изготовления. В алгоритме принятия решений по совершенствованию конструкции и технологии РЭС, повышению их качества и надёжности используются две взаимосвязанные системы показателей: технологичности и организационно-технического уровня действующего производства. Задачей управления процессом обеспечения технологичности РЭС является установление приемлемого соответствия уровня технологичности изделия организационно-техническому и технологическому уровню производства. Эти вопросы сегодня слабо структурированы и нуждаются в более глубокой проработке.

В радиоэлектронной промышленности и приборостроении сложились и ныне действуют две схемы организации конструкторской подготовки производства: совмещение функций разработчика и изготовителя РЭС на одном предприятии и специализация предприятия только на разработке либо серийном изготовлении

продукции. Техническая разобщённость научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, с одной стороны, и серийных предприятий, с другой, проявляется в разработке РЭС без должной привязки к конкретным производственным условиям предприятия-изготовителя и, как правило, без его участия, что приводит к удорожанию реализации проектов. Технологичность конструкций изделий (ТКИ) может быть недостаточно отработана также из-за неупорядоченности взаимосвязей, отсутствия координации совместных планов работ, несогласованности действий разработчика и конструкторско-технологических подразделений серийного предприятия в процессе освоения изделий.

Внедрение конструкторской документации (КД) и технологическая подготовка производства нового изделия на предприятии-изготовителе – важный этап для освоения и успешного налаживания процессов стабильного серийного производства, который включает в себя целый комплекс взаимосвязанных работ, состав и последовательность выполнения которых зависят от специфики конструкций РЭС и типа производства [1, 2]. Технологическая подготовка производства на предприятии-изготовителе начинается не позднее, чем на стадии технического проекта нового изделия. Практически активно включиться в отработку изделия на технологичность изготовитель может на

стадии разработки рабочей документации. Этап характеризуется активным согласованием конструкции с технологией изготовления, в результате которого вырабатывается компромиссное решение, приемлемое как для конструкторов, так и для технологов, а также проектированием и изготовлением средств технологической оснастки (СТО). Одним из важных источников информации об уровне технологичности изделий установившейся серии является статистика по извещениям об изменениях КД и технологической документации (ТД). Блок-схема отработки технологичности конструкций РЭС на этапе освоения и технологической подготовки производства показана на рис. 1.

В этих условиях необходимо находить достаточно рациональные формы организационно-технических связей и последовательной функциональной преемственности между опытным проектированием и хорошо отлаженным серийным производством в решении проблем внедрения последних научно-технических достижений, снижения затрат на подготовку и освоение серийного выпуска РЭС. Несомненно, разработка системы показателей, оценивающих согласованность конструкции РЭС с технологией изготовителя, способствует сокращению потерь времени и материальных средств на адаптацию проекта к условиям производства.

При отработке технологии изготовления в системе «изделие – технологический процесс» наблюдаются значительные колебания динамических процессов, существенно влияющие на качество изделия и его себестоимость. Для оценки влияния этих процессов на технологичность и степень согласованности конструкции РЭС со сложившимися на предприятии технологическими условиями целесообразно разработать оценочную систему, в основу которой заложен принцип преемственности существующей технологии, включая типовые технологические процессы предприятия-изготовителя, по отношению к вновь осваиваемым изделиям. Предлагаемая

система оценки включает в себя следующие показатели:

1. Коэффициент согласованности по деталям

$$K_{s1} = \frac{D_m - D_k}{D_m}, \quad (1)$$

где  $D_m$  – общее количество типоразмеров деталей в РЭС;  $D_k$  – количество типоразмеров деталей, изготовление которых сопряжено с освоением новой технологии.

2. Коэффициент согласованности по сборочным единицам

$$K_{s2} = \frac{R_t}{R_t + R_k} K_l, \quad (2)$$

где  $R_t$  – количество наименований сборочных единиц в изделии, для сборки которых используются типовые технологические процессы, освоенные для данного типа РЭС;  $R_k$  – количество наименований оригинальных сборочных единиц в изделии, для сборки которых требуется освоение новых технологических процессов;  $K_l$  – нормативный коэффициент сложности сборки РЭС, получаемый путём сравнения трудоёмкости сборочных работ в данном изделии  $T$  с трудоёмкостью сборочных работ в аналоге  $T_a$ :  $K_l = T/T_a$ .

3. Коэффициент согласованности по настройке

$$K_{s3} = \frac{F_t}{F_t + F_k} K_c, \quad (3)$$

где  $F_t$  – количество наименований функциональных узлов, которые могут быть настроены в соответствии с имеющимися для данного типа РЭС типовыми технологическими процессами;  $F_k$  – количество наименований функциональных узлов, настройка которых требует организации новых рабочих мест;  $K_c$  – нормативный коэффициент сложности настройки изделия, рассчитываемый аналогично  $K_l$  в формуле (2) и характеризующий относительное изменение трудоёмкости настроечных работ в изделии.

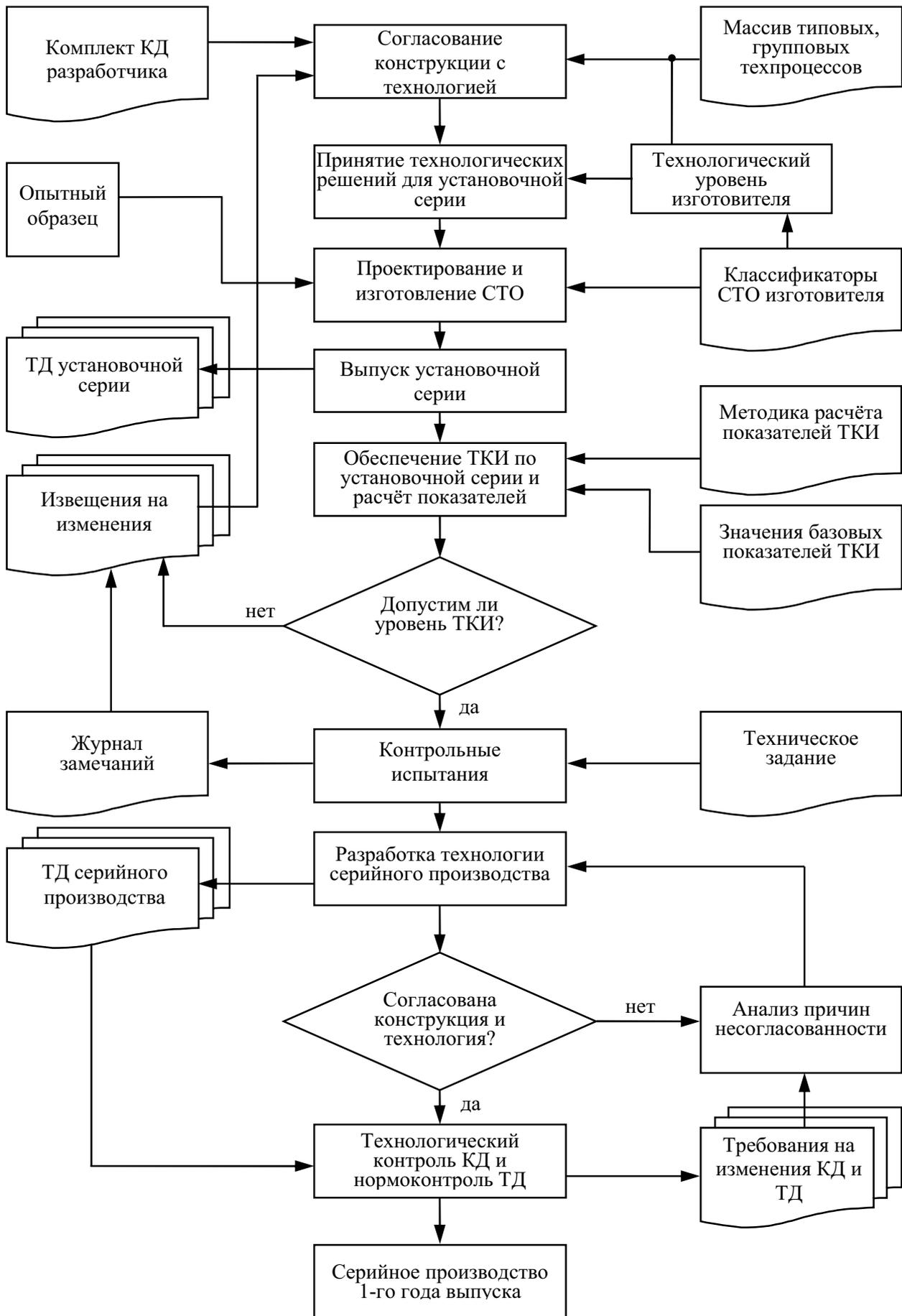


Рис. 1. Блок-схема обработки технологичности РЭС на этапах освоения и технологической подготовки производства

4. Коэффициент согласованности по технологической оснастке

$$K_{s4} = \frac{Z_t}{Z_t + Z_k}, \quad (4)$$

где  $Z_t$  – количество наименований технологической оснастки, имеющейся на предприятии-изготовителе и пригодной для изготовления нового РЭС;  $Z_k$  – количество наименований вновь разрабатываемой технологической оснастки, необходимой для изготовления нового РЭС.

5. Коэффициент согласованности конструкторской документации разработчика с технологией изготовителя

$$K_{s5} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^4 n_i b_i}{N}, \quad (5)$$

где  $n_i$  – количество изменений  $i$ -й категории сложности, вносимых в КД при производственно-технологической обработке конструкции РЭС;  $b_i$  – коэффициент значимости  $i$ -й категории сложности изменений, определяемый по предварительному согласованию с экспертами и исходя из усреднённых трудовых и материальных затрат на реализацию изменений в серийном производстве;  $N$  – объём КД на изделие, измеряемый в листах формата А4;  $i$  – категория сложности вносимых в КД изменений.

Рекомендуется разбить изменения на четыре категории: 1 – изменения носят уточняющий характер, т.е. устраняют незначительные описки, выносные, размерные линии, дополнительные размеры, небольшие поправки, не влияющие на конструкцию и технологию изготовления РЭС; 2 – изменения материалов, размеров, покрытий на неотчетливых деталях, замена комплектующих изделий, когда решение очевидно, не требует технологической подготовки производства, объём доработки оснастки и технологических процессов невелик; 3 – изменения в конструкции, размерах, материалах сложных деталей, требующие

изучения нескольких вариантов решений, проведения экспериментальных работ; 4 – изменения в конструкции, размерах, материалах сложных деталей, сборочных единиц, затрагивающие группу технологических процессов, в том числе сборку изделия и требующие проведения сложных расчётов, экспериментов, изготовления специальной оснастки, внедрения новой технологии, списания заделов.

Комплексный показатель согласованности конструкции осваиваемого РЭС с технологическими условиями предприятия-изготовителя выражается формулой средневзвешенной коэффициентов (1) – (5)

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^5 K_{si} d_i}{\sum_{i=1}^5 d_i},$$

где  $K_{si}$  – значение  $i$ -го частного коэффициента согласованности;  $d_i$  – вес  $i$ -го частного коэффициента, определяемый экспертным путём для конкретных условий производства изготовителя.

Если  $K_s=1$ , то технологию изготовления изделия можно считать полностью освоенной, поскольку благодаря тесной интеграции разработчика и изготовителя достигнута высокая согласованность конструкции с технологией. В противном случае требуется дальнейшая отработка конструкции изделия на технологичность и проведение дополнительной технологической подготовки производства.

Разработанная система оценки согласованности конструкции РЭС с технологическими условиями предприятия-изготовителя и оценки качества переданной ему документации позволяет судить о степени интеграции усилий разработчика и изготовителя по освоению изделия. Результаты методики помогают оценить технологическую рациональность изделия, возможность его изготовления при имеющихся в распоряжении предприятия трудовых, материальных, финансовых и других видах ресурсов, а также определить направления дальнейшего совершенствования того или иного конкретного типа и вида РЭС.

**Библиографический список**

1. Вейцман, Э. Д. Технологическая подготовка производства радиоэлектронной аппаратуры [Текст] / Э. Д. Вейцман, В. Д. Венбрин. – М.: Радио и связь, 1989.
2. Ирзаев, Г. Х. Методика экспертного прогнозирования технологичности современных электронных средств [Текст] / Г. Х. Ирзаев, А. П. Адамов, И. М. Ахматов // Проектирование и технология электронных средств. – 2004. – №2. – С. 6-11.

**References**

1. Veitsman, A. D. Technological mastering of radioelectronic equipment / A. D. Veitsman, V. D. Venbrin. – Moscow: Radio and Communication, 1989.
2. Irzayev, G. Kh. Methodology of expert prediction of technological effectiveness of modern electronic equipment / G. Kh. Irzayev, A. P. Adamov, I. M. Akhmatov // Design and technology of electronic equipment. – 2004. – No.2. – PP. 6-11.

**SYSTEM FOR ASSESSING THE CONSISTENCY OF RADIOELECTRONIC DEVICE DESIGN AND THE MANUFACTURER'S TECHNOLOGY AT THE STAGE OF MASTERING**

© 2010 G. Kh. Irzayev

Dagestan State Technical University

The paper proposes a system of factors that assess the consistency of radioelectronic equipment design and technological conditions of the manufacturer at the stage of the product mastering. The results make it possible to assess the product technological effectiveness, the continuity of technological decisions, as well as to define the directions of the design further perfection with the aim of reducing production costs.

*Radioelectronic equipment, design technological effectiveness, continuity of technology, technological preparation of production, product mastering, manufacturer.*

**Информация об авторах**

**Ирзаев Гамид Хайбулаевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем в экономике Дагестанского государственного технического университета, [irzajev@mail.ru](mailto:irzajev@mail.ru). Область научных интересов: комплексная автоматизация в системах обеспечения технологичности изделий на всех этапах их жизненного цикла.

**Irzayev Gamid Khaibulaevitch**, candidate of engineering sciences, associate professor of the department of information systems in economy, Dagestan State Technical University, [irzajev@mail.ru](mailto:irzajev@mail.ru). Area of research: complex automation in systems providing the product technological effectiveness at all stages of their life cycle.