

УДК 630

UDC 630

МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЧАСТИ ОЦЕНКИ ДОСТАТОЧНОСТИ ТРЕБОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ К МИКРОЭЛЕКТРОННЫМ КОМПОНЕНТАМ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

METHODS FOR DECISION SUPPORT IN ASSESSING THE REQUIREMENTS OF SPECIFICATION ADEQUACY FOR MICROELECTRONIC COMPONENTS AND THEIR POSSIBLE IMPLEMENTATION OF THE ELECTRONIC INDUSTRY DOMESTIC ENTERPRISES

Беляева Татьяна Петровна
аспирант

Belyaeva Tatuana Petrovna
postgraduate student

Зольников Владимир Константинович
д.т.н., профессор
Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж, Россия

Zolnikov Vladimir Konstantinovich
Dr.Sci.Tech., professor
Voronezh State Academy of Forestry and Technologies, Voronezh, Russia

Представленная методика оптимизации достаточности и реализуемости требований к электронной компонентной базе включает в себя, как саму оценку данных требований методом экспертных оценок, так и алгоритм их оптимизации и направлена на поддержку принятия решений в области планирования работ по созданию электронной компонентной базы

The presented technique of optimizing adequacy and requirements feasibility for electronic component-component base includes expert evaluations method data requirements, as well as an algorithm of optimization and aims to support decision-making in the planning work area on capacity-electronic components

Ключевые слова: ДОСТАТОЧНОСТЬ И РЕАЛИЗУЕМОСТЬ ТРЕБОВАНИЙ, ОЦЕНКА ТРЕБОВАНИЙ, ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА, МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

Keywords: ADEQUACY AND FEASIBILITY-DEMAND, ASSESSMENT REQUIREMENTS, THE ELECTRON COMPONENT BASE, MICRO-ELECTRONICS

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на разработку электронной компонентной базы (ЭКБ), использование которой планируется в проектах Государственных оборонных заказов (ГОЗ) и Государственной программы вооружения (ГПВ) осуществляются в рамках Федеральной целевой программы (ФЦП).

Исполнитель определяется в ходе проведения конкурса заявок на выполнение НИОКР в соответствии с ФЗ от 06.05.1999 № 97-ФЗ «О конкурсах на размещение заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказания услуг для государственных нужд»; законом РСФСР от 22.03.1991 № 948-1 «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках»; ФЗ от 21.07.2005 N 94-ФЗ «О размещении заказов на

поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд»; Гражданским кодексом РФ [1].

Конкурсная комиссия проводит оценку состояния и возможностей предприятий по ряду исходных данных [2,3]:

- общие сведения о предприятии;
- специализация предприятия;
- наличие на предприятии монопольного производства;
- наличие лицензии на право работы с Министерством обороны;
- наличие сертификата системы качества;
- технико-экономические показатели работы предприятия;
- стоимостные показатели НИОКР, в том числе НИОКР проводимые в интересах Министерства обороны;
- характеристика важнейшего технологического оборудования предприятия;
- характеристика качества выпускаемой продукции;
- кадровый потенциал;
- ранее выполняемые заказы Министерства обороны по разработке и поставке ЭКБ;
- финансовое состояние предприятия.

В результате анализа информации получается массив, содержащий выходные данные и итоговые рейтинги предприятий.

При наличии нескольких альтернативных проектов, обеспечивающих одинаковый результат различными средствами, организуется экспертиза в рамках соответствующей конкурсной комиссии с привлечением внешних экспертов, специализирующихся по данному направлению, для определения наиболее перспективного варианта не только по достижению конкретного результата, но и по возможности создания научного задела в данной области.

После проведения конкурса на выполнение НИОКР и определения предприятия исполнителя, заказчик формирует техническое задание (ТЗ) на создание ЭКБ, основной задачей которого является разработка и обоснование требований к техническим параметрам, базирующихся на требованиях к вооружениям и военной технике (ВВТ).

Уровень требований к современной ЭКБ определяется необходимостью обеспечения заданных характеристик ВВТ – обозначим, как достаточность. Ограничивающим фактором доведения требований к ЭКБ до полного соответствия требованиям ВВТ выступают объективные возможности их реализации отечественными предприятиями электронной промышленности применительно к данной номенклатуре ЭКБ, зависящие от: развития методов проектирования, используемых технологий изготовления, состояния контрольно-измерительной аппаратуры, испытательного оборудования, а так же от возможностей конкретного предприятия: имеющегося научно-технического опыта коллектива, совокупности разработанных методов и способов обеспечения радиационной стойкости, материально-технической базы предприятия. Определим их как реализуемость необходимых требований ЭКБ [4,5].

На рисунке 1 представлен алгоритм оптимизации достаточности и реализуемости требований по НИОКР в области микроэлектроники.

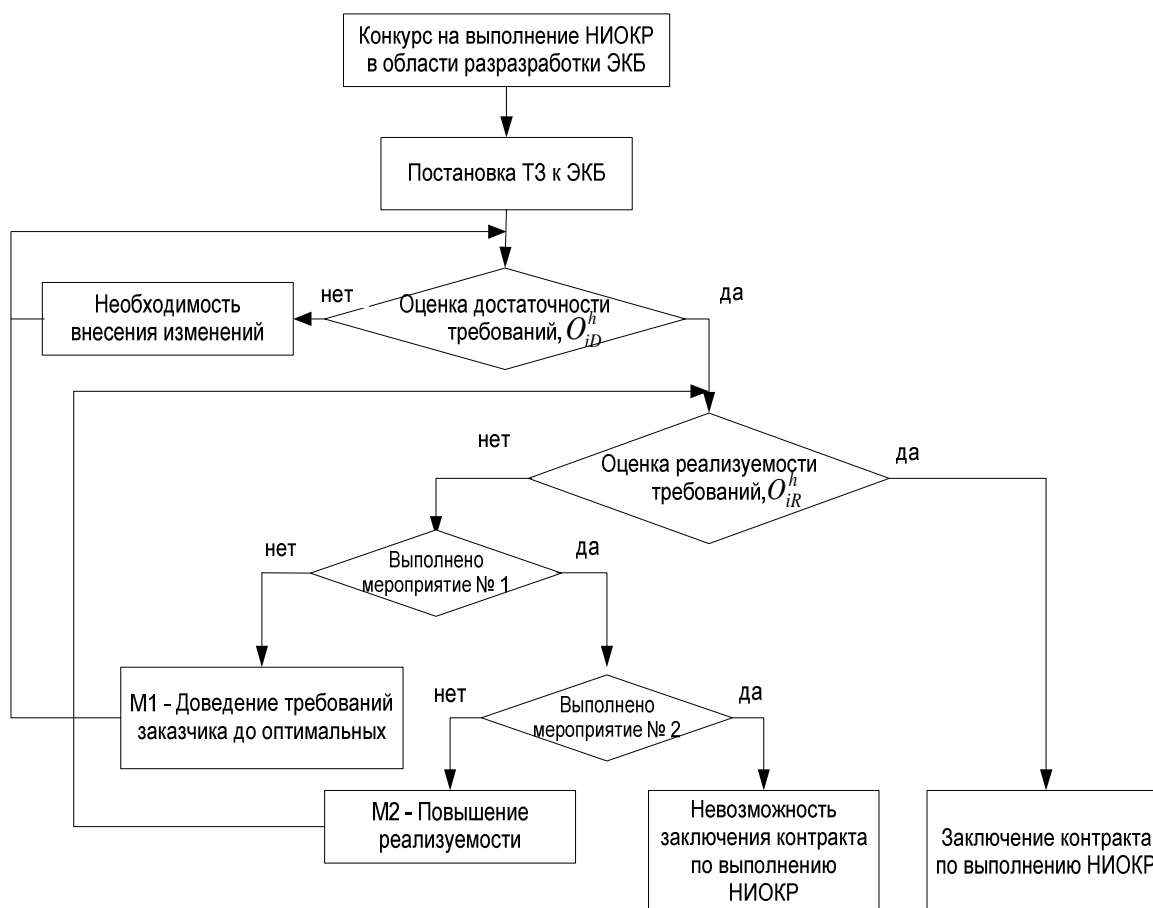


Рисунок 1 – Алгоритм оптимизации достаточности и реализуемости требований по НИОКР в области микроэлектроники

Учитывая невозможность численного расчета достаточности и реализуемости, а также разносторонний анализ состояния и тенденций развития элементной базы, основанный как на расчетах, так и на аргументированных суждениях специалистов основным методом оценки достаточности и реализуемости является метод экспертных оценок. Его применение в значительной мере позволит обеспечить объективность, многосторонность, комплексность и компетентность принимаемых практических решений.

Основой данного метода является получение качественных групповых экспертных оценок по частным критериям, по которым может быть

принято решение о достаточности и реализуемости требований к ЭКБ [1, 4].

Предложено в качестве экспертной информации рассматривать балльные оценки частных критериев по целочисленной порядковой шкале от 1 до 9. В качестве основных значений шкалы, по которым производится оценка, являются нечетные значения (1, 3, 5, 7, 9), а четные значения оценок (2, 4, 6, 8) являются промежуточными суждениями и выставляются, если выбор между двумя качественными соседними суждениями затруднителен. Качественные оценки ранжируются по возрастанию: балльной оценке 1 соответствует наихудший вариант, а балльной оценке 9 – наилучший.

Для определения групповой оценки предлагается использовать медиану выборки множества экспертных мнений по частным критериям для каждого исследуемого объекта (группы, подгруппы ЭКБ, значений основных технических параметров). Применение данной статистической процедуры обусловлено ее значительной устойчивостью к выбросам значений обобщаемых оценок. Так как ответ эксперта представляет собой действительное число (1-9), то резко выделяющееся мнение эксперта сильно влияет на среднее арифметическое ответов экспертов и не влияет на их медиану.

Следует отметить, что нахождение групповой оценки правомерно при отсутствии деления множества экспертных мнений для конкретного исследуемого объекта по каждому из рассматриваемых частных критериев на две или более группы, имеющие единые групповые точки зрения. В результате работы проведена формализация метода обработки результатов экспертного оценивания с учетом вышеприведенных выводов.

Пусть m экспертов произвели оценку n объектов по l критериям. Результаты оценки представлены в виде величин x_{ij}^h , где j – номер эксперта, i – номер объекта, h – номер частного критерия. Величины

x_{ij}^h ($i = 1, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$; $h = 1, 2, \dots, l$) получены методами непосредственной оценки по порядковой шкале.

Перед нахождением групповой оценки по множеству экспертных мнений для i объекта по критерию h необходимо убедиться в отсутствии разбиения экспертов на группы. При этом используется подход, основанный на методе кластерного анализа, сущность которого заключается в выявлении групп в неоднородной выборке данных на основе их близости по одному или более признакам. В общем случае понятие однородности объектов задается либо введением правила вычисления расстояний между любой парой исследуемых объектов, либо заданием некоторой функции, характеризующей степень близости рассматриваемых объектов.

В качестве выборок объектов, анализируемых на наличие однородных групп, являются выборки сумм экспертных мнений для i -го объекта по частному критерию h с одинаковыми значениями выставленных балльных оценок (1,2,3,4,5,6,7,8,9). Образующую выборку и ее элементы можно описать следующим образом:

$$S_{ih}^q (S_{ih}^1, S_{ih}^2, S_{ih}^3, S_{ih}^4, S_{ih}^5, S_{ih}^6, S_{ih}^7, S_{ih}^8, S_{ih}^9),$$

где q – значение балльной оценки, $q \in [1;9]$,

S_{ih}^q – сумма числа экспертов, выставивших объекту i по критерию h одинаковую оценку q .

Для определения однородности объектов выборки S_{ih}^q задается расстояние между элементами анализируемой выборки $p(S_{ih}^q) = 0$, что не противоречит теории кластерного анализа.

Таким образом, под наличием однородных групп (кластеров) внутри исследуемой выборки принимается существование равных по значению

элементов выборки S_{ih}^q . С точки зрения практики экспертного оценивания интерес представляют случаи, когда элементы выявленных однородных групп по значению больше остальных, то есть имеют более значительное влияние на итоговую групповую оценку.

Следовательно, процедура принятия решения о наличии разделения экспертных мнений на равнозначные группы будет:

- пусть $\max S_{ih}^q$ – наибольший по значению элемент выборки S_{ih}^q ;
- если в рассматриваемой выборке хотя бы два элемента равны элементу $\max S_{ih}^q$, то можно заключить, что мнения большинства экспертов разделились на равнозначные группы.

В этом случае находить единое групповое мнение не имеет смысла.

Данный подход позволяет выявить объекты, для которых по рассматриваемым критериям не существует единства мнений. Если такое решение будет принято, то в качестве результата экспертного оценивания можно рассматривать не итоговую групповую оценку и ее качественную характеристику, а полученные качественные характеристики выделенных групп мнений, их анализ и выявление причин расхождения мнений экспертов.

Задача получения групповых оценок сводится к нахождению значений медиан экспертных мнений по n объектам (группам, подгруппам, параметрам ЭКБ) для l критериев $-X_{i\ 1/2}^h$. Медиана – это такая точка в пространстве ранжировок (множестве экспертных мнений), сумма расстояний от которой до всех точек - ранжировок экспертов является минимальной.

Для определения медиан рассматриваемая выборка оценок i -го объекта (группы, подгруппы, параметра ЭКБ) по признаку (критерию) h упорядочивается в порядке возрастания. Получаемая последовательность $a_{i\ (k)}^h$, где $k = 1, \dots, (2t + 1)$, называется вариационным рядом или порядковыми

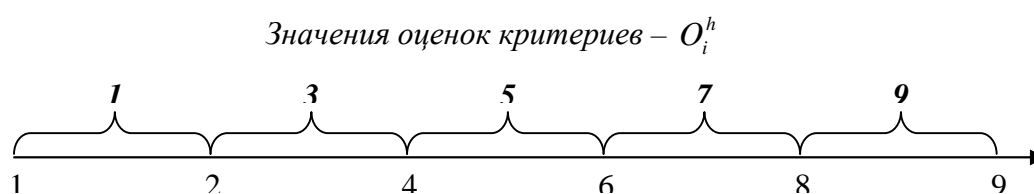
статистиками. Если число наблюдений (экспертных оценок) нечетно, то медиана оценивается как:

$$X_{i\ 1/2}^h = a_{i\ (t+1)}^h.$$

Если число наблюдений четно, то медиана, оценивается как:

$$X_{i\ 1/2}^h = \frac{a_{i\ (t)}^h + a_{i\ (t+1)}^h}{2}.$$

Для получения качественных оценок объектов по каждому критерию шкала возможных значений полученных групповых оценок разбивается на



Шкала возможных значений групповых оценок – $X_{i\ 1/2}^h$

Рисунок 2 – Интервальное взвешивание полученных групповых оценок

равнозначные интервалы (рисунок 2).

В зависимости от интервала, в который попадает значение медианы $X_{i\ 1/2}^h$, принимается решение о качественной оценке i -го объекта по рассматриваемому критерию h на основе соответствующей ей балльной оценке (1,3,5,7,9) – O_i^h . Причем, верхняя граница каждого интервала, кроме интервала, которому соответствует балльная оценка $O_i^h = 9$, принадлежит следующему интервалу:

$$O_i^h = \begin{cases} X_{i\ 1/2}^h \in [1;2), & 1 \\ X_{i\ 1/2}^h \in [2;4), & 3 \\ X_{i\ 1/2}^h \in [4;6), & 5 \\ X_{i\ 1/2}^h \in [6;8), & 7 \\ X_{i\ 1/2}^h \in [8;9], & 9 \end{cases}.$$

Предложенный метод анализа экспертной информации применим как для анализа достаточности требований к ЭКБ, так и для анализа их реализуемости.

Предложенные критерии достаточности и реализуемости и их оценки представлены в таблице 1 и таблице 2 соответственно.

Таблица 1 – Критерии оценивания достаточности требований к электронной компонентной базе и их оценки

№	Критерии	Оценка				
		9	7	5	3	1
1	Соответствие значений параметров ЭРИ требованиям ВВТ	Существенно превосходят требования ВВТ	Превосходят требования ВВТ	Соответствуют	Незначительное несоответствие	Не соответствуют
2	Уровень повышения эффективности ВВТ в сравнении с существующим	Очень высокий (более 100%)	Высокий (до 100%)	Значительный (21-50)%	Не высокий (до 20%)	Не повысится
3	Снижение уровня зависимости от ЭРИ иностранного производства	Полная независимость (100%)	Существенное (51-90)%	Значительное (21-50)%	Незначительное (до 20%)	Не снизится

Таблица 2 – Критерии оценивания реализуемости требований к электронной компонентной базе и их оценки

№	Критерии	Оценка				
		9	7	5	3	1
1	Технический уровень в сравнении с существующим отечественным	Абсолютное превосходство (в 2 и более раз)	Явное превосходство (в 1,5 -2 раза)	Значительное превосходство (на 30-50%)	Существенное превосходство (на 15-20%)	Незначительное превосходство (на 5-10%)
2	Технический уровень в сравнении с прогнозируемым мировым на 2010-2015 гг.	Превосходит мировой уровень	Близкий к мировому уровню	Уступает мировому уровню, но разрыв сокращается	Уступает мировому уровню и разрыв сохраняется	Существенно уступает мировому уровню, разрыв увеличивается

№	Критерии	Оценка				
		9	7	5	3	1
3	Реализуемость по времени разработки	В ближайший период (2-3 года)	Сроки незначительно увеличены (4-5 лет)	Сроки существенно большие (6-10 лет)	Сроки не укладываются в программный период (11-15 лет)	Требуется очень много времени для реализации (свыше 15 лет)
4	Уровень готовности технологии	Имеется подтверждение технологии путем создания типовых изделий или макетов	Полная готовность технологии, включая инфраструктуру	Разработка технологии без инфраструктуры	Результаты работы находятся на уровне технического предложения	Результаты работы находятся на уровне разработки модели физико-химических эффектов
5	Потребные финансовые ресурсы для создания технологического задела	Не требуются	Незначительны (до 50 млн. р.)	Значительны (от 50 до 200 млн. р.)	Очень значительны (от 200 до 750 млн. р.)	Огромны (свыше 750 млн. р.)

Результатом анализа достаточности требований к ЭКБ является решение

1. Выработанные требования к ЭКБ максимально соответствуют потребностям разработчиков ВВТ при выполнении условия

$$O_{id}^h \geq k_D^h, \tag{1}$$

где O_{id}^h – оценки требований ЭКБ по критериям достаточности;

k_D^h – группа пороговых значений оценок критериев, используемых для принятия решения о достаточности требований к ЭКБ.

2. О необходимости внесения изменений в предварительный вариант требований к ЭКБ по конкретной группе, подгруппе ЭКБ, уровню ее параметров в случае невыполнения условия (1).

Полученный в результате анализа достаточности потребный вариант требований к ЭКБ подвергается анализу реализуемости. Получение групповых оценок реализуемости производится по предложенному выше методу анализа результатов экспертного оценивания:

$$O_{iR}^h \geq k_R^h,$$

(2)

где O_{iR}^h - оценки реализуемости проекта по критериям;

k_R^h - группа пороговых оценок критериев.

В результате оценки реализуемости требований по проекту определяем возможность выполнения НИОКР в области разработки ЭКБ конкретным предприятием при заданных требованиях. При невозможности реализации проводим мероприятия [3,6]:

1. Снижение требований заказчика к ЭКБ по конкретной группе, подгруппе ЭКБ, уровню ее параметров, учитывая при этом пороговые значения оценок критериев этих параметров – доведение требования заказчика до оптимальных для исполнителя.

2. Повышение реализуемости требований заказчика путем:

- использование ЭКБ иностранного производства с последующей заменой на отечественные аналоги;

- перенос сроков создания образцов ВВТ на период, необходимый для создания требуемой ЭКБ отечественной промышленностью;

- привлечение сторонних предприятий для выполнения отдельных этапов работы по проекту;

- разработка ЭКБ на отечественных предприятиях и производство за рубежом и др.

В результате проведенной работы получаем набор требований, удовлетворяющий потребностям заказчика и возможностям исполнителя, либо даем заключение о невозможности исполнения контракта данным предприятием с указанием причин.

Список литературы

1. Куцько, П.П. Координационное управление предприятиями, создающими электронную компонентную базу двойного назначения / П.П. Куцько // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронежская государственная лесотехническая академия. Воронеж, 2009. – 138с.
2. Зольников, В.К. Создание отечественной проектной среды разработки микроэлектронных систем / В.К.Зольников, В.Н.Ачкасов, П.Р.Машевич, И.П.Потапов // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2006. - Т.2. - № 3. - С. 9-11.
3. Межов, В.Е. Алгоритмы конструкторского проектирования базовых элементов радиационно-стойких БИС / В.Е.Межов, П.Р.Машевич, Ю.К.Фортинский, В.К.Зольников // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру. - 2005. - № 1-2. - С.125-126.
4. Беляева, Т.П. Достаточность и реализуемость требований к электронной компонентной базе / Т.П. Беляева / Моделирование систем и процессов: научно-технический журнал выпуск 3-4, ГОУ ВПО ВГЛТА. – Воронеж, 2010.– с. 10 – 12.
5. Беляева, Т.П. Оценка реализации специальных проектов в микроэлектронике / Т.П. Беляева / Моделирование систем и процессов: научно-технический журнал выпуск 3-4, ГОУ ВПО ВГЛТА. – Воронеж, 2010.– с. 12 – 16.
6. Зольников, В.К. Проектирование микросхем с учетом радиационного воздействия / В.К.Зольников, В.П.Крюков, А.И.Яньков // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру. - 2009. - № 2. - С. 28-30.