

ОЦЕНКА РИСКА ЭТАПОВ ОПЫТНО - КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ В ХОДЕ РАЗРАБОТКИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Д.В. Головань

(представил д.т.н., проф В.М. Илюшко)

Приведена методика оценки финансового риска в ходе разработки радиоэлектронных систем (РЭС). Для расчета риска этапов опытно-конструкторских работ (ОКР) использованы методы экспертных оценок и теории случайных величин. Для повышения точности расчета использован подход, основанный на декомпозиции по уровням и стратификации по задачам и видам обеспечения.

В ходе разработки РЭС важной задачей является выбор исполнителя, наиболее подходящего для решения задач на данном этапе. В качестве критерия выбора исполнителя может выступать величина финансового риска, которая для разных исполнителей различна, так как зависит от опыта работы и материально-технической базы.

Известно, что при анализе сложных проблем исследуемая характеристика может рассматриваться как случайная величина, отражением закона распределения которой являются оценки экспертов.

В рассматриваемом случае проблемой является выбор исполнителей в процессе разработки РЭС, а исследуемой характеристикой деньги или затраты на этап ОКР. Применяя для решения данной проблемы метод экспертных оценок [2,4], отметим, что существуют три вида оценок экспертов:

- точечные, т.е. наиболее вероятные значения случайной величины;
- интервальные, т.е. возможные границы прогнозируемой величины;
- три оценки, т.е. максимальное, минимальное и наиболее вероятное.

Мы будем использовать точечные оценки. В этом случае X_i - деньги, необходимые для проведения данного этапа ОКР по мнению i - го эксперта.

Исходя из теории случайных величин:

$$M[X] = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}; \quad D[X] = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - M[X])^2}{n}; \quad \sigma[X] = \sqrt{D[X]}, \quad (1)$$

где n – число экспертов.

Задавая закон распределения в соответствии с рассчитанными характеристиками по теории вероятности можно определить оценку реализуемости как $P(X < X_3)$, где X_3 - заданное значение.

Такой подход является простейшим и не может обеспечить приемлемую точность вычислений, так как точное распределение средств неизвестно.

Для повышения точности определения финансового риска этапа ОКР предлагается применить подход, описанный в [1]. Этот подход заключается в стратификации этапа разработки РЭС по задачам, решаемым на этапе и соответствующим им видам обеспечения – исполнители, информационное обеспечение, комплекс технических средств (КТС), программно-математическое обеспечение (ПМО). Такая стратификация может быть проведена для идеального (желаемого) предприятия, т.е. укомплектованного данными видами обеспечения и полностью подходящего для решения задач данного этапа. Тогда эксперты выражают в денежном эквиваленте разность между идеальным и реальным предприятиями по каждому виду обеспечения для каждой задачи. Для страты "исполнители" в соответствующих графах указываются деньги, необходимые на заработную плату.

Для повышения точности работы экспертов каждый вид обеспечения может быть декомпозирован на более мелкие виды (категории) и т.д. до уровня, обеспечивающего необходимую точность вычислений.

Таким образом, эксперты задают деньги, необходимые для решения задач на данном этапе разработке. Рассмотрим теперь, как применить данную методику для определения оценки реализуемости, т.е. финансового риска. Предположим, что нижним уровнем в рассматриваемой модели являются категории видов обеспечения.

Тогда в результате работы экспертов для каждой задачи заполняется таблица (табл.1).

Таблица 1

Итоговая таблица работы экспертов

| № вида обеспечения | Наименование вида обеспечения | Категории видов обеспечения | Эксперты | | | |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|---|-----|---|
| | | | 1 | 2 | ... | n |
| 1 | исполнители | 1 | | | | |
| | | 2 | | | | |
| | | ⋮ | | | | |
| | | m1 | | | | |
| 2 | информационное обеспечение | 1 | | | | |
| | | 2 | | | | |
| | | ⋮ | | | | |
| | | m2 | | | | |
| 3 | КТС | 1 | | | | |
| | | 2 | | | | |
| | | ⋮ | | | | |
| | | m3 | | | | |
| 4 | ПМО | 1 | | | | |
| | | 2 | | | | |
| | | ⋮ | | | | |
| | | m4 | | | | |

Пусть $j = \overline{1, m}$ - категории видов обеспечения, где m – общее число категорий по всем видам обеспечения и задачам, X_{ij} - деньги, распределяемые i -м экспертом по j -й категории. Промежуточные результаты вычислений могут быть представлены в табл. 2.

Таблица 2

Анализ работы экспертов

| Эксперты \ Категории | 1 | 2 | ... | i | ... | n | Мат. ожидания |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|
| 1 | X_{11} | X_{21} | ... | X_{i1} | ... | X_{n1} | $M[X_1]$ |
| 2 | X_{12} | X_{22} | ... | X_{i2} | ... | X_{n2} | $M[X_2]$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| j | X_{1j} | X_{2j} | ... | X_{ij} | ... | X_{nj} | $M[X_j]$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| m | X_{1m} | X_{2m} | ... | X_{im} | ... | X_{nm} | $M[X_m]$ |
| Суммы | $\sum_{j=1}^m X_{1j}$ | $\sum_{j=1}^m X_{2j}$ | ... | $\sum_{j=1}^m X_{ij}$ | ... | $\sum_{j=1}^m X_{nj}$ | $\sum_{j=1}^m M[X_j]$ |

Далее, по аналогии с (1):

$$M[X_1 + X_2 + \dots + X_m] = M\left[\sum_{j=1}^m X_j\right] = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ij}}{n} = \sum_{j=1}^m M[X_j];$$

$$D[X_1 + X_2 + \dots + X_m] = D\left[\sum_{j=1}^m X_j\right] = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m X_{ij} - M\left[\sum_{j=1}^m X_{ij}\right]\right)^2}{n} =$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m X_{ij} - \sum_{j=1}^m M[X_j]\right)^2}{n};$$

$$\sigma[X_1 + X_2 + \dots + X_m] = \sigma\left[\sum_{j=1}^m X_j\right] = \sqrt{D\left[\sum_{j=1}^m X_j\right]}.$$

Как правило, точечные оценки экспертов обладают нормальным распределением. Поэтому

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma^2}}, \text{ где } X = \sum_{j=1}^m X_j, M = M\left[\sum_{j=1}^m X_j\right], \sigma = \sigma\left[\sum_{j=1}^m X_j\right].$$

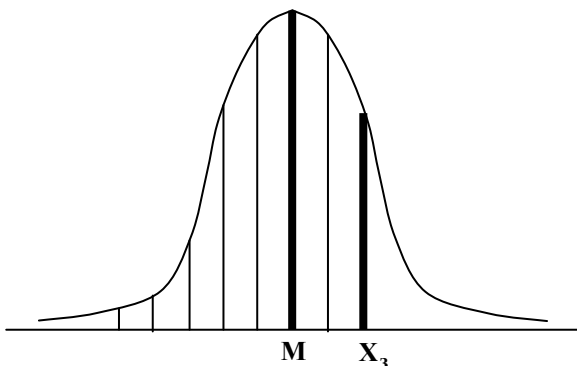


Рис. 1. Определение реализуемости

Зная заданное количество денег X_3 , можно определить оценку реализуемости как $P = (X < X_3)$. Она будет численно равна площади заштрихованной фигуры и может быть найдена как $\int_{-\infty}^{X_3} f(x)dx$.

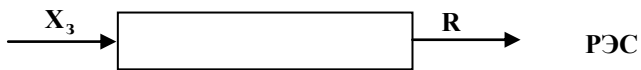
По рассчитанной оценке можно определить величину финансового риска: $R=1-P$. Как указано выше, этот вид риска может быть применен для выбора исполнителя (предприятия, отделения, отдела) по решению задач на данном этапе разработки. Данный показатель может быть также использован как критерий, позволяющий принять решение о продолжении либо прекращении проекта.

Рассмотрим подробно, как можно применить подобный метод для каждого этапа разработки РЭС. В [1] приведена схема процесса проектирования РЭС, из которой видно добавление новых уровней в ходе разработки. В соответствии с [3] уровнями разукрупнения радиоэлектронных средств по функциональной сложности являются:

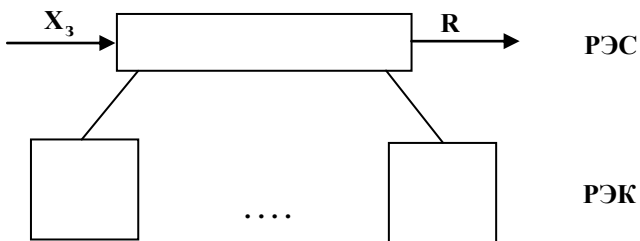
- радиоэлектронная система;
- радиоэлектронный комплекс (РЭК);
- радиоэлектронное устройство (РЭУ);
- радиоэлектронный функциональный узел (РЭФУ).

Поэтому для прогнозирования, т.е. определения финансового риска проекта на каждом этапе разработки предлагаются следующие схемы (рис.2).

а) Техническое предложение



б) Эскизное проектирование



в) Техническое проектирование

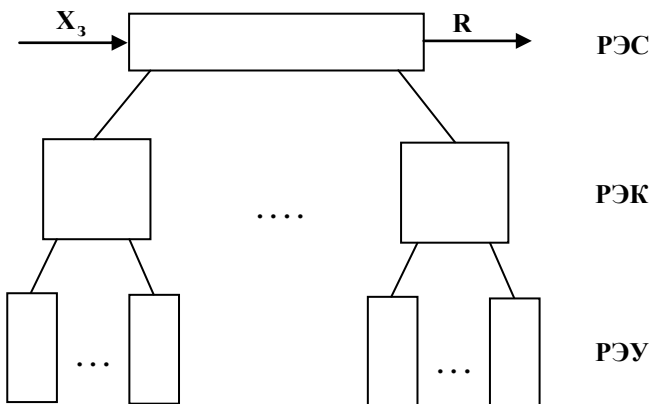


Рис. 2. Процесс проектирования РЭС по этапам ОКР

г) Рабочее проектирование

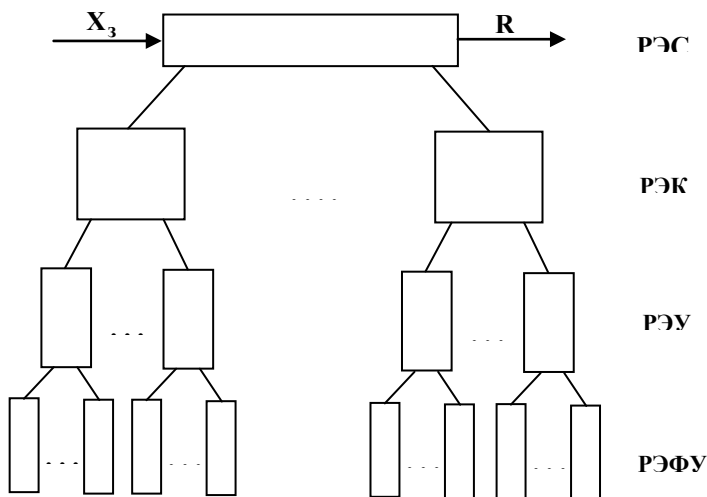


Рис. 2. Процесс проектирования РЭС по этапам ОКР (окончание)

Очевидно, что вышеописанную методику можно легко применить как для каждого блока на рис. 2, так и для всей системы в целом.

Если X_3 дано для каждого блока(рис. 2), то непосредственно по методике можно определить оценку реализуемости каждого блока. Если X_3 дано для всей системы (как показано на рис. 2), то таблица 1 строится для каждой задачи по каждому блоку, а m в таблице 2 будет равно общему числу категорий по всем блокам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головань Д. В. Задачи анализа реализуемости разработки радиоэлектронных систем // Системи обробки інформації. – Харьков: НАНУ, ПАНИ, ХВУ. – 2000. – Вып. 2(8). – С. 185 - 190.
2. Горфан К. Л. Планирование и управление научными исследованиями. – М.: Наука, 1971. – 185 с.
3. ГОСТ 26632 – 85. Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств по функционально – конструктивной сложности.
4. Гохман О. Г. Экспертное оценивание. – Воронеж: ВГУ, 1991. – 152 с.

