

УДК 681.51 – 192: 681.3.06

**О.В. ШУРЫГИН**

*Метрологический центр военных эталонов, Украина*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ И ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРИ ВЫБОРЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ СТРУКТУР**

Описывается последовательность действий при выборе резервированных структур (РС) информационно-управляющих систем (ИУС). Алгоритм включает в себя анализ методов оценивания РС, позволяющих формировать приоритетные ряды. По результатам оценивания разными методами производится выбор отказоустойчивой структуры с последующим расчетом характеристик надежности, контроля, диагностируемости.

**комбинированная избыточность, программно-аппаратная версия, приоритетный ряд**

### **Введение**

Одной из основных задач построения отказоустойчивой ИУС критического применения остается обеспечение ее продолжительного надежного функционирования. Эта задача имеет три составляющие: достижение соответствующих показателей надежности, готовности и удобства обслуживания. Ее решение предполагает, в первую очередь, борьбу с неисправностями ИУС, порождаемыми отказами и сбоями в ее работе аппаратных и программных средств (версий) (АПС). С повышением глубины резервирования резко возрастает число возможных работоспособных конфигураций. Следовательно, выбор РС ИУС и оценка корректности выбора является актуальной задачей.

**Анализ литературы. Постановка задачи.** При выборе РС в основном используются вероятностные и вероятностно-статистические методы оценивания [1, 2], однако они не могут гарантировать приемлемую достоверность результата для критических приложений. Поэтому предлагается сопровождать процесс выбора РС с комбинированной избыточностью ИУС несколькими методами оценивания (основным и диверсным) с последующим расчетом характеристик, которые определяются требованиями технического задания (ТЗ) к ИУС [3]. В нормативной документации [4] закреплены требования,

регламентирующие порядок проведения анализа систем критического применения. Методы исследований включают в себя комбинацию методов качественного и количественного анализа РС с комбинированной избыточностью ИУС. Структурная избыточность предназначена для парирования устойчивых отказов, временная – для защиты от сбоев, версияльная – для обеспечения устойчивости к дефектам программных средств. Метод качественного анализа состоит в разработке моделей отказов дефектов АПС и позволяет проводить предпроектный анализ отказоустойчивых архитектур ИУС [5]. Метод количественного анализа заключается в расчете характеристик надежности, контроля, диагностируемости [6, 7]. Однако процедуры выбора отказоустойчивых структур ИУС при комбинации нескольких методов в настоящее время недостаточно разработаны.

**Целью статьи** является разработка последовательности действий при выборе отказоустойчивых структур ИУС на основе комбинации экспертных и вероятностных методов оценки.

### **Методы оценивания резервированных структур ИУС**

Выбор метода оценивания базируется на условиях выполнения требований ТЗ по соответствующим

критериям: требуемой надежности, глубины диагностирования, полноты контроля. В качестве основного метода используются вероятностные и вероятностно-статистические методы. В качестве диверсного – метод экспертных оценок «весов» дефектов. Применяемые методы оценки РС с комбинированной избыточностью ИУС представлены в табл. 1.

Результаты оценки РС с комбинированной избыточностью ИУС представляются в виде приоритетных рядов.

Приоритетные ряды состоят из рядов чисел, характеризующих ранги оцениваемых структур по общему показателю. Такими показателями, например, могут быть вероятность безотказной работы  $P(t)$  для вероятностно-статистического метода оценивания надежности и уровень дефектоустойчивости  $d$  для экспертного метода оценивания «весов» дефектов [3].

Таблица 1

Методы оценивания

Методы оценивания		Результаты оценки
Основной	Диверсный	
Вероятностно-статистический	С экспертной оценкой «весов» дефектов	Приоритетные ряды
Вероятностный	С экспертной оценкой «весов» дефектов	Приоритетные ряды

Величина показателя  $d$ , рассчитанная в начале и в конце интервала возможных отказов (событий) для экспертного метода, лежит в основе формирования приоритетных рядов. Для вероятностно-статистического метода оценивания изменение рейтинга структур во времени лежит в основе формирования приоритетных рядов.

В дальнейшем интервальным оценкам присваиваются рейтинги, а также определяются места оцениваемых структур между собой. Средние значения рейтингов оцениваемых структур сравниваются по величинам среднеквадратических отклонений (СКО). Минимальное значение СКО определяет выбор отказоустойчивой структуры ИУС.

Таким образом, применение основного и диверсного методов оценивания повышает достоверность выбора отказоустойчивых структур ИУС. Данный подход положен в основу методики выбора РС с комбинированной избыточностью ИУС и позволяет определить, насколько оправдано введение многовариантности [3].

### Методика выбора резервированных структур

В общем виде задачу выбора отказоустойчивой ИУС можно сформулировать следующим образом. Известны требования к надежности, диагностируемости, контролю ИУС. Имеется множество отказоустойчивых архитектур ИУС с разным количеством каналов ( $m$ ), версий ( $r$ ), количеством просчетов результата ( $n$ )  $A_N \in PC_{i,j,k}$ , где  $i = \overline{1, n}$ ;  $j = \overline{1, m}$ ;  $k = \overline{1, r}$ ;  $n = 1 \dots 2$ , из которого необходимо выбрать архитектуру  $A$  с наилучшими характеристиками. Такие характеристики обеспечиваются требованиями к системе по отказоустойчивости (надежности), полноте контроля, глубине диагностирования. Входные параметры определяются требованиями ТЗ к ИУС и точностными характеристиками результата выбора.

Предлагаемая последовательность действий при выборе отказоустойчивой ИУС представлена в виде алгоритма на рис. 1. В качестве исходных данных выступают требования ТЗ на разрабатываемую ИУС (блок 2). После выбора основного и диверсного методов оценивания по табл. 1 (блок 3) из базы данных выбираются отказоустойчивые структуры (блок 4) с комбинированной избыточностью и оцениваются основным и диверсным методами с формированием приоритетных рядов (блоки 5, 6). По результатам сравнения среднеквадратических отклонений средних значений рейтингов оцениваемых структур (блок 10) производится выбор наилучшей. В случае соответствия требованиям ТЗ (блок 14) по надежности, контролю, диагностируемости производится окончательный выбор структуры  $A_N \in PC_{i,j,k}$  (блок 15).

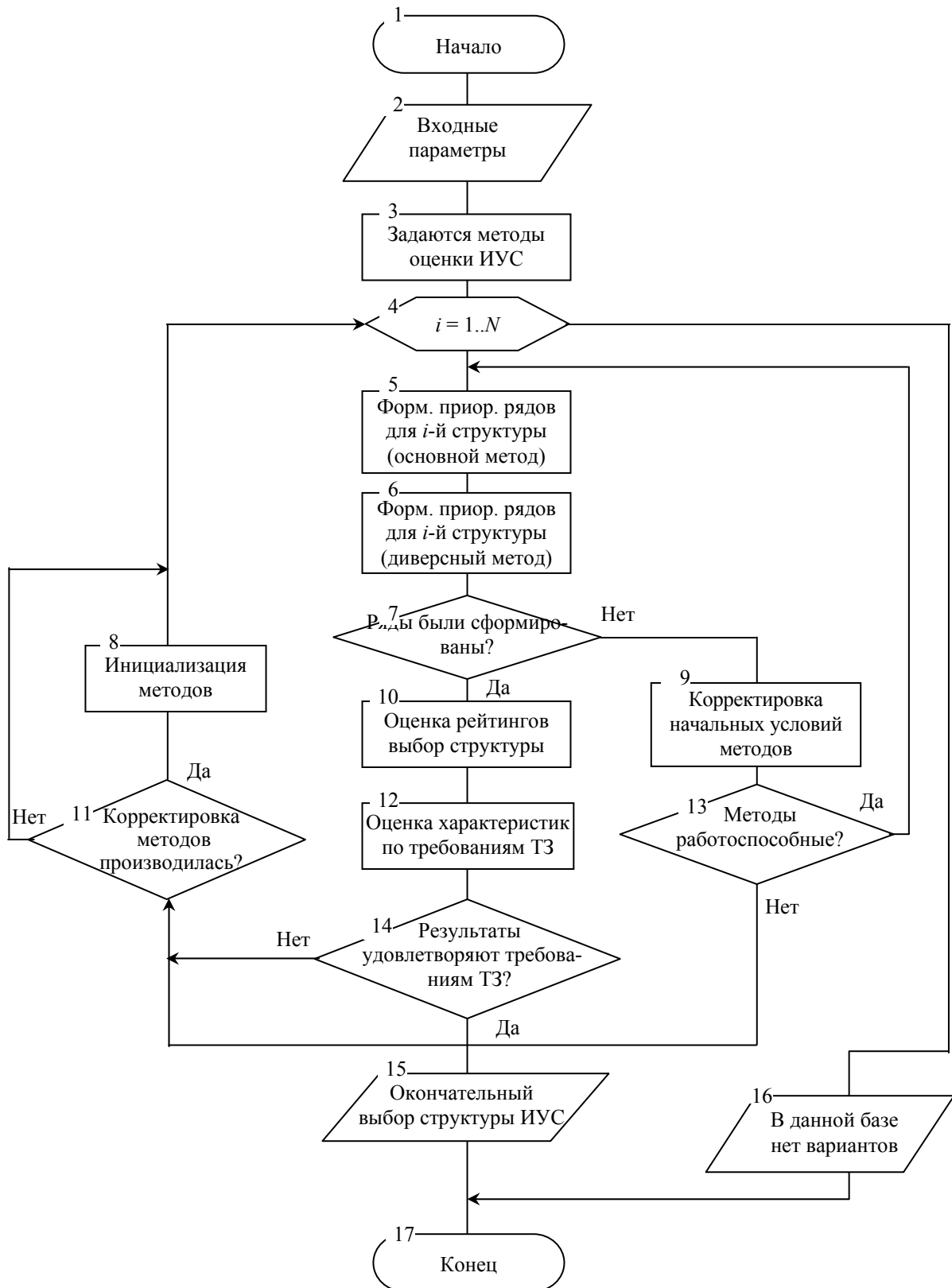


Рис. 1. Алгоритм выбора отказоустойчивой ИУС

В случае, когда сформировать приоритетные ряды не удастся (блоки 5, 6), производится корректировка начальных условий методов (метода) (блок 9).

Если методы (метод) остаются работоспособными (блок 13), повторяется попытка сформировать приоритетные ряды с последующим выбором отказо-

устойчивой структуры. Когда после коррекции начальных условий методы «теряют» работоспособность и сформировать приоритетные ряды нельзя, а выбор  $i$ -й структуры невозможен, проводится инициализация методов (блок 8) (возврат в исходное состояние) и этапы выбора повторяются.

При невыполнении требований ТЗ (блок 14) производится выбор следующей отказоустойчивой структуры из базы данных (блок 4). Так будет происходить до тех пор, пока не будет осуществлён полный перебор отказоустойчивых структур.

Если же произошёл перебор всех  $N$  структур, а требуемая найдена не была, делается вывод, что в данной базе нет соответствующего варианта отказоустойчивой структуры (блок 16).

### Выводы

В результате проведенного анализа установлена целесообразность использования комбинации основного и диверсного методов, что соответствует требованиям нормативных документов [4].

Такой подход позволяет обеспечить большую достоверность выбора систем критического применения.

В работе более углубленно проведен анализ методов оценивания отказоустойчивых структур ИУС, что позволило сформулировать принципы формирования приоритетных рядов. Приоритетные ряды позволяют характеризовать РС с комбинированной избыточностью по одному из выбранных показателей: надежности, контроля, диагностируемости. Это позволяет производить выбор отказоустойчивых структур в зависимости от сформулированных требований в ТЗ.

Последовательность действий при выборе отказоустойчивых структур ИУС представлена в виде алгоритма. Предложенный алгоритм выбора можно использовать при разработке информационной технологии поддержки принятия решений при создании высоконадежных ИУС.

В данной работе была предложена методика выбора РС с комбинированной избыточностью ИУС с использованием экспертных, вероятностных, вероятностно-статистических методов оценивания.

Дальнейшие исследования планируется направить на разработку программы автоматизации процесса выбора отказоустойчивых структур ИУС.

### Литература

1. Доманицкий С.М. Построение надежных логических устройств. – М.: Энергия, 1971. – 212 с.
2. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. – М.: Сов. радио, 1975. – 472 с.
3. Шурыгин О.В. Выбор отказоустойчивых структур с время-версионной избыточностью // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2006. – № 7 (18). – С. 44-48.
4. ГОСТ 27.310 – 95. Анализ видов последствий и критичности отказов. Основные положения. – М.: Межгосударственный стандарт, 1995. – 23 с. – Введен в действие в 1997 г.
5. Харченко В.С. Теоретические основы дефектоустойчивых цифровых систем с версионной избыточностью. – Х: ХВУ, 1996. – 503 с.
6. Харченко В.С., Шурыгин О.В. Детерминированная оценка показателей отказоустойчивости дублированных структур с временной и версионной избыточностью // Электронное моделирование. – 2000. – Т. 22, № 3. – С.41-52.
7. Харченко В.С., Шурыгин О.В. Экспертная оценка многоверсионных систем с временной избыточностью с учетом весов типов дефектов // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2001. – № 2 (12). – С. 132-136.

*Поступила в редакцию 21.02.2007*

**Рецензент:** канд. техн. наук, доцент В.А. Третьяк, Харьковский уаціональний економічний університет, Харьков.