

**Models of Information Security Highly Reliable Computing Systems**

*Keywords: reliability design, reservation, prevention.*

Methods of the combined reservation are considered. The models of reliability of systems considering parameters of restoration and prevention of blocks of system are described. Ratios for average quantity prevention and an availability quotient of blocks of system are given.

*В.О. Чуканов, И.М. Ядыкин*

**МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

При проектировании сложных информационно-вычислительных систем ответственного назначения одними из основных являются проблемы комплексной безопасности, включающие в себя надежностные аспекты аппаратно-программных средств. Для повышения надежности таких систем широко применяется комбинированное резервирование, в котором совместно используются методы резервирования замещением и постоянное резервирование [1, 2]. Ключевыми аспектами надежностного проектирования являются вопросы профилактики и восстановления.

В работе [3] определены уровни резервирования вычислительных систем и контроля работоспособности блоков, проводится выбор стратегий подключения резервных блоков. Одна из важнейших задач при надежностном проектировании – задача оценки готовности системы, включающая параметры ее безотказности, контролепригодности и ремонтпригодности. В методах оценки коэффициента готовности на основе Марковских процессов данные параметры учитываются как интенсивности  $\lambda$  потока отказов и потока восстановлений, времена которых предполагаются экспоненциально распределенными.

В данной работе предложены оригинальные модели учитывающие как параметры восстановления блоков, так и параметры профилактики блоков системы.

Для современных восстанавливаемых систем ответственного назначения характерно введение структурной избыточности, исключение простоев системы путем ее восстановления за счет переключения на резервные блоки, постоянный оперативный контроль рабочих блоков и периодический тестовый контроль резервных блоков, а также периодический профилактический ремонт, предназначенный как для предотвращения постепенных отказов системы, так и для частичного или полного восстановления блоков.

В модели учета готовности системы учитываются следующие существенные параметры для процессов профилактики и восстановления: среднее время восстановления  $T_B$  одного из  $B$  блоков системы в случае отказа одного из элементов, которое включает в себя время диагностирования неисправности, ее локализации и время ремонта; среднее время профилактики  $t_n$ , соответствующее времени обнаружения одного отказавшего блока системы в режиме профилактики; период профилактики  $t_p$  одного блока, соответствующий времени между профилактиками; полнота  $\alpha$  проверяемой аппаратуры системы (где  $0 < \alpha < 1$ ).

При идентичности с точки зрения надежности блоков системы и одинаковых процедурах контроля и восстановления всех блоков системы, коэффициент готовности системы  $K_{г.с}$  можно определить в следующем виде:

$$K_{г.с} = 1 - \sum_{i=R}^B C_B^i (1 - k_{г.с})^i k_{г.с}^{B-i},$$

где  $R$  – минимальное число неработоспособных блоков,  $C_B^i$  – число сочетаний из  $B$  избыточных блоков по  $i$ ;  $k_{г.с}$  – стационарный коэффициент готовности избыточного блока системы, который для средней наработки  $T_P$  между отказами или между двумя профилактиками можно определить следующим выражением:

$$k_{г.с} = \frac{T_P}{T_P + T_B}.$$

В работе для расчетов коэффициента готовности вводятся параметры времени профилактического цикла  $t = t_p + t_{п.}$ , число профилактик  $N$ , интервал времени  $\Delta t$  между отказом непрофилактируемого блока после его частичного восстановления. Определяются соотношения для среднего количества профилактик  $N$ . Проводятся математические преобразования данных выражений, и для коэффициента готовности блока  $k_{г.с}$  получено окончательное выражение:

$$k_{г.с} = \frac{t_p}{t_p + t_{п.} + T_B \lambda (t_p + t_{п.} - \Delta t)}.$$

Предложенные в работе модели и метод оценки коэффициента готовности были представлены авторами в виде методик надежностного проектирования, применены для расчета надежности вычислительных систем и внедрены на ряде предприятий Москвы и других городов России.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Александрович А.Е., Новиков Г.Г., Чуканов В.О., Ядыкин И.М. Обеспечение функциональной безопасности специализированных ЭВМ с комбинированным резервированием на основе контрольных точек // Безопасность информационных технологий. 2012. № 1. С. 75–77.
2. Чуканов В.О., Ядыкин И.М. Модели надежности специализированных вычислительных машин с учетом типов отказов и временных соотношений // Автоматика и телемеханика. 2015. № 4. С. 149–157
3. Chukanov V.O., Yadykin I.M. Reliability Models for Specialized Computational Devices with Different Fault Types and Temporal Relations // Automation and Remote Control, 2015, Vol. 76, No. 4, pp. 668–674.
4. Александрович А.Е., Бородакий Ю.В., Чуканов В.О. Проектирование высоконадежных информационно вычислительных систем. М.: Радио и связь. 2004.

## REFERENCES:

1. Alexandrovich A.E., Novikov G.G., Chukanov V.O., Yadykin I.M. Functional Safety Support for the Specialized Computers with Combined Fault-Tolerance Based on the Checkpoints Technique // BezopasnostInformatsionnykhTekhnology. 2012. № 1. Pp. 75–77.
2. Chukanov V.O., Yadykin I.M. Reliability Models for Specialized Computational Devices with Different Fault Types and Temporal Relations // Automation and remote control. 2015. № 4. Pp. 149–157/
3. Chukanov V.O., Yadykin I.M. Reliability Models for Specialized Computational Devices with Different Fault Types and Temporal Relations // Automation and Remote Control, 2015, Vol. 76, No. 4, pp. 668–674.
4. Alexandrovich A.E., Borodakii Yu. V., Chukanov V.O. Design of the Highly Reliable is Information Computing Systems. M.: Radio and Communication. 2004.