

МАРКОВСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ С ТЕСТОВЫМ КОНТРОЛЕМ ДВУХ БЛОКОВ ПАМЯТИ

Тахаутдинова К.И. (ИТМО),

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Богатырев В.А. (ИТМО)

Введение

В современных вычислительных комплексах предъявляются повышенные требования к отказоустойчивости процессов хранения и обработки информации. Это обусловлено тем, что корректное функционирование подсистем памяти является детерминирующим фактором для обеспечения работоспособности критически важных приложений, используемых в таких отраслях, как промышленность, транспорт, телекоммуникации и автоматизированные системы управления. Распространенным методологическим подходом к обеспечению заданных показателей надежности выступает резервирование (дублирование) модулей памяти, применяемое в комплексе с процедурами регулярного тестового контроля. Данный подход создает условия для своевременного обнаружения и локализации отказов, что подтверждается исследованиями [1–4].

Основная часть

Существующие марковские модели [5–6] исследуют влияние периодического тестирования на надежность дублированных систем, но рассматривают узлы как неделимые элементы, игнорируя внутреннюю структуру и особенности восстановления компонентов. В работе [7] предложена комбинация оперативного и тестового контроля с дублированными вычислениями. В отличие от этих подходов, модель [8] детализирует структуру узла (процессор и память) и учитывает двухэтапное (физическое и информационное) восстановление памяти с распределением ресурсов вычислителя.

Таким образом, в настоящее время актуальной является задача построения марковской модели вычислительного узла, позволяющей оценить влияние средств контроля на показатели надежности с учетом структурной организации системы, включающей вычислительный модуль и два модуля памяти. При этом ставится задача оптимизации интервалов инициализации тестового контроля памяти, осуществляемого с использованием ресурсов вычислителя.

Объектом исследования является система, состоящая из вычислителя и двух узлов памяти, а также содержащая средства оперативного и тестового контроля.

Целью работы является определение наилучших временных интервалов для начала тестирования, которые обеспечивают максимальную вероятность того, что система будет готова к безопасной работе.

Рассмотрим задачу, когда в вычислительной системе из соображений важности сохранения данных память дублируется. Задача состоит в том, чтобы оптимизировать частоту переключения в режим тестирования, чтобы максимизировать коэффициент готовности системы. Чтобы определить оптимальные состояния для тестирования вычислительных элементов с использованием графика состояний и переходов, была составлена система уравнений Колмогорова. Решение системы уравнений было получено с помощью блока Given-Find компьютерной математической системы Mathcad 15. На основе решения системы уравнений был определен оптимальный период тестирования, при котором коэффициент готовности вычислительной системы максимален.

Выводы

Предложена марковская модель вычислительной системы, позволяющая находить рациональные варианты организации контроля за функционированием системы. Готовность системы в основном зависит от надежности памяти и скорости проведения тестов. Снижение частоты сбоев памяти и сокращение времени на тестирование повышают вероятность ее работоспособного состояния, в то время как усиление интенсивности восстановления памяти

почти не влияет на этот показатель.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2022 г. № 4261-р «Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации до 2035 года»: [Электронный ресурс].
2. ГОСТ Р МЭК 61508-7—2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 7. Методы и средства.
3. Викторова В.С. Анализ надежности отказоустойчивых вычислительных систем/ В.С. Викторова, Н.В. Лубков, А.С. Степанянц. – М.: ИПУ РАН, 2016. – 117 с.
4. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. СПб: БХВ-Петербург, 2006. 702 с.
5. Богатырев, В. А. Оптимизация интервалов проверки информационной безопасности систем / В. А. Богатырев, А. В. Богатырев, С. В. Богатырев // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – № 5(93). – С. 119-125. – EDN QWOGHR.
6. Богатырев В.А., Винокурова М.С., Петров П.А., Назарова М.Л., Шабиков Р.В. Контроль и безопасность функционирования дублированных компьютерных систем // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 2. С. 368–372. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-2-368-372
7. В А. Богатырев, Д Э. Лисичкин. «Оптимизация периодичности инициализации контроля на основе дублированных вычислений» // Программные продукты и системы. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-periodichnosti-initsializatsii-kontrolya-na-osnove-dublirovannyh-vychisleniy>.
8. Богатырев В.А., Богатырев С.В., Богатырев А.В. Оценка готовности компьютерной системы к своевременному обслуживанию запросов при его совмещении с информационным восстановлением памяти после отказов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2023. Т. 23. № 3. С. 608–617. DOI: 10.17586/2226-1494-2023-23-3-608-617