

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

А.С. Кузнецов, С.В. Ченцов, Р.Ю. Царев

**МНОГОЭТАПНЫЙ АНАЛИЗ
АРХИТЕКТУРНОЙ НАДЕЖНОСТИ
И СИНТЕЗ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Монография

Красноярск
СФУ
2013

УДК 004.052.3
ББК 32.973.2-18
К891

Рецензенты:

А.А. Ступина, доктор технических наук, профессор кафедры
«Системный анализ и исследование операций» СибГАУ
им. М.Ф. Решетнева;

А.К. Шлепкин, доктор физико-математических наук, профессор,
зав. кафедрой прикладной математики и информационной безопасности
КрасГАУ

Кузнецов, А.С.

К891 Многоэтапный анализ архитектурной надежности и синтез отказоустойчивого программного обеспечения сложных систем: монография / А.С. Кузнецов, С.В. Ченцов, Р.Ю. Царев. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 143 с.
ISBN 978-5-7638-2730-9

В монографии предложен комплекс математических моделей и алгоритмов анализа надежности программного обеспечения сложных систем с учетом их многоуровневости и распределенности архитектуры. Представлена система построения трансляторов мультисинтаксических языков программирования мультиверсионного программного обеспечения сложных систем.

Предназначена специалистам, работающим в области проектирования и разработки программного обеспечения, а также аспирантам и докторантам. Материалы монографии рекомендуются к использованию при проведении лекционных и практических занятий у магистрантов укрупненных групп 220000 «Автоматика и управление», 230000 «Информатика и вычислительная техника».

УДК 004.052.3
ББК 32.973.2-18

ISBN 978-5-7638-2730-9

© Сибирский федеральный университет, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА АРХИТЕКТУРНОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ	8
1.1. Повышение архитектурной надежности программного обеспечения	9
1.1.1. Терминологические проблемы анализа архитектурной надежности	10
1.1.2. Адекватность программных архитектур условиям и требованиям работоспособности систем	14
1.1.3. Системные методы повышения архитектурной надежности	17
1.2. Архитектура программного обеспечения сложных систем управления и обработки информации	19
1.2.1. Фазы разработки программного обеспечения сложных систем управления и обработки информации	19
1.2.2. Анализ фазы архитектурного дизайна	20
1.2.3. Архитектурная спецификация критических систем	26
2. МОДЕЛЬНО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ АППАРАТ АНАЛИЗА АРХИТЕКТУРНОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ	33
2.1. Аналитическое определение показателей архитектурной надежности программного обеспечения	33
2.2. Модели анализа архитектурной надежности программного обеспечения сложных систем	41
2.2.1. Универсальная модель анализа архитектурной надежности программного обеспечения сложных систем	41
2.2.2. Анализ надежности программного обеспечения сложных систем на фазе кодирования	45
2.2.3. Анализ надежности программного обеспечения сложных систем на фазе тестирования системы	46
2.2.4. Операционные профили тестирования компонент	48
2.2.5. Модель оценки надежности объектно-ориентированного программного обеспечения	52
2.2.6. Модель оценки транзакционной надежности ПО сложных систем	56
2.2.7. Модификация универсальной модели для анализа архитектурной надежности систем с программной архитектурой «клиент-сервер»	59

3. ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ МУЛЬТИВЕРСИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	67
3.1. Методология мультиверсионного программирования как средство повышения надежности программного обеспечения	67
3.2. Критические замечания относительно современного состояния методологии мультиверсионного программирования	72
4. СОЗДАНИЕ МУЛЬТИВЕРСИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МУЛЬТИСИНТАКСИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВ И ТЕХНОЛОГИЙ	78
4.1. Неформальное определение мультисинтаксического языка (МСЯ)	78
4.2. Обзор современных мультисинтаксических средств	79
4.2.1. Использование ассемблерных вставок при программировании на языках высокого уровня	79
4.2.2. Скриптовые языки для создания динамических Web-страниц ...	84
4.2.3. Встраивание языков запросов данных в языки программирования	87
4.2.4. Концепция Domain Specific Languages	90
4.2.5. Синтаксис включений в программы на одном языке кода на другом языке	92
4.3. Формальное описание мультисинтаксического языка	94
5. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПОЗНАВАТЕЛЕЙ МУЛЬТИСИНТАКСИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	99
5.1. Мультиавтоматы с магазинной памятью как средство распознавания мультисинтаксических языков	99
5.2. Формирование таблиц синтаксического анализа мультисинтаксических языков программирования	105
5.3. Лексический анализ мультисинтаксических языков программирования	109
5.4. Семантический анализ мультисинтаксических языков программирования и этап синтеза компилятора МСЯ	114
6. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ТРАНСЛЯТОРОВ МУЛЬТИСИНТАКСИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МУЛЬТИВЕРСИОННЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ	117
6.1. Система построения трансляторов мультисинтаксических языков программирования мультиверсионных систем MuYacc	117
6.2. Входная спецификация системы MuYacc	119

6.3. Применение трансляторов МСЯ при разработке мультиверсионного ПО	123
6.3.1. Проект IntegrAsm – компилятор языка С, обеспечивающий вставки ассемблерного кода.....	123
6.3.2. Проект MulQuery – компилятор языка С, обеспечивающий включение кода на языках запросов к СУБД	125
6.3.3. Использование трансляторов MulQuery и IntegrAsm для разработки мультиверсионного ПО	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	130
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	132