

А. А. Ступина
С. Н. Ежеманская

ТЕХНОЛОГИЯ НАДЕЖНОСТНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Монография

Институт управления бизнес-процессами и экономики



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Министерство образования и науки Российской Федерации

Сибирский федеральный университет

А. А. Ступина, С. Н. Ежеманская

**ТЕХНОЛОГИЯ
НАДЕЖНОСТНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ
ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ
В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Монография

Красноярск
СФУ
2011

УДК 62-192:681.51
ББК 32.965
С88

Рецензенты: А. Н. Антамошкин, доктор технических наук, профессор кафедры системного анализа и исследования операций СибГАУ;
И. Бубряк, доктор инженерии Оксфордского открытого университета

Ступина, А. А.
С88 Технология надежного программирования задач автоматизации управления в технических системах : монография / А. А. Ступина, С. Н. Ежеманская. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. – 164 с.
ISBN 978-5-7638-2354-7

В монографии освещены современные тенденции и направления развития в области надежного программирования, которые позволят повысить производительность труда и заметно сократить сроки создания сложных комплексов программ информационно-управляющих систем. Рассмотренные модели и методы дают возможность учесть качественную информацию в рамках формального процесса оптимизации при решении задач многоатрибутивного выбора, что важно для такой области, как программная инженерия *N*-вариантных систем.

Адресована специалистам по автоматизации управления, студентам и аспирантам.

**УДК 62-192:681.51
ББК 32.965**

ISBN 978-5-7638-2354-7

© Сибирский федеральный
университет, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ.....	7
1.1. Создание программной архитектуры как этап системного проектирования.....	7
1.2. Архитектурные компоненты системы.....	12
1.3. Базовый архитектурный модуль программной системы.....	21
2. ФОРМИРОВАНИЕ ГАРАНТОСПОСОБНОЙ ПРОГРАММНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ.....	26
2.1. Надежностное формирование программных архитектур.....	26
2.2. Избыточное программирование гарантоспособных программных компонентов.....	38
2.3. Применение методологии мультиверсий для отказоустойчивого программного обеспечения.....	49
2.4. Модель надежности архитектуры программного обеспечения ИУС.....	54
3. МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ АНАЛИЗА РИСКА И УЧЕТА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ВЫБОРЕ ОБЪЕМА ВВОДИМОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ.....	62
3.1. Выбор объема вводимой архитектурной избыточности при полной неопределенности.....	62
3.1.1. Выбор метода разработки гарантоспособных компонентов системы и алгоритмы выбора решений...	64
3.1.2. Экспертные оценки вероятности и их использование....	67
3.1.3. Функции полезности.....	69
3.2. Процедура определения дохода от информации.....	71
3.2.1. Вариант реализации архитектурной избыточности с максимальным выигрышем.....	72
3.2.2. Метод модельного прототипа.....	73
3.2.3. Математическое ожидание дохода при полной информации.....	74
3.2.4. Процедура максимизации ожидаемой чистой стоимости при разработке прототипа.....	77
3.2.5. Формализация процедуры определения математического ожидания дохода от полной информации.....	78

3.2.6. Формализация процедуры определения математического ожидания дохода от неполной информации.....	80
3.3. Рекомендации по применению процедуры в рамках экспресс-анализа.....	83
3.4. Решение критичных задач ИУС на гарантоспособных программных архитектурах.....	86
3.4.1. Структурно-избыточные программные архитектуры: анализ осуществимости решения задач.....	86
3.4.2. Процедуры надежностного формирования программных архитектур ИУС.....	88
3.4.3. Однокритериальное формирование состава мультиверсий.....	96
3.4.4. Многокритериальное формирование состава мультиверсий.....	101
4. МНОГОАТРИБУТИВНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ N-ВАРИАНТНЫХ ПРОГРАММНЫХ СТРУКТУР МУЛЬТИВЕРСИОННЫХ СИСТЕМ.....	107
4.1. Модель Бозма оценки стоимости разработки программного обеспечения.....	107
4.2. Многоатрибутивный метод принятия решений на основе качественной информации.....	113
4.3. Многоатрибутивный метод принятия решений на основе качественной и количественной информации.....	122
4.4. Выбор варианта модульных структур N-вариантных программных систем.....	128
5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГАРАНТОСПОСОБНОЙ ПРОГРАММНОЙ АРХИТЕКТУРЫ.....	134
5.1. Экспресс-анализ архитектуры программного обеспечения....	134
5.1.1. Системы автоматизации проектирования программных средств.....	134
5.1.2. Методы достижения высокого качества проектирования комплекса программ.....	136
5.1.3. Процедуры экспресс-анализа эффективности функционирования архитектуры ПО.....	138
5.2. Пример анализа архитектуры программного комплекса.....	140
5.2.1. Исходные параметры компонентов уровней архитектуры.....	141
5.2.2. Анализ результатов.....	142
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	146
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	147

ВВЕДЕНИЕ

Современная тенденция к расширению сферы работ по автоматизации технологических процессов (ТП) относится как к отраслям промышленности с дискретным характером производства, так и к управлению на транспорте. Успехи разработок и промышленного выпуска средств микропроцессорной вычислительной техники создают прочную основу для проектирования и внедрения информационно-управляющих систем (ИУС) с высокими показателями экономичности и надежности.

Для рассматриваемого класса автоматизированных систем управления (АСУ) при определении состава технических средств и технологий акцент делается, прежде всего, на российские разработки и предприятия.

Специфичность области применения – управление техническим объектом, функционирующим в реальном времени и реализующим технологический процесс, – порождает целый ряд проблем в программировании ИУС. Однако на современном этапе развития различные подходы к программированию систем управления имеют тенденцию к сближению, а подходящей базой для этого может стать унификация архитектуры ИУС. Более того, известно, что в технологии многоуровневого программирования используется концепция архитектуры связи открытых систем, предложенная международной организацией стандартов в качестве эталонной модели построения систем обработки данных. Применение ее в приложении к ИУС впервые было рассмотрено в работах И.М. Шенброта, М.В. Антропова и К.Я. Давиденко.

Такие показатели качества управляющих программ, как корректность и помехоустойчивость, определяют надежность программной архитектуры ИУС. В работе под *корректностью* понимается способность программы давать с большой вероятностью правильные результаты при всех комбинациях исходных данных, допустимых в рамках постановки задачи. *Помехоустойчивость* – способность программы с большой вероятностью обнаруживать ошибки, возникающие в процессе выполнения, и блокировать или уменьшать их вредное влияние.

Для формирования гарантоспособной программной архитектуры ИУС большое значение имеют также время отклика (время реакции

программ на внешние события), время рестарта (продолжительность повторного запуска программ), затраты времени на защиту данных.

В связи с изложенным появилась настоятельная потребность в разработке эффективной системы формирования гарантоспособных программных архитектур ИУС, позволяющей с использованием надежных характеристик осуществлять синтез, анализ, коррекцию программных архитектур, учитывать эти факторы в составе интерактивных средств экспресс-анализа, ориентированных на специалистов предметной области.