

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
имени проф. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА**

Учебное пособие

Л.М. Макаров

ДИАГНОСТИКА И НАДЕЖНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

**Санкт – Петербург
2013**

УДК 519.711

Рецензент
Доцент кафедры ТиМ
Санкт-Петербургского государственного университета
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Протасеня С.В.

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом СПбГУТ

Макаров Л.М.
Диагностика и надежность автоматизированных систем Учебное пособие
/ Л.М. Макаров, ГОУВПО СПбГУТ. – СПб., 2013

Рассматриваются вопросы надежности технических систем в архитектуре которых содержатся различные по функциональному назначению блоки и модули, работающие с использованием программных продуктов, обеспечивающих организацию всех режимов эксплуатации устройств, аппаратов и систем с установленной целевой рабочей функцией, исполнение которой требуется поддерживать на установленном интервале времени с заданными параметрами.

Материал учебного пособия содержит основные понятия и методологию использования современных технологий мониторинга ориентированного на диагностику технических информационных систем с целью поддержки установленного уровня надежности.

Материал учебного пособия предназначен для студентов, обучающихся по специальности 220301

УДК 519.711

© Макаров Л.М., 2011
© Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций
имени проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2013

Развитие технических средств, ориентированных на производство вычислений, составляющих основы управления производственными и технологическими процессами, моделирования и поиска решений многочисленных практических задач явилось естественным этапом развития технических систем, способных накапливать и обрабатывать большие информационные потоки данных.

Техническая система (ТС) характеризуется как материальный объект искусственного происхождения, который состоит из элементов, объединенных связями вступающих в определенные отношения между собой и с внешней средой. В качестве целевой функции системы рассматривается установленный процесс, характеризующийся последовательностью действий для изменения или поддержания состояния системы. ТС имеет структуру, характеризуемую определенным образом заданное расположение элементов и связей, задающих устойчивость и воспроизводимость функции ТС. В ТС выделяют функциональные блоки, обладающие индивидуальным функциональным назначением

В ТС выделяют функциональную часть - объект управления (ОУ). Функции ОУ в ТС заключаются в восприятии управляющих воздействий (УВ) - факторов и в изменении в соответствии с ними своего состояния. В объекте управления выделяют две функциональные части - сенсорная и исполнительная. Сенсорная часть образована совокупностью технических устройств, способных воспринимать различные возмущающие факторы. Исполнительная часть образована совокупностью материальных объектов, комбинации состояний которых рассматриваются в качестве целевых состояний технической системы. В таком понимании техническая система (ТС), содержащая набор аппаратных и программных средств, характеризуется как информационная система (ИС).

Термин информационная система (ИС) используется как в широком, так и в узком смысле. В широком смысле информационная система есть совокупность технического, программного и организационного обеспечения, а также персонала, предназначенная для того, чтобы своевременно обеспечивать необходимой информацией. Выделение понятия о персонале позволяет расширить представления об информационной системе, в частности, воспроизводить и использовать на практике ИС обладающие элементами создания схем формальных суждений. Такие системы принято называть интеллектуальными. Важность этих понятий об информационной системе отражено в Федеральном законе РФ от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»: «информационная система — совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств».

частоты процессора. Действительно, такое опережение развития отчетливо наблюдается при создании новых образцов процессоров – рабочих модулей, для которых тактовая частота работы постоянно повышается.

Со временем концепт технической системы проходит этапы своего развития по схеме «**моно**» - «**би**» - «**поли**». На первых этапах создания ТС формируется моно структура. Это старт концепта системы. Развитие технических и технологических возможностей создает условия формирования ТС с бинарной структурой, в которой становится возможным дублировать отдельные функциональные элементы, узлы и блоки, что значительно повышает надежность исполнения рабочей функции системы. В таких системах появляются новые качества, которые отсутствовали в моно системе. Это способствует развитию концепта ТС и приобретению новых возможностей исполнения рабочей функции.

Следующий этап развития ТС характеризуется переходом к полисистеме. Переход к полисистемам — эволюционный этап развития, при котором приобретение новых качеств происходит только за счёт количественных показателей. В качестве примера рассмотрим организацию виртуальной коммерческой системы на основе двух программных продуктов. Система 1С-Битрикс, обеспечивающая интерактивное создание сайта, объединяется с другой родственной системой 1С- Предприятие, что позволяет выгружать на сайт, созданный посредством программы 1С- Битрикс каталог товаров и прайс-лист из 1С- Предприятие. Объединение программных продуктов – систем, привело к созданию нового качества созданной системы.

Совершенствование полисистемы ограничено. Увеличение количества составляющих элементов (кластеров) в ТС неизбежно приводит к повышению сложности и, что естественно, увеличению вероятности появления сбоев, что, в свою очередь, уменьшает надежность работы ТС. Именно поэтому на определенном этапе создания ТС, концепт «поли» вновь заменяется на концепт «моно». Эта цикличность смены концептов способствует эволюции ТС. Эволюционный переход от ТС со структурой «поли» к новой усовершенствованной структуре «моно» происходит в течение определенного времени и не может осуществляться мгновенно.

Развивая эти представления можно указать на стремление создать ТС с микроструктурой элементов. Переход с макро - на микро уровень — главная тенденция развития всех современных технических систем. Для достижения высоких результатов задействуются возможности структуры вещества. Вначале используется кристаллическая решетка, затем ассоциации молекул, единичная молекула, часть молекулы, атом. Переход на атомарный

Развитие информационных технологий происходило во взаимосвязи с эволюцией вычислительных систем. Если такие системы первых поколений позволяли осуществлять цифровую обработку данных и текстов, создавать и использовать базы данных, то вычислительные системы пятого поколения уже дают возможность обрабатывать знания, осуществлять логический вывод и тем самым создают начала их интеллектуализации. Такие вычислительные системы представляли собой некоторые самостоятельные образования - инструмент, не входящий органически в «состав» естественных и общественных процессов, а лишь предназначались для выполнения некоторых весьма важных вычислительных операций, отображающих эти процессы. Взаимодействие же человека или коллектива людей с вычислительной системой состояло в необходимости разработки программы вычислений, ее отладки и представлении результатов в удобной для понимания человеком форме.

Получение информации для обработки ее в вычислительных системах сопряжено с проведением различного рода измерений тех или иных характеристик окружающей среды, а результаты обработки данных должны использоваться для принятия решения о том или ином действии, в соответствии с управлением, выработанным вычислительной системой, с последующим контролем результатов управления. Именно поэтому в конце 80-х годов XX века была выдвинута парадигма систем обработки информации и управления - концепция «Интеллектуальные системы» . Несколько позже, в начале 90-х годов, в Японии как продолжение программы «Вычислительные системы пятого поколения» выдвигается программа «Вычислительные системы реального мира» (Real-World Computing-RWC), при мотивировке ее появления прогнозируемыми требованиями к потребностям в информации общества XXI века.

Основная направленность программы заключается в поиске алгоритмов, обеспечивающих интеграцию новых базисных функций при поддержке следующих областей знаний: распознавание и понимание, вплоть до восприятия жестов или движения пальцев; понимание устной речи; логический вывод и решение задач; разработка информационных баз для конкретных областей знаний и алгоритмов принятия решений на основе статистических данных при тех или иных ограничениях; методы самоорганизации сложных информационных баз; решение задач моделирования и организация пользовательского интерфейса; распознавание намерений человека и работа с широкополосными каналами связи, которые он использует для передачи информации (с помощью жестов, звуков, рисунков); разработка дисплейной методологии, включая виртуальную реальность, для представления изменяющихся во времени ситуаций; автономный и совокупный контроль, одной из задач которого служит выявление принципиальной методологии интеграции восприятия и осоз-

мацию, то в технической реализации этих характеристик естественных интеллектуальных систем можно указать два главных аспекта:

- функциональный, для которого характерны допустимость и интеграция неопределенной и сомнительной информации и способность к адаптации и обучению;
- вычислительный, для которого характерна высокопараллельная и распределенная обработка многомодульной, многомерной, с большим количеством связей информации.

Схема выделения и объединения двух подходов в обработке информации в вычислительной среде интеллектуальной системы приведена на рис. 1.3. На этом рисунке показано, что имеется некоторая разность между результатами обработки информации человеческим мозгом и с помощью алгоритмов, реализованных в той или иной вычислительной среде.

Эта разность должна быть минимизирована, принимая во внимание, что способность к «гибкой» обработке информации пока все-таки принадлежит человеку. Кроме того, должно быть синтезировано такое управление, которое способствовало бы достижению цели, выбранной в интеллектуальной системе. Из рис. 1.3 видно также, что технология обработки информации должна дополнить или заменить человеческую функцию ее обработки путем автоматизации и интеграции логического и интуитивного подходов. Однако исторически механизмы автоматизации развивались теоретически и технологически применительно к логической обработке в традиционных цифровых компьютерах, и в связи с этим последовательная обработка утвердилась сегодня как господствующая парадигма. Однако интуитивная обработка информации изучалась в таких областях, как распознавание образов и обучение, алгоритмы которых реализуются на базе нейронных вычислительных сетей, на которых может быть реализована параллельная и распределенная обработка информации. Тем не менее, интуитивная обработка информации остается еще слабо развитой областью информационной технологии.

Отсюда вытекают новые проблемы в разработке и создании интеллектуальных систем. Эти системы должны поддерживать различные аспекты человеческой деятельности, накапливая в базе знаний на основе обработки разные виды информации реального мира и использовать ее для принятия решения и выработки управления для достижения прогнозируемых результатов действия всей системы. Такая информация чрезвычайно обширна, и по самой природе ей свойственна модальность, неопределенность и неполнота. Поэтому интеллектуальные системы требуют реализации новых функций с разной гибкостью, которая впитывает в себя такие понятия, как устойчивость функционирования, качество реализуемых процессов в реальном времени, открытость. Новизна функций должна строить-

$P_n(\tau) = \frac{(\lambda\tau)^n}{n!} e^{-\lambda\tau}$	2.19
---	------

Свойства:

1) Математическое ожидание (МО) числа событий за время t : $M = l \cdot t$.

2) среднеквадратическое отклонение числа событий $\sigma = \sqrt{\lambda \cdot \tau}$, для данного распределения $M = D$.

Распределение Пуассона получается из биномиального, если число испытаний m неограниченно возрастает, а МО числа событий остается постоянным. Закон Пуассона используется в том случае когда необходимо определить вероятность того что за данное время произойдет 1,2,3...отказов.

Экспоненциальный закон.

$P(x) = e^{-\lambda x}$	2.20
-------------------------	------

Где $P(x)$ это вероятность того что случайная величина (СВ) X имеет значение большее x .

В частном случае, когда за СВ принимается время работы системы (t) вероятность того что система на протяжении времени t будет находиться в работоспособном состоянии определяется по выражению:

$P(t) = e^{-\lambda t}$	2.21
-------------------------	------

γ - распределение.

Если отказ устройства возникает тогда когда произойдет не менее k отказов его элементов, а отказы элементов подчинены экспоненциальному закону распределения с параметром λ_0 , то плотность вероятности отказа устройства определяется выражением:

$f(t) = \frac{\lambda_0^k t^{k-1}}{(k-1)!} \cdot e^{-\lambda_0 t}$	2.22
--	------

обеспечивающих обмен управляющей информацией при взаимодействии между управляющим процессом и управляемым ресурсом с использованием общего набора сообщений. Информационная модель СУ опирается на объектно-ориентированный подход, развитый в языках программирования. Другим стандартом является простой протокол сетевого управления SNMP (Simple Network Management Protocol).

Основным принципом TMN является обеспечение организационной структуры для получения возможности взаимосвязи различных типов операционных систем и аппаратуры электросвязи с использованием стандартных протоколов и интерфейсов. На рис. 3.1. представлена взаимосвязь между TMN и сетью электросвязи.

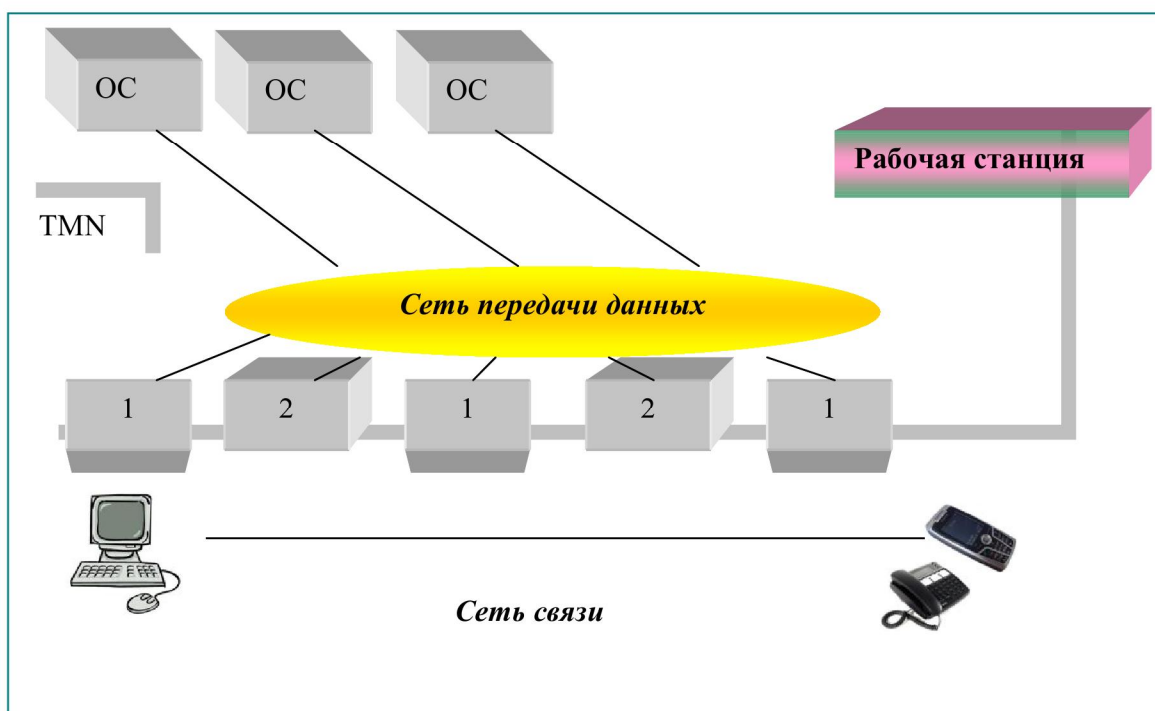


Рис. 3.1. Схема организации структуры системы управления сетью связи

Где: ОС – операционная система; 1- коммутационная станция; 2- системы передачи.

Операционные системы осуществляют обработку всей информации, необходимой для выполнения функций по управлению. Рабочие станции обеспечивают пользовательский интерфейс, посредством которого обслуживающий персонал взаимодействует с сетью управления. Сеть передачи данных предназначена для связи между сетевыми элементами, операционными системами и другими компонентами TMN. TMN может изменяться от весьма простого соединения между операционной системой и отдельным устройством электросвязи до огромной сети, соединяющей большое количество операционных систем и аппаратуры электросвязи различных типов. Важно понимать, что TMN принципиально

Рассмотренные выражения позволяют провести эскизный расчет загруженности сети и установить оптимальные параметры эксплуатации. Моделирование работы систем с очередями позволяет оптимизировать ресурсы оборудования и установить наиболее благоприятные режимы загрузки сети. Для установления реальных показателей сети и выбора оптимальных режимов эксплуатации проводят симуляционное моделирование.

Симуляционное (статистическое) моделирование служит для анализа системы с целью выявления критических элементов сети. Этот тип моделирования используется также для предсказания будущих характеристик системы. Такое моделирование может осуществляться с использованием специализированных языков симулирования и требует априорного знания относительно статистических свойств системы в целом и составляющих ее элементов. Процесс моделирования включает в себя формирование модели, отладку моделирующей программы и проверку корректности выбранной модели. Последний этап обычно состоит из сравнения расчетных результатов с экспериментальными данными, полученными для реальной сети. При статистическом моделировании необходимо задать ряд временных характеристик, пример которых представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Временные характеристики потоков сообщений

Параметр	Описание
Системное время	Интервал от момента генерации сообщения до получения его адресатом, включая ожидание в очереди
Время ожидания	Промежуток времени от приема сообщения сетевым интерфейсом до обработки его процессором
Время распространения	Задержка передачи сообщения от одного сетевого интерфейса до другого

Полный список таких временных характеристик включает в себя значительно больше величин. В процессе моделирования рассчитываются параметры, представленные в таблице 3.2.

Отметим, что реальный перечень вычисляемых параметров может быть существенно шире и определяется конкретными целями расчетов. Рассмотрим частную задачу определения среднего числа связей между процессорами (узлами). Предполагается, что полное число узлов равно N , а схема соединения узлов соответствует изображенной на рис. 3.3

Таблица 3.2 Категория оценок

Статистика очередей
Средняя длина очереди

- шкала метрическая (1.1 - абсолютная, 1.2 - относительная, 1.3 - интегральная);
- шкала порядковая (ранговая), позволяющая ранжировать характеристики путем сравнения с опорными;
- классификационная шкала, характеризующая наличие или отсутствие рассматриваемого свойства у оцениваемого программного обеспечения.

Показатели, которые вычисляются с помощью метрических шкал, называются количественные, а определяемые с помощью порядковых и классификационных шкал - качественные.

Атрибуты программной системы, характеризующие ее качество, измеряются с использованием метрик качества. Метрика определяет меру атрибута, т.е. переменную, которой присваивается значение в результате измерения. Для правильного использования результатов измерений каждая мера идентифицируется шкалой измерений.

Стандарт ISO/IES 9126 рекомендует применять 5 видов шкал измерения значений, которые упорядочены по мере возрастания оценок сложности:

- номинальная шкала отражает категории свойств оцениваемого объекта без их упорядочения;
- порядковая шкала служит для упорядочивания характеристики по возрастанию или убыванию путем сравнения их с базовыми значениями;
- интервальная шкала задает существенные свойства объекта (например, календарная дата);
- относительная шкала задает некоторое значение относительно выбранной единицы;
- абсолютная шкала указывает на фактическое значение величины (например, число ошибок в программе равно 10).

Использование на практике сертифицированного ПО, созданного в соответствии со стандартами, позволяет гарантировать надежную работу ТС. Для создания надежного ПО требуется проведение комплекса мероприятий по всему циклу производственного процесса с целью обеспечения надлежащего качества программного продукта.

Под управлением качества понимается совокупность организационной структуры и ответственных лиц, а также процедур, процессов и ресурсов для планирования и управления достижением качества программного продукта (ПП).

Управление качеством - SQM (Software Quality Management) базируется на применении стандартных положений по гарантии качества - SQA (Software Quality Assurance).

Литература

1. Каштанов В. А., Медведев А. И. Теория надежности сложных систем М., Физмалит, 2011.
2. Евдокименков В. Н., Динеев В. Г., Карп К. А. М. Инженерные методы вероятностного анализа авиационных и космических систем, Физмалит, 20011
3. Ямпурин Н. П., Баранова А. В. Основы надежности электронных средств, М., Академия, 2010
4. Подколзин А. С. Компьютерное моделирование логических процессов, М. Физмалит, 2011
5. Черкесов Г. Н. Надежность аппаратно-программных комплексов, СПб., Питер, 2010
6. Крылов Е. В., Острейковский В. А. Техника разработки программ. Технология, надежность и качество программного обеспечения, М., Высшая школа, 2010