

УДК 681.324

А.В. СКАТКОВ, Д.Ю. ВОРОНИН

*Севастопольский национальный технический университет, Украина***ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАРАНТОСПОСОБНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ**

Рассмотрена задача обеспечения гарантоспособности распределенной вычислительной системы. Под распределенной вычислительной системой понимается совокупность автономных средств обработки данных, которые функционируют совместно, на основе информационных обменов при помощи среды коммутации. Для повышения гарантоспособных свойств распределенных вычислительных систем некоторые компоненты СППР выполнены с использованием программной и аппаратной диверсификации, приняты во внимание особенности функционирования объектов критического применения.

Ключевые слова: гарантоспособность, диверсность, объекты критического применения, распределенная система, диспетчеризация, адаптация.

Введение

Практика показала, что применение классической теории надежности к программным средствам, сетевым технологиям и web-системам не всегда достаточно эффективно.

В [1] приводятся возможные причины такого положения вещей, и вводится понятие гарантоспособности.

Известно, что гарантоспособные системы обладают рядом свойств, соблюдение которых исключает существенные материальные убытки и катастрофы различного масштаба [1]. Распределенные системы не являются исключением. От правильности их функционирования зависит безошибочная работа объектов критического применения.

Усовершенствование функционирования распределенных вычислительных систем (РВС) является одной из наиболее актуальных задач современного развития информационных технологий. РВС представляют в виде совокупности автономных средств обработки данных, которые функционируют совместно, на основе информационных обменов при помощи среды коммутации. Наиболее значимыми областями применения РВС являются: здравоохранение, энергетика, банковские системы и бизнес процессы, разветвленное проектирование и производство сложных систем.

Можно выделить множество преимуществ распределенных систем: распараллеливание вычислений, масштабируемость, совместная работа пользователей с общими ресурсами и др. Однако перечисленные достоинства РВС порождают ряд проблем, связанных с организацией диспетчеризации выпол-

няемых заданий в условиях разнородности программного обеспечения, необходимости соблюдения стандартов безопасности и т.д. Оптимизация работы диспетчеризационной составляющей, с учетом специфических особенностей структуры рассматриваемой РВС, является вопросом чрезвычайно важным.

Решение этой задачи диктуется большой степенью корреляции между эффективностью организации диспетчеризации РВС и гарантоспособностью всей распределенной системы в целом. Одним из современных направлений исследований в этой области является организация адаптивной диспетчеризации, так как решение этой задачи имеет как теоретическую, так и практическую ценность. Задача организации диспетчеризации не может быть эффективно решена аналитически даже в случае наличия полной информации о состоянии системы и имеющихся ресурсах.

Попытка ее решения приводит к многостадийной задаче составления расписаний и многоиндексной оптимизационной задаче булевого программирования.

Но наиболее сложной, и в то же время максимально приближенной к современным РВС, является задача организации диспетчеризации в условиях априорной неопределенности.

В связи с этим усиливается необходимость разработки и внедрения современных информационных технологий, которые позволили бы эффективно динамически планировать решение задач в РВС, при этом особые надежды возлагаются на адаптивный инструментарий принятия диспетчеризационных решений.

Разработка методов, моделей и информационных технологий для поддержки принятия решений по организации диспетчеризации в РВС является актуальной научно-прикладной задачей.

Классическая задача диспетчеризации в РВС главным образом сконцентрирована на минимизации времени решения пакетов задач [2]. Для объектов критического применения эта задача приобретает дополнительную особенность, связанную с сохранением гарантоспособных свойств системы [2]. Здесь уже необходимо использовать специальные методы обеспечения гарантоспособности рассматриваемого объекта.

Как известно, одним из основных методов такого рода является принцип диверсности. Кроме данных, необходимых для решения задачи минимизации времени работы вычислительной системы, важно должным образом оценить степень критичности задачи по сравнению со всеми остальными задачами пакета для того, чтобы максимальное число диверсных узлов РВС было занято выполнением наиболее критичных задач. Это поможет обеспечить гарантоспособность системы при наименее возможном ущербе для времени решения задач.

Разовьем подход, предложенный в [2].

Постановка и решение задачи

В [3] проведен анализ состояния проблемы управления обработкой информационных потоков в РВС и перспективные направления её решения.

Сформулируем постановку задачи обеспечения гарантоспособности распределенной вычислительной системы на основе разработки системы поддержки принятия решений по диспетчеризации.

Под РВС будем понимать совокупность автономных средств обработки данных, которые функционируют совместно, на основе информационных обменов при помощи среды коммутации.

Введем ряд обозначений: RVS – решение задачи диспетчеризации в РВС; Φ – оператор выработки рекомендаций по организации диспетчеризации в РВС; $\bar{=}$ означает «равно по определению»; T – пакет, состоящий из $q = \overline{1, |T|}$ различных задач, каждая задача T_q состоит из $m = \overline{1, |STP|}$ различных этапов; $\{n_{ij}\}$ – булевский вектор, $n_{ij} = 1$, если i -й и j -й узлы РВС связаны коммутационным каналом связи, $n_{ij} = 0$ в противном случае; $\{t_{ij}\}$ – булевский вектор, $t_{ij} = 1$, если i -ая задача и j -ая задача

пакета связаны отношением предшествования, $t_{ij} = 0$ в противном случае.

Результатом функционирования системы поддержки принятия решений $RVS = \bar{\Phi}(T \cap N)$ является выработка рекомендаций по организации диспетчеризации в РВС. В РВС решается пакет задач $\{T_q, q = \overline{1, |T|}\} \bar{=} \subset T$ состоящий из q задач, при этом все задачи являются многоэтапными (каждая q -ая задача $\{STP_m, m = \overline{1, |STP|}\} \bar{=} \subset T_q$ представляет собой совокупность m различных этапов решения). N – граф, отображающий структуру РВС (узлы, соединенные средой коммутации). T – граф, отображающий взаимосвязь между задачами пакета. Множество вершин графа $T : \{t_i\}, i = \overline{1, |T|}$ соответствует решаемым задачам, а множество вершин графа $N : \{n_i\}, i = \overline{1, |N|}$ – узлам РВС. Множества дуг $\{t_{ij}\}$ и $\{n_{ij}\}$ задают соответственно отношения предшествования между задачами пакета и коммутационные особенности взаимодействия узлов РВС.

В РВС все узлы можно разделить на два непесекающихся подмножества $N = N_{\bar{A}} \cup N_{\bar{A}}$. Узлы, принадлежащие множеству $N_{\bar{A}}$, выполнены по диверсной технологии, остальные – не диверсифицировались.

Для решения m -ого этапа q -ой задачи пакета в k -ом узле выделяется $r_{(m,q)_k}$ единиц ресурсов.

Введем следующие обозначения:

$TR_{(m,q)}$ – трудоемкость решения m -ого этапа q -ой задачи; $v_{(m,q)_k}$ – интенсивность выполнения m -ого этапа q -ой задачи в k -м узле; $\lambda_{(m,l)}$ – интенсивность поступления m -ого этапа задачи l -ого типа; $r_{(m,q)_k}$ – затраты ресурсов на решение m -ого этапа q -ой задачи в k -ом узле.

Булевская переменная $x_{(m,q)_k} = 1$, если m -й этап q -й задачи решается в k -м узле, и $x_{(m,q)_k} = 0$ в противном случае.

Одним из методов обеспечения гарантоспособности $\{DesM_p, p = \overline{1, |DesM|}\} \bar{=} \subset DeSSert$ является принцип диверсности ($DesM_i$). Далее будем различать аппаратную $DesM_{iH}$ и программную $DesM_{iS}$

диверсность. Символ \mapsto означает оператор диверсификации. Слева от символа указывается тип диверсификации (DesM_{iH} или DesM_{iS}), справа – объект, подвергающийся диверсификации.

Введем следующие ограничения:

1. На минимальный объем выделяемых ресурсов

$$\min \{r_{(m,q)_k}\} \stackrel{=}{=} \min_{r_{(m,q)_k}}$$

$q = \overline{1,|T|}$, $m = \overline{1,|STP|}$, $k : \{n_i\}$, $i = \overline{1,|N|}$ узлу системы. Это происходит, например, в силу того, что платы оперативной памяти, при помощи которых наращивается дополнительная память в узле системы, имеют ограниченный минимальный объем, т.е. платы памяти с меньшим объемом сняты с промышленного производства.

2. На максимальный объем выделяемых ресурсов

$$\max \{r_{(m,q)_k}\} \stackrel{=}{=} \max_{r_{(m,q)_k}}$$

$q = \overline{1,|T|}$, $m = \overline{1,|STP|}$, $k : \{n_i\}$, $i = \overline{1,|N|}$ узлу системы. Это происходит, например, в силу того, что процессоров с большей тактовой частотой не производят в силу технологических ограничений производства.

3. В системе доступны и подлежат распространению ресурсы в объеме $\sum \sum r_{(m,q)_k} \leq R^0$,

$q = \overline{1,|T|}$, $m = \overline{1,|STP|}$, $k : \{n_i\}$, $i = \overline{1,|N|}$. Где R^0 – общий объем ресурсов (включая резервные), которые могут быть произвольным образом распределены между узлами системы, с целью более оптимального ее функционирования.

5. Нагрузка определенных узлов ограничена с целью поддержания гарантоспособных свойств системы

$$\sum \sum (\lambda_{(m,l)} \cdot x_{(m,q)_k} \cdot \frac{TR_{(m,q)}}{v_{(m,q)_k}}) \leq \rho_k,$$

$q = \overline{1,|T|}$, $m = \overline{1,|STP|}$, $k : \{n_i\}$, $i = \overline{1,|N|}$.

6. Общее время решения q-ой задачи не должно превысить директивный срок ее решения

$$\sum \sum (x_{(m,q)_k} \cdot \frac{TR_{(m,q)}}{v_{(m,q)_k}}) \leq D_q,$$

$q = \overline{1,|T|}$, $m = \overline{1,|STP|}$, $k : \{n_i\}$, $i = \overline{1,|N|}$. Директивный срок решения всего пакета задач также не может быть превышен, что особенно важно в случае

решения задач для объектов критического применения.

7. Ряд задач пакета, связанных с информационным обслуживанием объекта критического применения, должны решаться только в выделенной совокупности диверсных узлов т.е.

$$\sum_{n_q} (x_{(\forall m,q)}) = 1,$$

$$\{\text{DesM}_{iH} \mapsto T^*\} = \hat{\Phi}(T^* \cap N_{\bar{A}}),$$

$$q = \overline{1,|T|}, m = \overline{1,|STP|}, k : \{n_i\}, i = \overline{1,|N|},$$

где T^* – подмножество задач пакета, связанных с информационным обслуживанием объекта критического применения.

8.1. СППР должна быть реализована на основе адаптивного подхода $\{\text{DesM}_{iS} \mapsto \text{AdpRVS}\}$, с учетом диверсификации программной составляющей (для решения следует использовать различные адаптивные алгоритмы: Шапиро-Нарендра, Льюса, Варшавского-Воронцовой, Назина-Позняка и др.).

8.2. Модуль библиотеки имитационных моделей должен быть реализован с учетом требований программной диверсификации

$$\{\text{DesM}_{iS} \mapsto \text{LibRVS}\},$$

чтобы обеспечивать гарантоспособность РВС.

8.3. Блок, реализующий модель принятия решения, должен быть диверсифицирован аппаратно, т.е.

$$\{\text{DesM}_{iH} \mapsto \text{DmbRVS}\};$$

при создании модели распознавания типовых диспетчеризационных ситуаций (МТДС) следует учесть особенности функционирования объектов критического применения.

Разобьем задачу обеспечения гарантоспособности РВС на основе СППР по диспетчеризации на множество оптимизационных подзадач, сформулируем актуальные области их применения.

Подзадача 1 актуальна при необходимости резервирования большого объема ресурсов РВС для решения служебных задач системы (процессов мониторинга и т.п.).

Подзадача 2 является весьма распространенной, в ней все ресурсы системы используются для решения пакета задач. Она наиболее актуальна, если от быстроты полученного решения напрямую зависит гарантоспособность РВС.

Подзадача 3 довольно часто используется, если задачи пакета слабо связаны, либо результаты решения любой из задач могут существенно повлиять на целесообразность дальнейшего решения задач пакета.

Подзадача 4 используется для повышения гарантоспособности РВС: при проектировании СППР необходимо так распределять задачи между узлами РВС, чтобы наиболее критичные задачи решались на диверсных узлах. Имеются экспертные оценки, представленные в виде множества различных целочисленных значений $(\Omega_{(m,q)k}, \forall(m,q)_k)$, $q = \overline{1, |T|}$, $m = \overline{1, |STP|}$, $k : \{n_i\}$, $i = \overline{1, |N|}$, которые показывают желательность определенных назначений. Они в какой-то мере отражают степень критичности задачи по сравнению со всеми остальными и необходимы для того, чтобы максимальное число диверсных узлов были заняты выполнением наиболее критичных задач.

Формализация рассмотренных подзадач звучит следующим образом:

1. Минимизация ресурсных затрат на выполнение пакета задач

$$\sum \sum \sum (r_{(m,q)k} \cdot x_{(m,q)k} \cdot \frac{TR_{(m,q)}}{v_{(m,q)k}}) \rightarrow \min,$$

$$q = \overline{1, |T|}, m = \overline{1, |STP|}, k : \{n_i\}, i = \overline{1, |N|}.$$

2. Минимизация общего времени решения

пакета задач $\sum \sum \sum (x_{(m,q)k} \cdot \frac{TR_{(m,q)}}{v_{(m,q)k}}) \rightarrow \min,$

$$q = \overline{1, |T|}, m = \overline{1, |STP|}, k : \{n_i\}, i = \overline{1, |N|}.$$

3. Минимизация времени решения каждой

задачи пакета $\max_q \sum \sum (x_{(m,q)k} \cdot \frac{TR_{(m,q)}}{v_{(m,q)k}}) \rightarrow \min,$

$$q = \overline{1, |T|}, m = \overline{1, |STP|}, k : \{n_i\}, i = \overline{1, |N|}.$$

4. Максимизация числа диверсных узлов, занятых выполнением наиболее критичных задач. Целевая функция

$$\sum \sum \sum (x_{(m,q)k} \cdot (\Omega_{(m,q)k}, \forall(m,q)_k)) \rightarrow \max,$$

$$q = \overline{1, |T|}, m = \overline{1, |STP|}, k : \{n_i\}, i = \overline{1, |N|},$$

которая представляет собой сумму экспертных оценок желательности для всех полученных назначений требует максимизации.

Таким образом, задача обеспечения гарантоспособности РВС на основе СППР по диспетчеризации сводится к нахождению таких рекомендаций по организации диспетчеризации в РВС, которые бы, учитывая заданные выше ограничения, способство-

вали решению рассмотренных оптимизационных подзадач. Задача относится к задаче векторной оптимизации и должна быть решена в рамках подхода Парето с использованием методов, описанных в [7].

Структурная схема системы поддержки принятия решений по организации диспетчеризации в РВС представлена на рис. 1.

На входе системы имеется описание структуры и параметров РВС на естественном языке, информация о пакете решаемых задач (уровень информации варьироваться от полной детерминированности до полной неопределенности), информационное обеспечение (множество Парето).

При помощи адаптивного выбора метода решения задачи диспетчеризации необходимо получить множество рекомендаций по организации диспетчеризации в РВС.

В качестве таких рекомендаций в случае полной информации о пакете решаемых задач будет выступать расписание работы РВС.

В случае наличия неопределенности будет адаптивно выбираться наилучшая стратегия организации диспетчеризации в РВС. В левом верхнем углу схемы (рис. 1) рассмотрены специализированные обозначения, связанные с повышением гарантоспособности СППР.

В рассматриваемой СППР выделены следующие основные составляющие: подсистема классификации структуры РВС, подсистема распознавания типовой диспетчеризационной ситуации, модель принятия решения, среда имитационного моделирования, подсистема распределения ресурсов в узлах РВС.

Подсистема классификации структуры РВС предназначена для организации структурно-функционального моделирования РВС. Она состоит из методики структурной классификации, библиотеки имитационных моделей типовых классов структур РВС, математического обеспечения (адаптивного распознавателя).

При рассмотрении структурных и организационных особенностей РВС была обнаружена необходимость введения дополнительной классификационной методики, основанной на этих различиях [4]. В связи с этим, декомпозиция множества структур РВС на определенные классы позволила улучшить адекватность имитационных моделей РВС и тем самым повысить качество принимаемых диспетчеризационных решений.

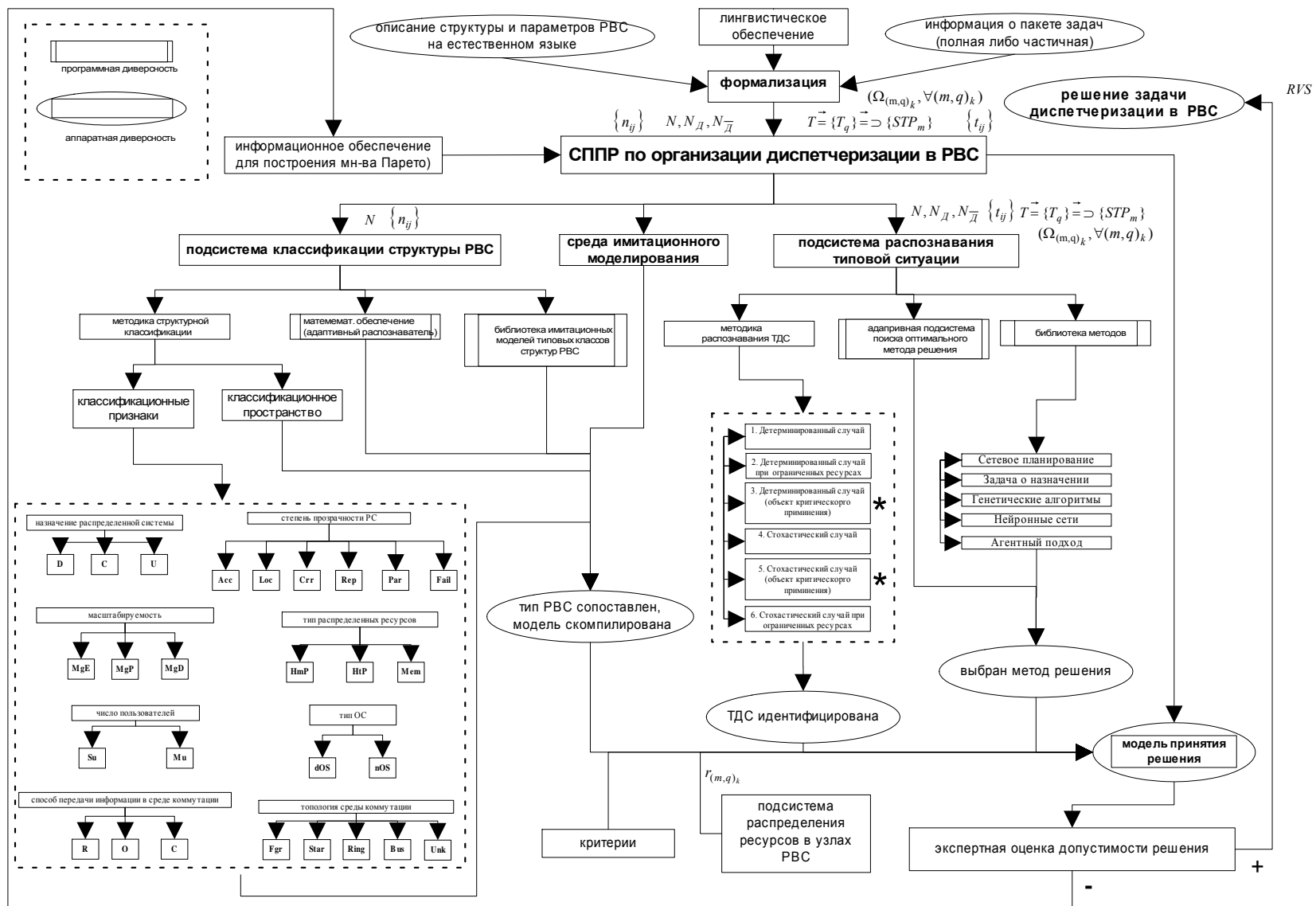


Рис. 1. Структурная схема системы поддержки принятия решений по организации диспетчеризации в РВС.

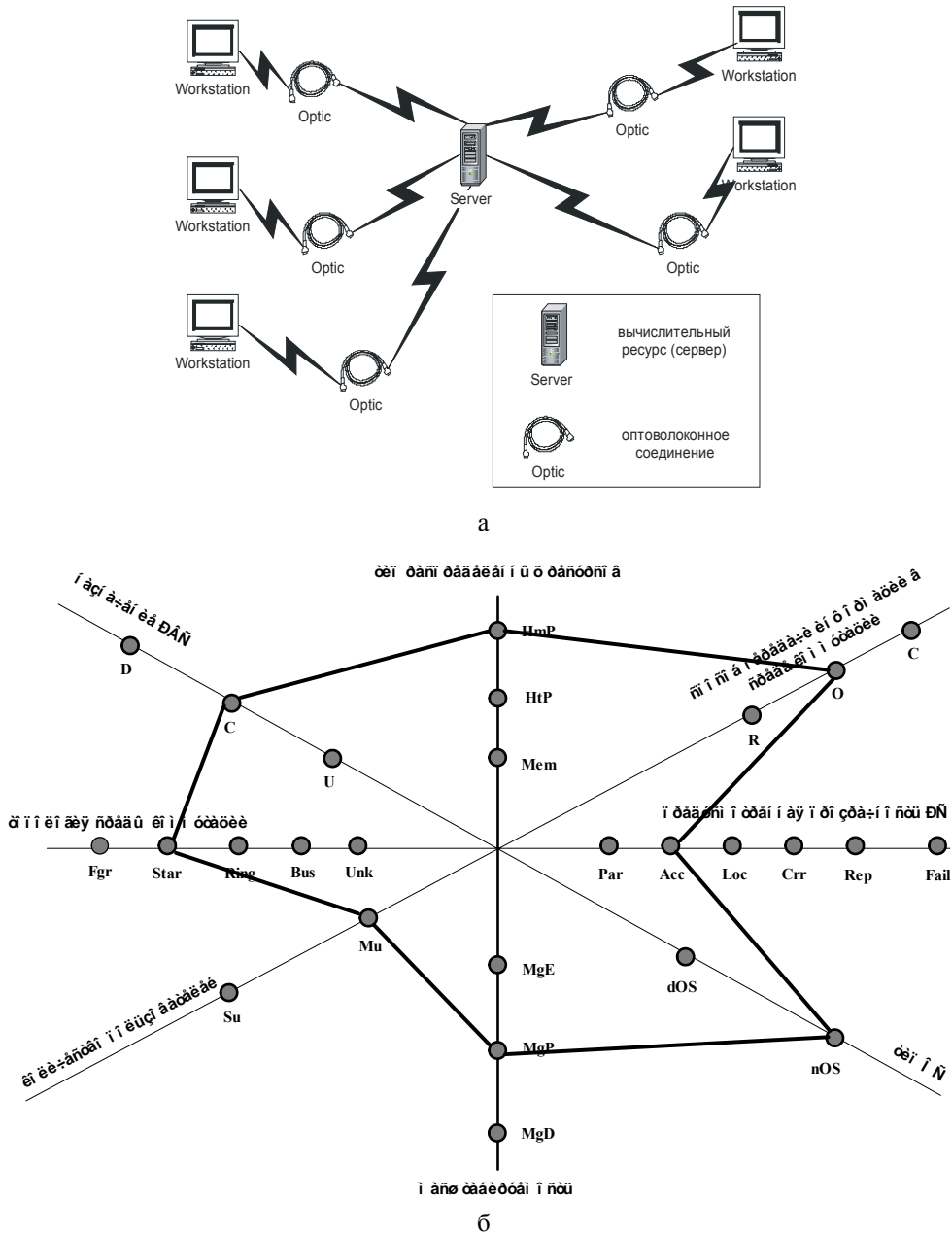


Рис. 2. а – структурная схема PBC типа Star/HmP/O/MgP/C/Acc/Mu/dOS; б – образ ее представления при решении подзадачи идентификации типа структуры PBC

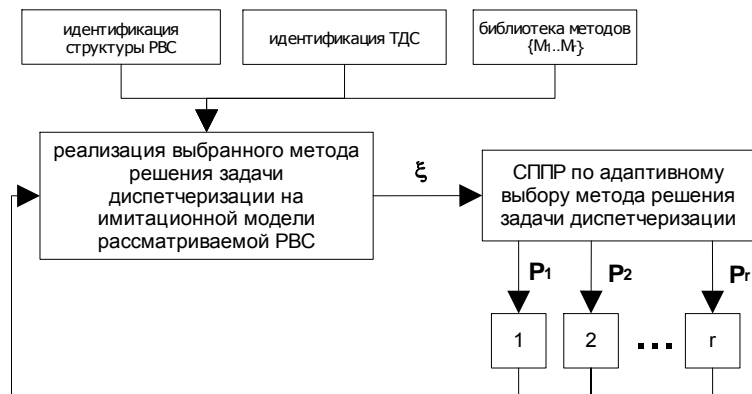


Рис. 3. Алгоритмическая схема адаптивной СПМР по выбору оптимального метода решения задачи диспетчеризации

Авторами произведено расширение общепринятой методики классификации РВС для повышения ее системности и однозначности.

Геометрическая интерпретация разработанной классификации – восьмимерное классификационное пространство, которое отображено на рис. 2.

На рис. 2, а показана структурная схема РВС типа Star/HmP/O/MgP/C/Acc/Mu/dOs, на рис. 2, б – ее образ представления при решении подзадачи идентификации типа структуры РВС.

Подсистема распознавания типовой диспетчеризационной ситуации (ТДС) предназначена для идентификации ТДС на основании информации о пакете решаемых задач и структуре РВС, а также для поиска наилучшего метода решения задачи диспетчеризации.

Эта подсистема состоит из методики распознавания ТДС, библиотеки методов, адаптивной системы поиска оптимального метода решения задачи диспетчеризации. При проведении анализа существующих методов решения задачи диспетчеризации была обнаружена необходимость в выделении типовых диспетчеризационных ситуаций (ТДС).

Следует заметить, что выделение ТДС проводилось на основе общепринятого механизма классификации задач планирования в РВС [5]. В связи с этим, основополагающие отличия между ТДС состоят в полноте доступной информации о состоянии системы и решаемых в ней задачах, в необходимости предусмотрения механизмов повышения гарантоспособности (диверсификации и т.п.), в степени ограниченности ресурсов РВС. Детализируем процесс выбора оптимального метода решения задачи диспетчеризации: упрощенная алгоритмическая схема адаптивной подсистемы поиска оптимального метода решения задачи диспетчеризации представлена на рис. 3.

Имеется r различных методов решения задачи диспетчеризации M_i ($i = 1...r$), каждый из которых имеет характерные достоинства и недостатки. При их выборе должна учитываться информация об идентификации ТДС, а также ограничения, связанные с обеспечением гарантоспособных свойств объектов критического применения, достаточное время «отклика», сложность технической реализации и т.п. Пусть в дискретные моменты времени t_n ($n = 1, 2, \dots; t_{n+1} > t_n$) происходит реализация очередного метода. Если в момент времени t_n выбран вариант $m_n \in M$, то до наступления момента времени t_{n+1} наблюдается реализация случайной величины $\xi_n(x_n, \omega)$, принимающей вещественные значения и имеющей смысл потерь системы на интервале времени (t_n, t_{n+1}) .

В данном случае $\xi_n(x_n, \omega)$ есть случайная величина, принимающая вещественные значения. Величина текущих средних потерь

$$\hat{O}_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \zeta_t, n = 1, 2, \dots$$

характеризует качество последовательности вариантов $\{m_1, \dots, m_r\}$, выбранных на первых n тактах. Цель адаптации – минимизировать значение функции текущих средних потерь $\{\Phi_n\}$.

Результаты анализа, представленные в табл. 1, отображают повышение эффективности решения задачи диспетчеризации при адаптивном применении общеизвестных методов в зависимости от ТДС. $T_{ок}$ – окончания обработки пакета задач, средний коэффициент $K_{пр}$, простоя узлов и относительные оценки эффективности: по времени окончания решения пакета задач – T , по среднему коэффициенту простоя узлов – K_1 .

Таблица 1

Результаты анализа эффективности решения задачи диспетчеризации при адаптивном применении общеизвестных методов в зависимости от ТДС

Стратегии СППР по выбору метода решения задачи диспетчеризации	$T_{ок}$	$K_{пр}$	Относительные оценки эффективности	
			T	K_1
Cons-стратегия	7110	35,68	1,09	1,19
Min-стратегия	7382	38,05	1,13	1,27
Max-стратегия	7716	40,73	1,18	1,36
Адаптивный алгоритм (смешенная стратегия)	6519	29,85	1	1

В модели принятия решений СППР по организации диспетчеризации в РВС имеется подсистема распределения ресурсов в узлах РВС. Решение этой задачи с использованием нейросетевой оптимизации описано в [6].

Заключение

Рассмотрена задача обеспечения гарантоспособности распределенной вычислительной системы. Для повышения гарантоспособных свойств РВС некоторые компоненты СППР выполнены с использованием программной и аппаратной диверсификации, приняты во внимание особенности функционирования объектов критического применения.

Литература

1. Харченко В.С. Гарантоспособность и гарантоспособные системы: элементы методологии / В.С. Харченко // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2006. – № 5 (17). – С. 7-19.
2. Скатков А.В. Обеспечение гарантоспособности распределенной вычислительной системы с использованием диверсной диспетчеризации / А.В. Скатков, Д.Ю. Воронин // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – № 7 (34). – С. 19-24.
3. Воронин Д.Ю. Системотехнический анализ процессов диспетчеризации в распределенных вычислительных системах / Д.Ю. Воронин // Вестник СевГТУ. Вып. 93: Информатика, електроніка, зв'язь: Сб. научн. тр. – Севастополь: СевНТУ, 2008. – С. 38-42.
4. Скатков А.В. Н. Распределенные системы: структурный анализ, классификация, экстремальные задачи на графах / А.В. Скатков, Д.Ю. Воронин, Д.Н. Данильчук // Вестник национального Хмельницкого университета. – 2007. – № 3, т.1 (93) – С.77-82.
5. Топорков В.В. Модели распределенных вычислений / В.В. Топорков. – М.: Физматлит, 2004. – 320 с.
6. Скатков А.В. Управление ресурсами узла распределенной системы с использованием нейросетевой оптимизации / А.В. Скатков, Д.Ю. Воронин // Новые технологии. – Кременчугский ун-тет экономики, инф. технологий и управл. – Кременчуг: КУЭИТиУ, 2007. – Вып. 4 (18). – С. 63-65.
7. Жихарев В.Я. Методы моделирования и дискретной оптимизации вычислительных систем реального времени / В.Я. Жихарев, В.М. Илюшко, Л.Г. Кравец и др. — Житомир: ЖГУ, 2004. – 94 с.

Поступила в редакцию 12.02.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф., директор института компьютерных технологий НАУ И.А. Жуков, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ РОЗПОДІЛЕНОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЕЙ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ

О.В. Скатков, Д.Ю. Воронін

Розглянуто завдання забезпечення гарантоздатності розподіленої обчислювальної системи з використанням моделей диспетчеризації. Під розподіленою обчислювальною системою розуміється сукупність автономних засобів обробки даних, які функціонують спільно, на основі інформаційних обмінів за допомогою середовища комутації. У основі запропонованого підходу використовується диверсний підхід до організації диспетчеризації в об'єктах критичного застосування. Ефективність підходу показана за допомогою чисельного моделювання. Запропонований підхід планується упровадити в систему ухвалення рішень по організації диспетчеризації в розподілених об'єктах критичного застосування.

Ключові слова: гарантоздатність, диверсний підхід до організації диспетчеризації, об'єкт критичного застосування, система ухвалення рішень.

PROVIDING OF THE DISTRIBUTED CALCULATING SYSTEM DEPENDABILITY WITH THE USE OF THE SCHEDULING MODELS

A.V. Skatkov, D.Y. Voronin

The task of providing of the distributed calculating system dependability is considered. Under the distributed computer system the aggregate of autonomous facilities of processing of data which function jointly is understood, on the basis of informative exchanges through the environment of commutation. The diversity approach is used for organization of the scheduling in the objects of critical application. Efficiency of the offered approach is shown. Offered approach is planned to be embed in the decision-making system for the scheduling organization in the objects of critical application.

Key words: dependability, distributed calculating system, diversity approach, organization of the scheduling, decision-making system.

Скатков Александр Владимирович – д-р техн. наук, профессор, заведуючий кафедрой кибернетики и вычислительной техники Севастопольского национального технического университета, Севастополь, Украина, e-mail: kvt@sevgtu.sebastopol.ua.

Воронин Дмитрий Юрьевич – аспирант кафедры кибернетики и вычислительной техники Севастопольского национального технического университета, Севастополь, Украина, e-mail: dima@voronins.com.