

Дальнейшие исследования планируется проводить в направлении интеграции алгоритмов решения логистических задач с терминальным управлением в рамках единой технологической задачи, связанной с транспортными операциями в сборочном цехе.

Библиографический список использованной литературы

1. Campion G., Chung W. Wheeled robots // Springer Handbook of Robotics. Eds B. Siciliano, O. Khatib. 2008. P. 391 – 410.
2. Краснодубец Л.А. Управление движением колёсной платформы с тремя степенями свободы / Л.А. Краснодубец, Е.Ф. Морозова // Междунар. науч.-техн. журнал. Информационные технологии и компьютерная инженерия, №2. – Винница: Изд-во ВинНТУ, 2010. – С. 14 – 19.
3. И. В. Мирошник, А. Н. Шалаев Управление тракторным движением автономных роботов // 2001.С.243 – 248.
4. Мартыненко Ю.Г., Формальский А.М. О движении мобильного робота с роликонесущими колёсами // Изв. РАН. ТиСУ. 2007. №6. С. 142 – 149.
5. Крутько П.Д. Новые технологии аналитического проектирования алгоритмического обеспечения систем управления движением / П.Д. Крутько // Управление, автоматизация и окружающая среда: Материалы междунар. науч.-техн. конф., г. Севастополь, 8-13 сентября 2008. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2008.

Krasnodubets L.A., Dmitrishin A.A. Terminal control of wheel robot "Robotino".

The law of terminal adaptive control by the wheel robot, constructed on the basis of the decision of the task of tracking of the assigned trajectory with demanded time of achievement of the assigned point for planes is offered. It is shown that for synthesis of parameters of an appropriate digital regulator it is possible to use simple model of object of control with unknown parameter. The program implementing the offered law of control on the on-board computer in a mode of real time under control of operating system Linux is developed.

Key words: terminal control, the adaptive properties, the control law, synthesis, modeling, the software, the wheel robot.

УДК 004.4: 004.94

Д.Ю. Воронин, канд. техн. наук

В.И. Шевченко, канд. техн. наук

М.С. Кобылянская

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053

E-mail: dima@voronins.com

МЕТОДИКА ПРИНЯТИЯ ДИСПЕТЧЕРСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ КРИТИЧЕСКОМ ИНФРАСТРУКТУРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ БИБЛИОТЕКИ GRID-LIBRARY¹⁴

Предложена методика принятия диспетчерских решений при критическом инфраструктурном взаимодействии распределенных вычислительных систем в условиях неопределенности. Рассмотрены основные аспекты концепции, ориентированные на создание единой универсальной среды интегрированного управления сетевыми проектами при использовании имитационной библиотеки Grid-library.

Ключевые слова: критическое инфраструктурное взаимодействие, поддержка принятия решения, сетевой проект, Grid, диспетчеризация, имитационное моделирование.

Известно, что в настоящее время сфера применения распределенных вычислений стремительно расширяется. Связано это в том числе и с широчайшими возможностями, предоставляемыми рядовым и корпоративным пользователям посредством технологии Грид. Таким образом, задача синтеза инструментальных средств поддержки принятия диспетчерских решений в Грид-системах, безусловно, является актуальной [1 – 3]. Дополнительную сложность при принятии решений в данной предметной области формируют как директивные требования к оперативному управлению, так и существенный дефицит априорной информации о взаимосвязи характеристик огромного числа используемых компонентов: подсистем, встраиваемых модулей, как автоматических, так и автоматизированных – основанных на процессах поддержки принятия решений посредством диалоговых взаимодействий с ЛПР.

¹⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-41-01522).

Обобщенные функциональные требования к реализуемому программному продукту можно на естественном языке сформулировать следующим образом:

- наличие гибких средств по генерации исходных данных;
- графическое отображение моделируемого процесса обработки пакетов заданий Грид-системой;
- наличие интерактивных средств модификации параметров моделируемой Грид-системы;
- реализация средств формирования структуры Grid-системы на основе компонентного проектирования при использовании специализированной библиотеки компонентов;
- внедрение мощных процедур по сбору и интерактивному отображению результатов проведенных имитационных экспериментов;
- реализация возможности проведения имитационных экспериментов по выбору эффективной стратегии диспетчеризации для заданной структуры и параметров Grid – системы при использовании гибких сценариев.

Результаты декомпозиции задачи реализации описанных требований описываются совокупностью подсистем и информационными связями между ними. Организационная структура инструментального средства поддержки принятия диспетчерских решений в Грид-системах представлена на рисунке 1.

Подсистема генерации исходных данных ориентирована на создание набора заданий с параметрами, вводимыми оператором. Целевое назначение подсистемы задания структуры распределенной сети и установки параметров узлов очевидно из ее названия. Реализация процесса моделирования последствий выбранной стратегии диспетчеризации происходит в подсистеме моделирования построенной распределенной вычислительной сети. Входными данными являются: пакет задач, структура сети, параметры узлов и т.д., а результирующая информация содержит в себе статистические данные, значения целевой функции, значения функции потерь, состояния узлов и ошибки, выявленные в процессе моделирования. Подсистема статистики и анализа информационной ситуации в распределенной вычислительной системе ориентирована на сбор статистических результатов, анализ информационной ситуации, отслеживание ошибок моделирования и т.д.

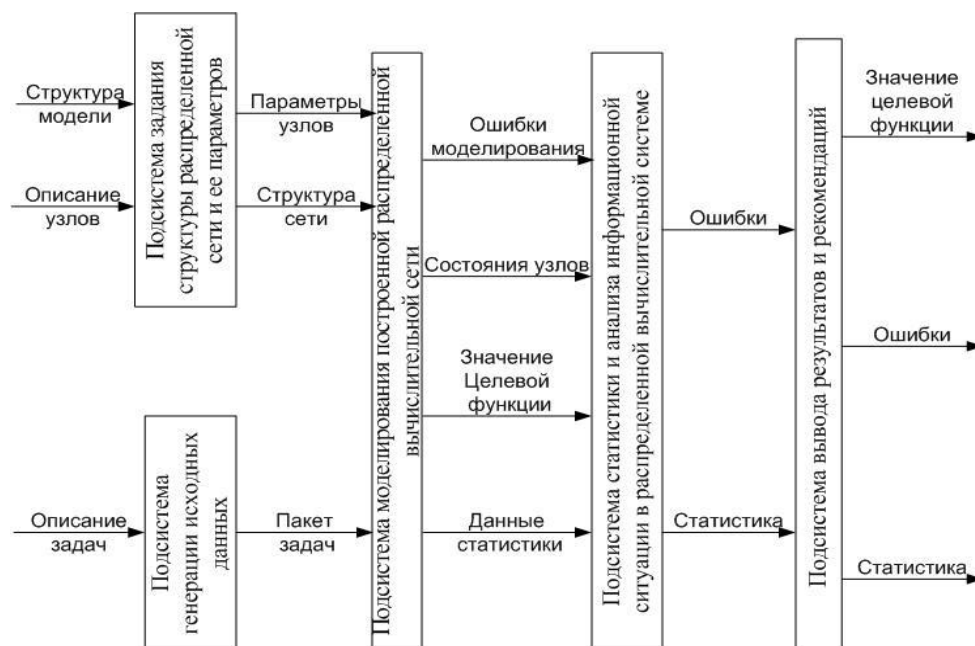


Рисунок 1 — Структура инструментального средства поддержки принятия диспетчерских решений в Грид-системах.

В связи со значительными временными и финансовыми затратами на реинжиниринг Грид-систем необходимо иметь возможность предварительно «проиграть» различные стратегии управления при помощи имитационных экспериментов. Принимая во внимание ряд неоспоримых достоинств современного инструментального средства AnyLogic, было принято решение повысить адекватность реализуемых моделей путем синтеза специализированной библиотеки Grid-library, компоненты которой учитывают особенности рассматриваемой предметной области.

С архитектурной точки зрения в системе целесообразно выделять вертикальную иерархию классов и их горизонтальную взаимосвязь (изображены на рисунке 2).

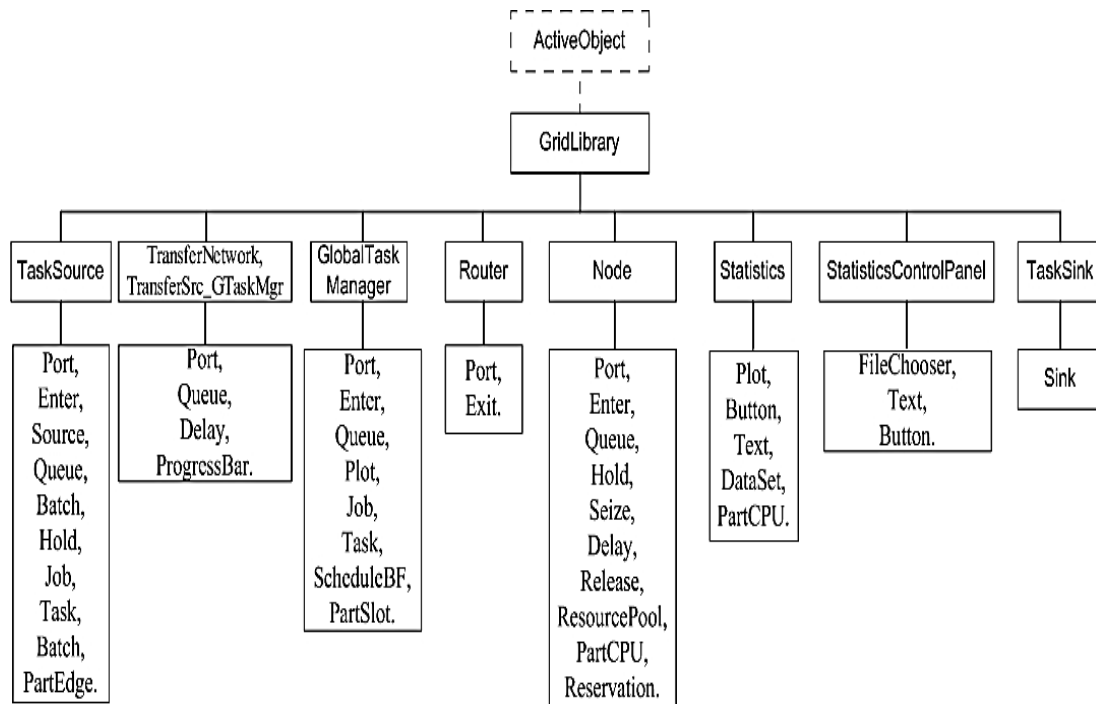


Рисунок 2 — Иерархия классов инструментального средства поддержки принятия диспетчерских решений в Грид-системах.

Так как инструментальное средство проектируется в рамках объектно-ориентированной системы имитационного моделирования AnyLogic [2], то все классы активных объектов наследуются от класса ActiveObject, а классы заявок – от класса Entity. На верхнем уровне иерархии после класса ActiveObject находится класс библиотеки Grid-library [4, 5], который в свою очередь содержит в себе классы активных объектов TaskSource, TransferNetwork, TransferSrc_GTaskMgr, GlobalTaskManagerN, Router, Node, Statistics, StatisticsControlPanel, TaskSink. Кроме того, в таблице 1 приведена матрица реализации подсистем инструментального средства поддержки принятия диспетчерских решений в Грид при использовании компонентов библиотеки Grid-library.

В соответствии с приведенными результатами организационно-архитектурных решений сформирована библиотека Grid-library элементы которой являются опорным средством поддержки принятия диспетчерских решений в Грид-системах.

Таблица 1 – Использование компонентов библиотеки Grid-library для реализации подсистем инструментального средства поддержки принятия решений

Компонент библиотеки Наименование подсистемы	Подсистема генерации исходных данных	Подсистема задания структуры распределенной сети и ее параметров	Подсистема моделирования построенной распределенной вычислительной сети	Подсистема статистики и анализа информации в распределенной вычислительной сети	Подсистема вывода результатов и рекомендаций
TaskSource	+	+	+		
TransferSrc_GTaskMgr		+	+		
TransferNetwork		+	+		
GlobalTaskManagerN		+	+	+	+
Router		+	+		
Node		+	+		
Statistics		+	+	+	+
StatisticsControlPanel		+	+	+	+
TaskSink		+	+		

С помощью компонентов библиотеки Grid-library был проведен структурный и параметрический синтез моделируемой Грид-системы, содержащей два источника пакетов заданий, две внешние сети передачи данных высокой пропускной способности, глобальный диспетчер заданий, сборщик заданий, маршрутизатор, а также четыре вычислительных узла. Результаты синтеза представлены на рисунке 3.

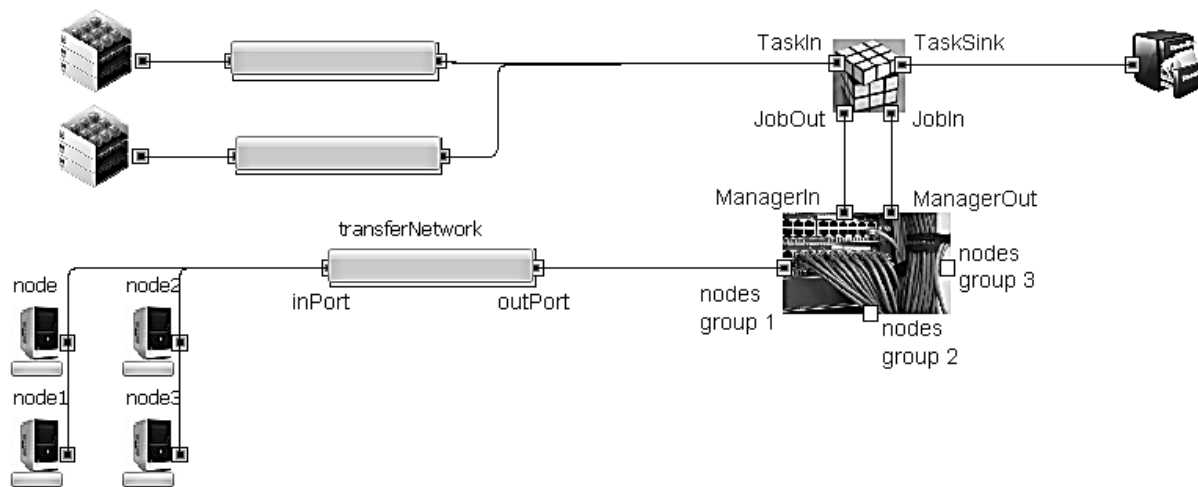


Рисунок 3 — Результаты структурного и параметрического синтеза Грид-системы

Кроме того, было создано два типа пакетов заданий вместимостью 10, 20, 40, 80 и 160 заданий.

Первый тип содержит простые задания и обладает следующими параметрами генерации:

- объем локальной дисковой памяти (Мб) = 10 - 20;
- объем оперативной памяти (Мб) = 10 - 40;
- объем вычислений (FLOP) = 8000 - 16000;
- число процессорных ядер для выполнения одной работы = 1;
- объем исходных данных работы передаваемый через сеть (Мб) = 10 - 40.

Второй тип содержит сложные задания и обладает следующими параметрами:

- объем локальной дисковой памяти (Мб) = 100 - 120;
- объем оперативной памяти (Мб) = 250 - 300;
- объем вычислений (FLOP) = 80000 - 120000;
- число процессорных ядер для выполнения одной работы = 1 - 2;
- объем исходных данных работы передаваемый через сеть (Мб) = 10 - 40.

Использовались следующие методы диспетчеризации заданий в Грид:

FF — Общеизвестный метод First-Fit;

BF1 — Общеизвестный метод Backfill, целевая функция «Обеспечение наиболее раннего запуска работ»;

BF2 — Общеизвестный метод Backfill, целевая функция «Обеспечение наиболее раннего завершения работ»;

ADtimeout — Адаптивная стратегия диспетчеризации, функция потерь «По временному интервалу»;

AD1 — Адаптивная стратегия диспетчеризации, функция потерь «Превышение порогового значения простоя CPU»;

AD2 — Адаптивная стратегия диспетчеризации, Функция потерь «Снижение скорости рассасывания очереди невыполненных работ».

Далее приведены исходные данные и проанализированы результаты проведенных имитационных экспериментов.

Проанализируем уровень загрузки CPU для альтернатив FF, BF2 и AD2 при соотношении сложности заданий 40/40. На рисунке 4 изображен график зависимости уровня загрузки CPU от выбранной дисциплины распределения ресурсов Грид-системы. Очевидно, что уровень загрузки CPU при использовании FF – около 85%, BF2 – 90%, а при AD2 – приблизительно 95-98%. Более наглядно эти результаты изображены при помощи диаграммы плотности расписаний на рисунках 5 — 7.

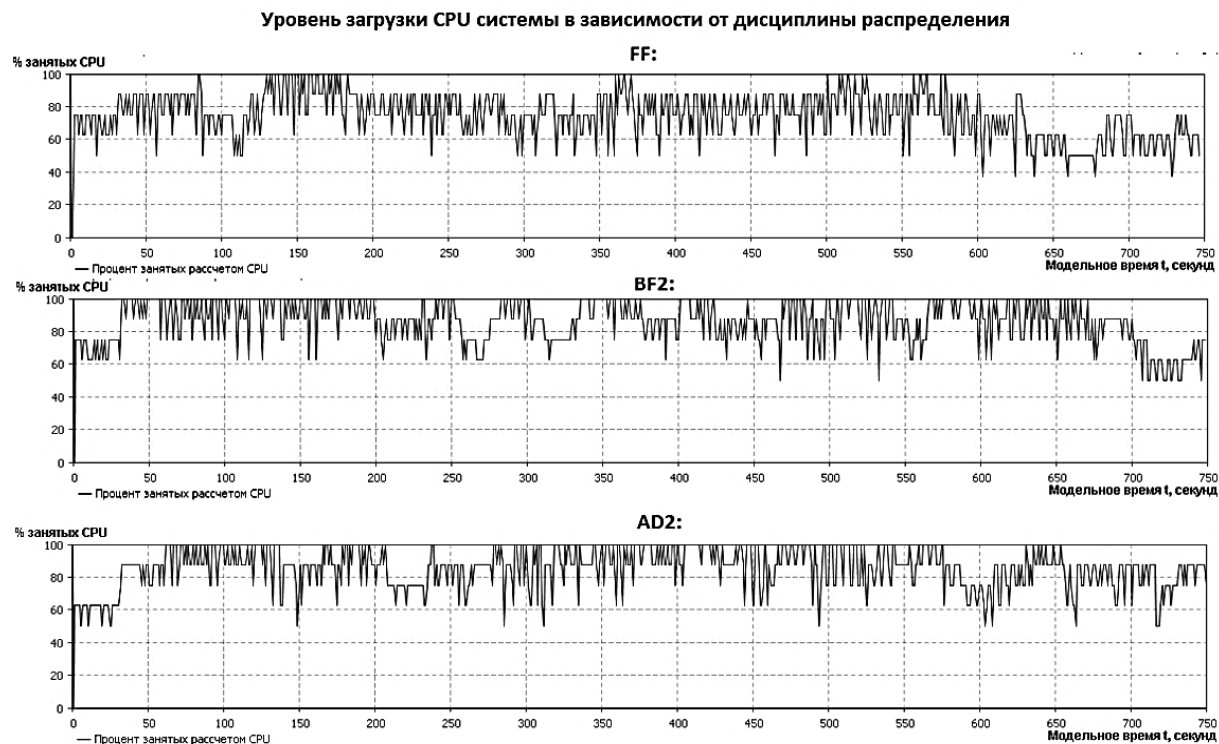


Рисунок 4 — Сравнительный график уровней загрузки CPU в зависимости от дисциплины распределения

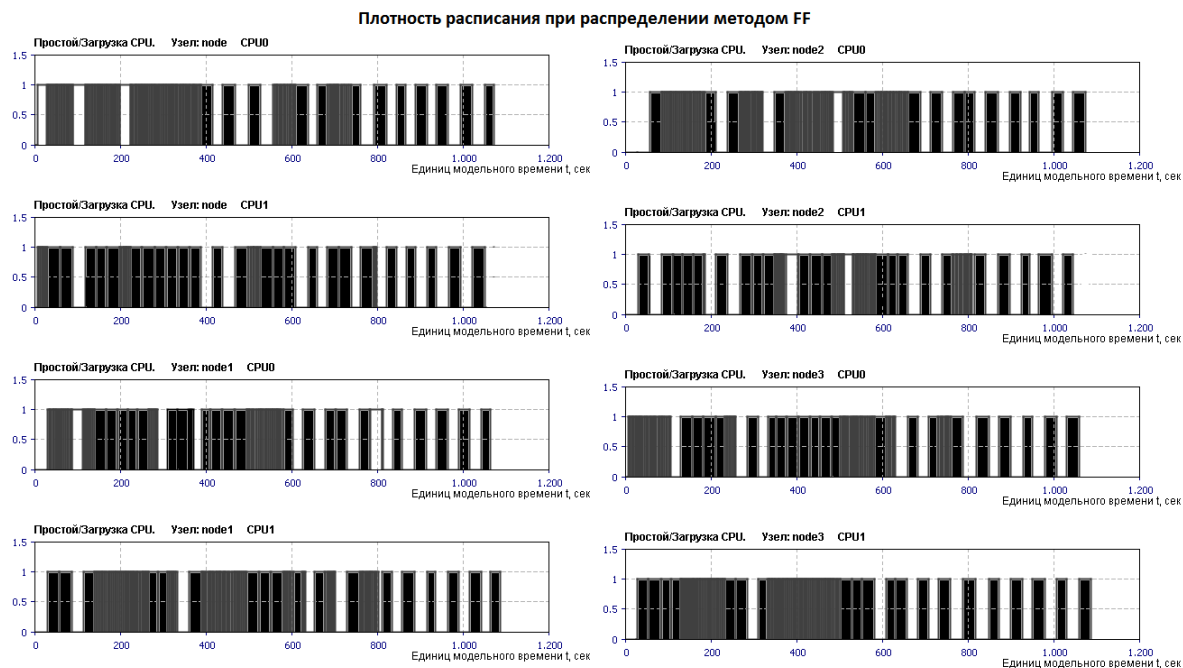


Рисунок 5 — Плотность расписания при распределении методом FF

На рисунках серым цветом обозначены последовательности простых заданий, выполнение которых занимает относительно короткое время, черным — сложные задания. Четко прослеживается уменьшение количества пропусков (простоя) с изменением дисциплины AD2. Кроме того на рисунке 5 видно, что сначала рассчитываются в основном простые работы, на рисунке 6 видно чередование сложных и простых работ, на рисунке 7 можно видеть как чередование сложных и простых работ так и высокую плотность расписания.

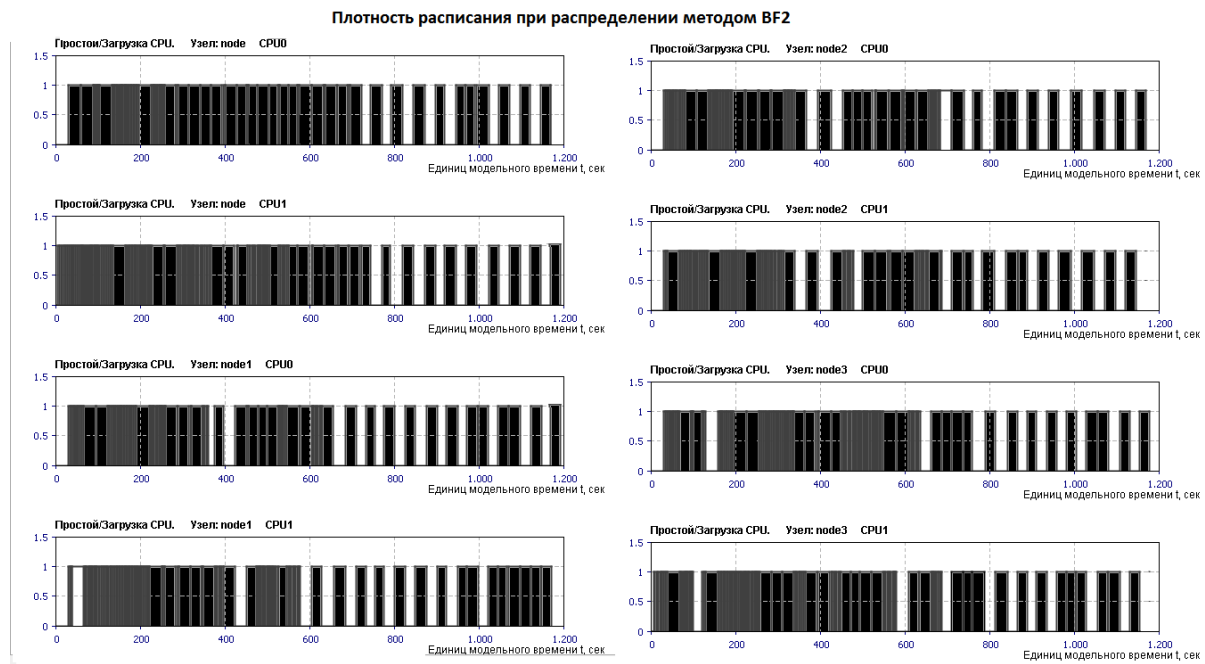


Рисунок 6 — Плотность расписания при распределении методом BF2

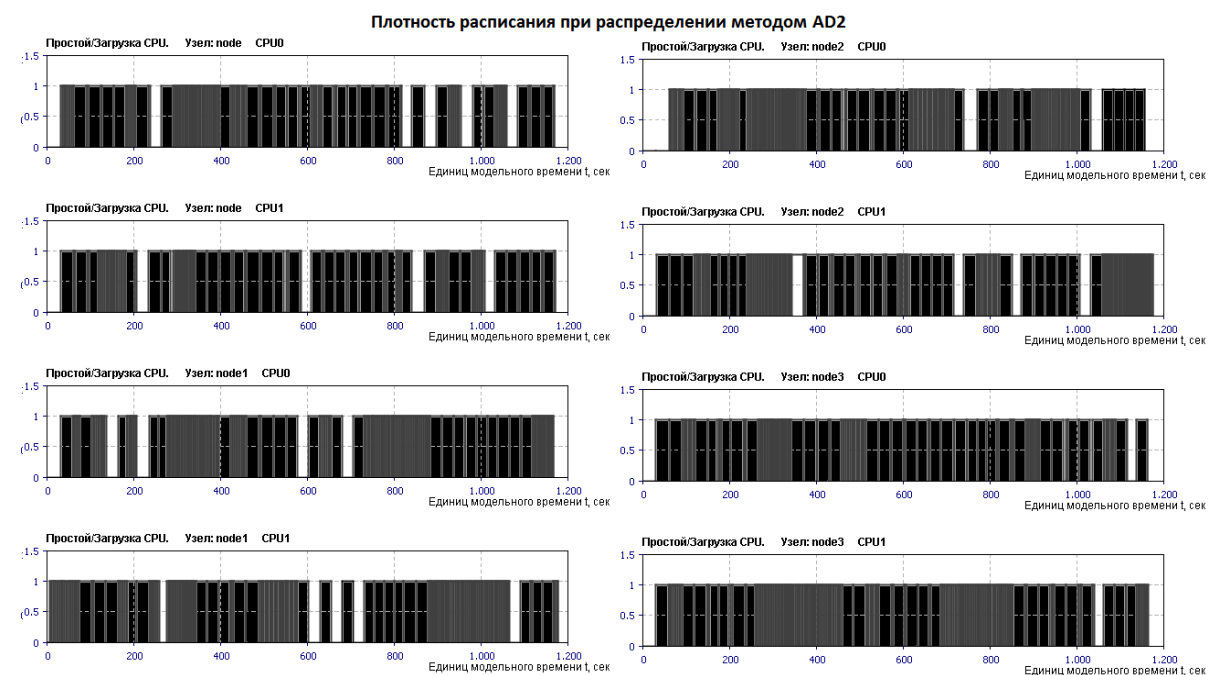


Рисунок 7 — Плотность расписания при распределении методом AD2

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Эффективность стратегии Backfill возрастает с размером пакета. Было подтверждено преимущество модификации BF2 (ориентированной на использование в гетерогенных системах, используется в планировщике MAUI), в сравнении BF1. Адаптивные стратегии целесообразно применять для средних и больших объемов заданий, так как эффективность применения может быть нивелирована постоянными потерями времени на смену альтернатив. Безусловно, процедуры адаптивного поиска позволяют парировать априорную неопределенность, однако процедура настройки параметров нетривиальна и требует от ЛПП взвешенных и аргументированных решений.

Библиографический список использованной литературы

1. Информационные технологии для критических инфраструктур: монография / А.В. Скатков [и др.] — Севастополь: Изд-во «СевНТУ», 2012. — 306 с.
2. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю.Г. Карпов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 400 с.
3. Воронин Д.Ю., Скатков А.В., Харченко В.С. Технологии Web, Grid, Cloud для гарантоспособных ИТ-инфраструктур / Технологии Web, Grid, Cloud для гарантоспособных ИТ-инфраструктур: Монография/ Под ред. В.С. Харченко, А.В. Горбенко. — Харьков: Изд-во ХАИ, 2013. — 868 с.: табл. 119, ил. 323, библиограф. 321 назв. ISBN 978 — 966 — 662 — 307 — 5.
4. Воронин Д.Ю. Автоматизация управления распределенными вычислительными процессами при использовании библиотеки имитационных моделей / Д.Ю. Воронин, Д.И. Бойко// Тезисы Всеукраинской научно-практ. конф. «Современные информационные технологии и программное обеспечение компьютерных систем». — Кировоград: «КОД», 2013. — С. 185 — 186.
5. Воронин Д.Ю. Информационная технология управления распределенными вычислительными процессами / Д.Ю. Воронин, Д.И. Бойко, М.С. Кобылянская // Современные технологии проектирования управляющих и мехатронных систем: материалы международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2013. — С. 119 — 123.

Voronin D.Y., Shevchenko V.I., Kobylianskaya M.S. Approach for decision-making in critical infrastructural interaction of distributed computing systems based on simulation Grid-library

The approach for making dispatching decisions at critical infrastructure interaction of distributed computing systems in conditions of uncertainty is considered. The main aspects of the concept, aimed at creating a single unified environment of integrated network management using simulation Grid-library, are discussed.

Key words: critical infrastructure cooperation, decision support, network project, Grid, scheduling, simulation modeling.

УДК 62.50

А.Т. Барабанов, профессор, д-р техн. наук

Е.С. Солдатенко

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская 33, г. Севастополь, 299053

e-mail: soldatenko@sevastopol.nu.ua

АБСОЛЮТНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КВАЗИОПТИМАЛЬНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ

Рассматривается квазиоптимальная нелинейная система при законе управления, построенном линейно-квадратической оптимизацией системы линейного приближения. Ставится и решается задача анализа абсолютной устойчивости в квазиоптимальной системе при парциальном введении нелинейностей.

Ключевые слова: нелинейная система, оптимальный закон управления, абсолютная устойчивость, критерий Попова.

1. Постановка задачи. Рассматривается нелинейная система с аддитивным управлением вида

$$\frac{dx}{dt} = A(x) + Bu(t), \quad 0 \leq t < \infty, \quad (1)$$

где $A(x) \in R^{n \times n}$, $B \in R^{n \times m}$; $x \in R^n$, $u \in R^m$.

Пусть для системы линейного приближения

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Bu(t),$$

построено оптимальное управление в виде стационарной отрицательной обратной связи

$$u(t) = -Gx(t). \quad (2)$$

Пусть выделена для рассмотрения одна нелинейность $a_{km}(x_m)$. Нелинейность выносится в «k»-ой строке в отдельное слагаемое, что позволяет записать нелинейную модель в виде

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= (A_0 - BG)x + by, \\ y &= \varphi(\sigma), \quad \sigma = c^T x, \end{aligned} \right\}$$

где