

ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАДАНИЙ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КАК ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

А.В. Киселев, П.Е. Голосов

Внедрение технологий грид, обусловленное необходимостью повышения доступности требуемых для решения прикладных задач пользователей вычислительных ресурсов, определяет актуальность исследования вопроса обеспечения качества обслуживания пользовательских заданий в грид.

В работе рассматривается подход, призванный обеспечить прогнозируемость и приемлемость времени выполнения заданий пользователей, реализуемый на основе экономической модели планирования заданий в грид (экономической системой планирования – ЭСП). В качестве варианта реализации грид рассматривается сетевая среда распределенных вычислений (ССРВ), объединяющая в своем составе невыделенные, коллективно используемые вычислительные ресурсы. Система управления (СУ) ССРВ реализована как программная надстройка над базовым программным обеспечением вычислительных систем (ВС), входящих в состав ССРВ. СУ осуществляет функции мониторинга, управления ресурсами и заданиями [1].

Предлагаемый в настоящей работе вариант организации системы планирования заданий и выделения им ресурсов грид позволяет пользователям производить индивидуальную оценку важности своего задания, выражая ее в условно-денежных единицах (бюджет задания), выделяемых из своего бюджета для оплаты за используемые вычислительные ресурсы [3].

Цена вычислительных ресурсов устанавливается их владельцами и динамически корректируется с учетом текущей загрузки ресурсов: повышение цены при высокой загрузке и снижение цены при простое.

Бюджеты пользователей определяются на отчетный период администратором ССРВ. Реализованы варианты равномерного распределения бюджетов и распределения бюджетов на основе анализа хронологии использования бюджетов в предыдущем отчетном периоде.

Ограниченность бюджета стимулирует пользователей к адекватной оценке ресурсных требований своих заданий. При конкуренции за разделяемые ресурсы приоритетным правом обладает задание с большей удельной прибылью.

Рассматриваются различные дисциплины упорядочения заданий в очереди ССРВ - по стоимости или по времени выполнения заданий. Предусматривается возможность срочного выполнения поступающего задания при компенсации накладных расходов, возникающих при перепланировании существующей очереди заданий, из бюджета «срочного» задания. При досрочном окончании выполнения заданий происходит перепланирование заданий в очереди.

Для оценки эффективности работы ЭСП была проведена серия экспериментов, позволившая определить следующие характеристики ЭСП:

- число обслуживаемых заданий при различных характеристиках потока заданий;
- загрузка ресурсов при различных характеристиках потока заданий;
- приведенное среднее время обслуживания заданий - среднее значение времени ожидания обслуживания заданий, отнесенного к запрошенному времени выполнения задания (величина K_T).

Эксперимент по исследованию эффективности работы ЭСП был организован следующим образом:

- администратором ССРВ назначаются бюджеты пользователей в соответствии с принятой стратегией распределения бюджетных средств;
- формируется поток заданий на основе статистики работы системы планирования. Для ЭСП - каждый из паспортов заданий входного потока дополняется параметрами со значениями, требуемыми для организации режима экономического планирования;
- проводится моделирование выполнения потока заданий и обработка результатов.

Были проведены эксперименты для следующих начальных условий:

- обозначение эксперимента – 10opt. Время обслуживания задания составляет 110% от запрошенной длительности выполнения задания. В случае досрочного завершения задания очередь заданий не перепланируется. Бюджет неограничен;
- обозначение эксперимента – 10opt. Время обслуживания задания составляет 110% от запрошенной длительности выполнения задания. Очередь заданий перепланируется после досрочного завершения задания. Бюджет неограничен;

- обозначение эксперимента – 10nopt. Время обслуживания задания составляет 200% от запрошенной длительности выполнения задания. В случае досрочного завершения задания очередь заданий не перепланируется. Бюджет неограничен;
- обозначение эксперимента – 10opt. Время обслуживания задания составляет 200% от запрошенной длительности выполнения задания. Очередь заданий перепланируется после досрочного завершения задания. Бюджет неограничен.
- обозначение эксперимента – 250opt. Время обслуживания задания составляет 350% от запрошенной длительности выполнения задания. Очередь заданий перепланируется после досрочного завершения задания. Бюджет неограничен.
- обозначение эксперимента – unl. Время обслуживания задания неограниченно. Очередь заданий перепланируется после досрочного завершения задания. Бюджет неограничен.

Результаты экспериментов приводятся в Таблице 1. Оценивались величины количества заданий, выполненных с соблюдением установленного времени обслуживания (без использования ЭСП – количество выполненных заданий) и величины средней загруженности ресурсов ВС для каждого их проведенных экспериментов.

Наименование эксперимента	Количество заданий, выполненных с соблюдением установленного времени обслуживания, %	Среднее значение загруженности ресурсов, %
10nopt	69	56
10opt	70	58
100nopt	70	64
100opt	81,3	69
250opt	93	74
Unl	100	80
Приоритетная схема	100	80

Таблица 1. Исследование количества выполненных заданий для различных начальных условий

Графическое представление результатов эксперимента по определению количества выполненных заданий приводится на рис. 1.

Оценка результатов эксперимента

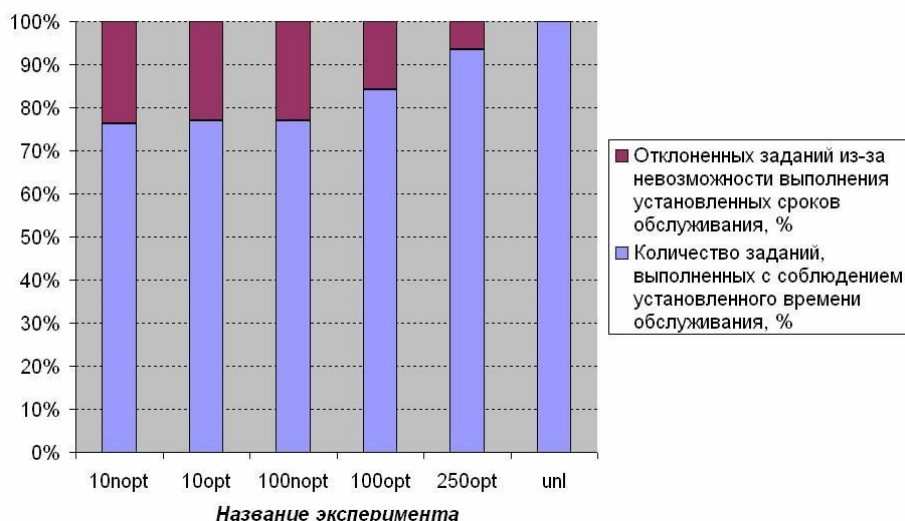


Рис. 1. Результаты эксперимента по определению количества выполненных заданий

Для комплексной оценки качества обслуживания заданий при использовании ЭСП исследовался такой параметр, как приведенное среднее время обслуживания заданий (K_T). Величина K_T вычисляется следующим образом:

$$K_T = \frac{\sum \frac{t_{i,ож}}{t_{i,вып}}}{M}$$

где $t_{i,ож}$ – время ожидания i -го задания в очереди, $t_{i,вып}$ – время выполнения i -го задания, M – общее количество заданий.

Очевидно, что чем меньше значение величины K_T , тем выше качество обслуживания заданий системой, поскольку сокращается время ожидания пользователем результатов выполнения заданий.

В качестве статистических данных о работе системы использовались результаты работы ЭСП в проведенной серии экспериментов, описанных выше. Для каждого из рассмотренных случаев рассчитывалась величина K_T . Результаты расчетов приводятся в таблице 2.

Наименование эксперимента	Количество заданий, выполненных с соблюдением установленного времени обслуживания, %	Среднее значение загруженности ресурсов, %	Среднее приведенное значение времени ожидания обслуживания
10opt	69	56	0,004
10opt	70	58	0,003
100opt	70	64	0,069
100opt	81,3	69	0,061
250opt	93	74	1,9
Unl	100	80	-
Приоритетная схема	100	80	3,0

Таблица 2. Исследование величины приведенного среднего времени обслуживания заданий для различных начальных условий

Обобщенные результаты экспериментов, представленные в таблице 2 могут быть интерпретированы следующим образом:

- система экономического планирования показала стабильную работу при обработке более 200 000 заданий в модельном режиме;
- перепланирование очереди заданий после досрочного завершения очередного задания позволяет увеличить количество заданий, выполненных с соблюдением установленного времени обслуживания;
- введение дисциплины качества обслуживания в ЭСП обеспечивает обслуживание заданий пользователей с учетом накладываемых ограничений на величину расходования бюджета и максимального времени выполнения заданий;
- сокращение допустимого времени обслуживания заданий, указываемое пользователями приводит к потенциальному уменьшению количества выполненных заданий и, для рассмотренного варианта распределения времени поступления заданий и предъявляемых ресурсных требований, - к уменьшению величины средней загруженности ресурсов ВС;
- при этом сокращение допустимого времени обслуживания заданий позволяет уменьшить значение величины K_T . Это означает, что предоставляемые ЭСП средства позволяют пользователям ВС влиять на время получения результатов выполнения собственных заданий;
- снятие ограничений на качество обслуживания заданий в ЭСП позволяет добиться производительности, аналогичной приоритетной схеме планирования. Значение величины K_T при этом зависит от применяемой дисциплины обслуживания заданий (минимальное время/стоимость выполнения заданий).

Проведенный эксперимент по оценке количества обслуживаемых заданий и загруженности ресурсов ССРВ был предназначен для определения количества обслуживаемых заданий ресурсами ССРВ, объединяющей две эквивалентные ВС, при их совместном использовании.

Для целей эксперимента использовался режим работы ВС с фиктивным запуском заданий (без действования вычислительных узлов ВС). В качестве входного потока заданий использовался ранее рассмотренный (для описанного ранее эксперимента), количество заданий которого увеличено вдвое путем дублирования заданий (каждое задание поступает на обработку дважды подряд). Использовалась дисциплина построения очереди для каждой из ВС - минимальная стоимость выполнения заданий.

Результаты эксперимента приводятся в Таблице 3. Графически сравнение эффективности распределения заданий для независимых ВС и ССРВ представлены на рис. 2.

Наименование эксперимента	Количество заданий, выполненных с соблюдением установленного времени обслуживания (ВС), %	Количество заданий, выполненных с соблюдением установленного времени обслуживания (ССРВ), %
10opt	69	70
10opt	70	73
100opt	70	71
100opt	81,3	85
250opt	93	95
unl	100	100
Приоритетная схема	100	-

Таблица 3. Результаты эксперимента по оценке работы ЭСП в ССРВ для различных начальных условий

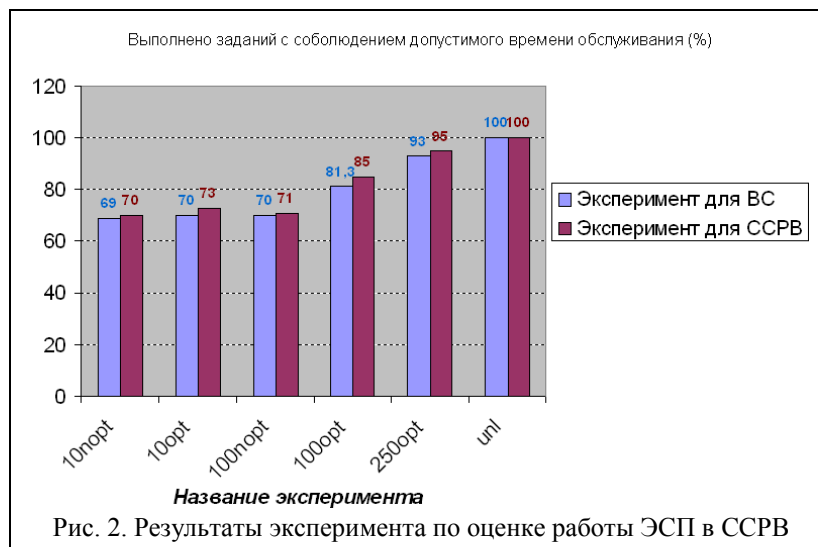


Рис. 2. Результаты эксперимента по оценке работы ЭСП в ССРВ

Результаты экспериментов показали, что планирование заданий на основе экономической модели в грид (ССРВ) с применением динамической балансировки вычислительной нагрузки, позволяет, наряду с увеличением количества своевременно обслуживаемых заданий, обеспечить выполнение требований пользователей по качеству их обслуживания и гарантирует прогнозируемость и приемлемость времени выполнения задания, основанную на индивидуальной оценке важности задания для пользователя.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Корнеев В. В., Киселев А. В., Голосов П. Е. Реализация системы планирования заданий в сетевой среде распределенных вычислений на основе экономической модели. // Научный сервис в сети Интернет: многоядерный компьютерный мир. 15 лет РФФИ: Труды Всероссийской научной конференции. – М.: Изд-во МГУ, 2007., с. 70–73.
2. Семенов Д. В., Корнеев В. В., Киселев А. В., Баранов А. В., Кузнецов А. В., Голосов П. Е. Опыт практической реализации сетевой среды распределенных вычислений // Сборник тезисов докладов Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет: технологии параллельного программирования», 18-23 сентября 2006 г., г. Абрау-Дюрсо, Россия
3. Голосов П. Е. Управление ресурсами сетевой среды распределенных вычислений на основе экономических моделей // Методы и средства обработки информации. Труды второй Всероссийской научной конференции / Под ред. Л.Н. Королева. —Москва: Издательский отдел факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М. В. Ломоносова, 2005, с.148-651
4. Баранов А. В., Лацис А. О., Храмов М. Ю., Шарф С. В. Руководство системного программиста (администратора) системы управления прохождением задач МВС-5000.–Москва: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. Отдел ИВС и ЛС, сектор эксплуатации МВС, 2001, 65 с.
5. Корнеев В., Киселёв А., Голосов П. Планирование заданий в грид на основе экономической модели. «Distributed Computing and Grid-technologies in Science and Education» Proceedings of Second International Conference (Dubna, June 26 - 30, 2006) Dubna: JINR, 2006, D11-2006-167, 419 p., ISBN 5-9530-0138-X. - с. 335-342.

6. Голосов П. Е. Планирование заданий и ресурсов в сетевой среде распределенных вычислений на основе экономических моделей. // Труды международной конференции «Программные системы: теория и приложения» / Под редакцией С. М. Абрамова – М.: Физматлит, 2006 т. 1 – с. 297-305 – ISBN 5-94052-128-1