

УДК 004.7

А.Э. Саак

### СТУПЕНЧАТЫЙ АЛГОРИТМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ МАССИВАМИ ЗАЯВОК ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА

*Рассматривается параболический тип массива заявок пользователей на компьютерное обслуживание в Grid-системах, многопроцессорных вычислительных системах. Для массива заявок с высокими гранями, когда высота начальной грани больше среднересурсной величины, предлагается и исследуется ступенчатый полиномиальный алгоритм назначения заявок параболического квадратичного типа. Проведено сравнение эвристических мер ступенчатого и начально-уровневого алгоритмов распределения вычислительных ресурсов. Даются рекомендации о возможности использования ступенчатого алгоритма в диспетчере как МВС, так и центра Grid-технологий.*

*Grid-система; многопроцессорная вычислительная система; диспетчирование; параболический квадратичный тип массива требований пользователей; ступенчатый полиномиальный алгоритм.*

A.E. Saak

### STEP ALGORITHM OF PARABOLIC-TYPE TASK QUEUES SCHEDULING

*It is considered a parabolic type of user tasks queue for computer service in Grid-systems or multiprocessor computer systems. It is suggested and considered a step polynomial algorithm for quadratic parabolic-type tasks scheduling for such high-sided task queue when initial side height is greater than medium-resource value. It is compared heuristic measures of the step algorithm and an initial-level algorithm of computer resources scheduling. The recommendations were given about the step algorithm application in MCS or Grid technology centre for scheduling.*

*Grid-system; multiprocessor computer system; scheduling; multiprocessor task queue of parabolic quadratic type; step polynomial algorithm.*

**1. Постановка задачи.** В работах [1–3] введена классификация массивов заявок пользователей на компьютерное обслуживание в Grid-системах [8–15], многопроцессорных вычислительных системах (МВС) [16–18] на круговой, гиперболический и параболический квадратичные типы. Полиномиальные алгоритмы диспетчеризации массивов заявок кругового типа исследованы в [4, 5], гиперболического типа – в [6, 7]. В [7] для оценки качества алгоритмов диспетчеризации предложена эвристическая мера. В настоящей статье предлагается и исследуется ступенчатый алгоритм назначения на обслуживание заявок параболического квадратичного типа.

**2. Ступенчатый алгоритм диспетчеризации массивами заявок параболического типа.** При представлении заявки пользователя для обслуживания диспетчером центра Grid-технологий или операционной системы МВС координатным ресурсным прямоугольником горизонтальное и вертикальное измерения, соответственно, принимаются равными числу единиц ресурса процессоров и времени, требуемому для обработки. Символом  $a(j_1) \times b(j_1)$  или  $[(a(j_1), b(j_1))]$  обозначается  $j_1$ -я заявка, требующая  $a(j_1)$  единиц процессоров и  $b(j_1)$  единиц времени.

Приведём и исследуем ступенчатый алгоритм диспетчеризации линейными параболическими полиэдралями координатных ресурсных прямоугольников

$$\bigcup_{j_1=0}^{k-1} [(a(j_1), b(j_1))] \text{ (рис. 1).}$$

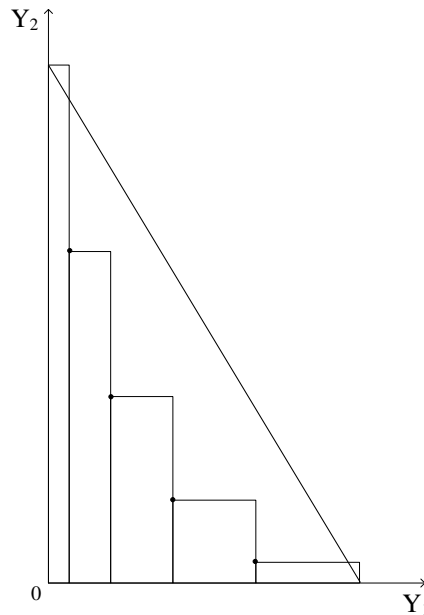


Рис. 1. Параболическая линейная полиэдраль ресурсов прямоугольников

Определим центральную грань  $j_1^*$ , ближайшую к точке достижения  $b(j_1^*) = H \pm 0$  уровня среднересурсной величины  $H = \sqrt{\sum_{j_1=0}^{k-1} a(j_1)b(j_1)}$ . Алгоритм

с таким способом определения центральной грани называем ступенчатый среднересурсный уровневый.

Грани  $j_1 \leq j_1^*$  относим в левый,  $j_1 > j_1^*$  – в правый блок. К последним применяем уровневый алгоритм для уровня  $H$ . А именно, грани правее центра, суперпозируем вертикально над гранью  $[a(j_1^* + 1), b(j_1^* + 1)]$  до наилучшего приближения с недостатком к уровню  $H$  суммарными высотами вертикальной полиэдры

$$\sum_{j_1=j_1^*+1}^q b(j_1) = H - 0.$$

Из оставшихся граней формируем последующие вертикальные полиэдры суммарной высоты  $H - 0$ , подвергая последние динамической суперпозиции к предыдущим вдоль горизонтальной координаты. В итоге получаем ресурсную оболочку правого блока  $[(A, B)]$ .

В ступенчатом алгоритме на первом шаге вертикально суперпозируем ресурсную прямоугольную оболочку правого блока  $[(A, B)]$  с гранью  $[(a(1), b(1))]$  и вычисляем эвристическую меру получаемой ресурсной оболочки (рис. 2) с измерениями  $\max\{a(0) + A, A^*\}$  – по горизонтали,  $\max\{b(0), b(1) + B\}$  – по вертика-

ли, где  $A^* = \sum_{j_1=0}^{j_1^*} a(j_1)$ .

На втором шаге вертикально суперпозируем оболочку правого блока  $[(A, B)]$  с гранью  $[(a(j_1^*), b(j_1^*))]$  и вычисляем эвристическую меру получаемой ресурсной оболочки (рис.3) с измерениями  $\max\{a(0) + a(1) + A, A^*\}$  – по горизонтали,  $\max\{b(0), b(j_1^*) + B\}$  – по вертикали.

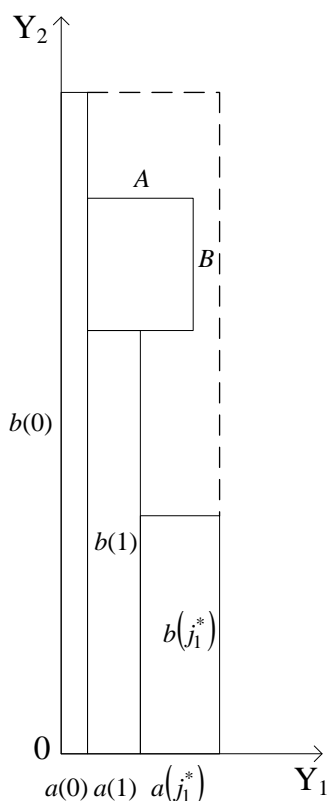


Рис. 2. Первый шаг ступенчатого алгоритма

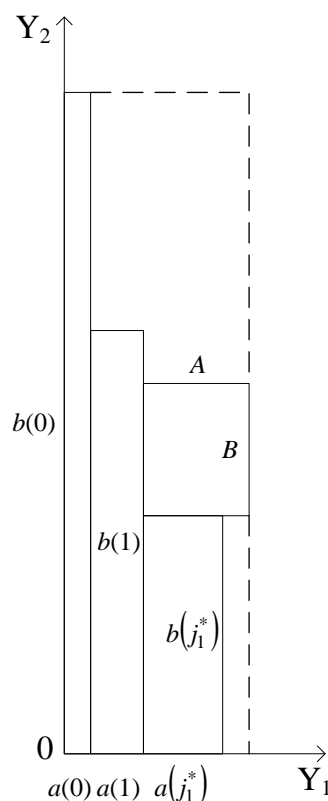


Рис. 3. Второй шаг ступенчатого алгоритма

На конечном шаге осуществляем горизонтальный синтез оболочки правого блока  $[(A, B)]$  с последней гранью линейной полиэдрической оболочки левого блока  $[(a(j_1^*), b(j_1^*))]$  и вычисляем эвристическую меру получаемой ресурсной оболочки (рис. 4) с измерениями  $(A^* + A)$ - по горизонтали,  $\max\{b(0), B\}$ - по вертикали.

Ступенчатый синтез продолжаем до получения эвристики  $\frac{1}{2} + 0$  или до исчерпания шагов алгоритма. Вариант с меньшей эвристической мерой считаем наилучшим.

Покажем, что в линейной полиэдрической оболочке параболы ресурсных прямоугольников  $C_k^{(j_1)} \times 2^{k-j_1}$ ,  $j_1 \in [0, k] \subset Z^1$  высота начальной грани выше средне-

ресурсной величины  $H = \sqrt{\sum_{j_1=1}^{k-1} a(j_1)b(j_1)}$ ,  $b(0) > H$ . Так как

$a(j_1) = C_k^{(j_1)}$ ,  $b(j_1) = 2^{k-j_1}$ , то  $H^2 = \sum_{j_1=0}^k C_k^{(j_1)} 2^{k-j_1} = (1+2)^k = 3^k$ . Следова-

тельно,  $b(0) = 2^k > H = \sqrt{3^k} = (\sqrt{3})^k$ . Такие полиэдрыли называем линейными полиэдралями с высокими гранями. Алгоритмы со среднересурсным уровнем [4] к таким массивам заявок неприменимы (как минимум высота начальной грани  $b(0) > H$  превышает этот уровень).

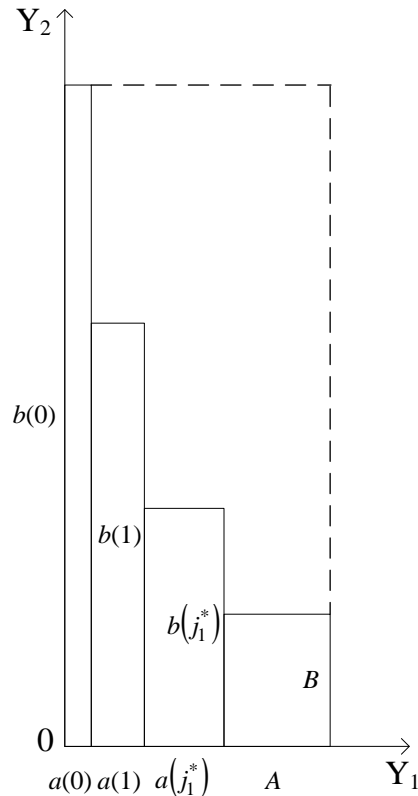


Рис. 4. Конечный шаг ступенчатого алгоритма

Приведём начально-уровневый алгоритм диспетчеризации линейными параболическими полиэдралями координатных ресурсных прямоугольников, являющийся обобщением уровневого алгоритма [4].

За уровень принимаем высоту начального ресурсного прямоугольника  $b(0)$  и получаем начальную ресурсную оболочку. На втором шаге вдоль линии  $Y_1 = a(0)$

вертикально суперпозируются ресурсные прямоугольники  $\bigcup_{j_1=1}^{q_1} [(a(j_1), b(j_1))]$  до

наилучшего приближения уровня с недостатком  $\sum_{j_1=1}^{q_1} b(j_1) = b(0) - 0$ , где  $q_1$  –

мощность ресурсных прямоугольников, суперпозированных во втором слое.

На третьем шаге вдоль правой стороны достигнутой ресурсной оболочки  $Y_1 = a(0) + \max_{1 \leq j_1 \leq q_1} a(j_1)$  вертикально суперпозируются последующие ресурсные

прямоугольники  $\bigcup_{j_1=q_1+1}^{q_1+q_2} [(a(j_1), b(j_1))]$  до наилучшего приближения уровня с недостатком

татком  $\sum_{j_1=q_1+1}^{q_1+q_2} b(j_1) = b(0) - 0$ , где  $q_2$  – мощность ресурсных прямоугольников, суперпозированных в третьем слое. Введённый таким образом начально-уровневый алгоритм повторяем до полного исчерпания ресурсных прямоугольников массива.

Для линейной параболической полиэдральной  $C_k^{(j_1)} \times 2^{k-j_1}$ ,  $k = 4$  (рис. 5) начально-уровневый алгоритм даёт ресурсную оболочку (рис.6) с эвристической мерой  $\frac{1}{2} \left[ \frac{7 \times 16}{81} + \frac{(16-7)^2}{81} \right] = 1,19$ .

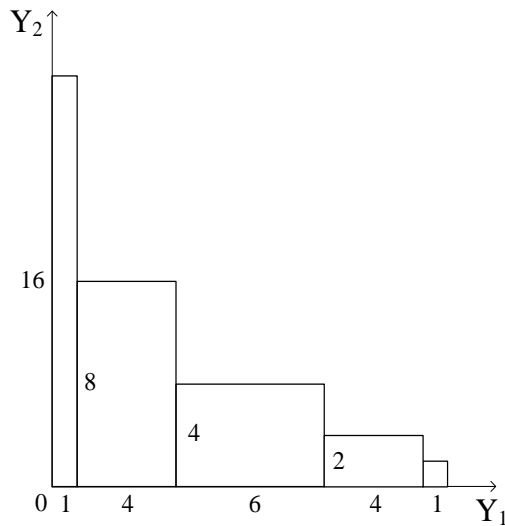


Рис. 5. Параболический массив

$$C_k^{(j_1)} \times 2^{k-j_1}, k = 4$$

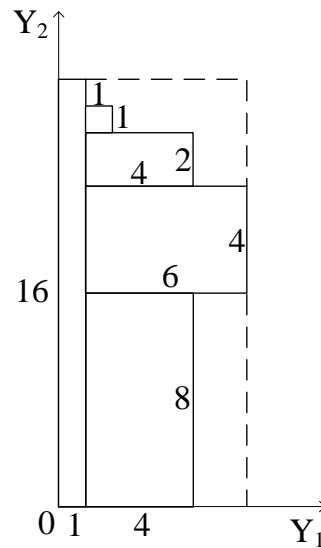


Рис. 6. Ресурсная оболочка начально-уровневого алгоритма

Графики эвристической меры ресурсных оболочек начально-уровневого и ступенчатого среднересурсного уровняго полиномиальных алгоритмов диспетчеризации линейными полиэдралями  $C_k^{(0)} \times 2^k, C_k^{(1)} \times 2^{k-1}, \dots, C_k^{(k-1)} \times 2^1, 1 \times 1$  параболического типа показаны на рис. 7.

Видим, что более предпочтительным является ступенчатый среднересурсный уровеньный алгоритм диспетчеризования, как имеющий меньшую эвристическую меру ресурсных оболочек. Сравнение эвристических мер ресурсных оболочек подтверждает целесообразность использования предложенного ступенчатого среднересурсного уровняго алгоритма при диспетчеризации линейными полиэдралями параболического типа.

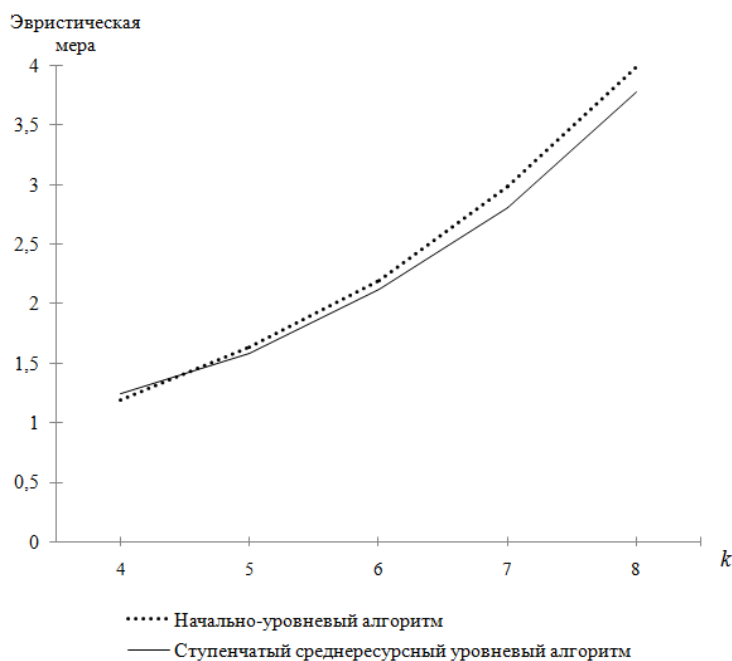


Рис. 7. Эвристические меры ресурсных оболочек для параболических ресурсных прямоугольников  $C_k^{(0)} \times 2^k$ ,  $C_k^{(1)} \times 2^{k-1}$ , ...,  $C_k^{(k-1)} \times 2^1$ ,  $1 \times 1$

**Заключение.** В статье для параболического типа массива заявок пользователей рассмотрен ступенчатый среднересурсный уровневый полиномиальный алгоритм диспетчеризации. Проведено сравнение эвристических мер полиномиальных алгоритмов распределения вычислительных ресурсов и даны рекомендации о возможности использования ступенчатого среднересурсного уровневого полиномиального алгоритма в диспетчере как МВС, так и центра Grid-технологий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саак А.Э. Локально-оптимальные ресурсные распределения // Информационные технологии. – 2011. – № 2. – С. 28-34.
2. Саак А.Э. Алгоритмы диспетчеризации в Grid-системах на основе квадратичной типизации массивов заявок // Информационные технологии. – 2011. – № 11. – С. 9-13.
3. Саак А.Э. Диспетчеризация в GRID- системах на основе однородной квадратичной типизации массивов заявок пользователей // Информационные технологии. – 2012. – № 4. – С. 32-36.
4. Саак А.Э. Сравнительный анализ полиномиальных алгоритмов диспетчеризации в GRID- системах // Информационные технологии. – 2012. – № 9. – С. 28-32.
5. Саак А.Э. Полиномиальная диспетчеризация круговым типом массива заявок пользователей // Материалы 2-й Всероссийской научно- технической конференции «Суперкомпьютерные технологии (СКТ-2012)». – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2012. – С. 169-173.
6. Саак А.Э. Центральное-кольцевой алгоритм диспетчеризации массивами заявок гиперболического типа // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 8 (133). – С. 214-222.
7. Саак А.Э. Полиномиальные алгоритмы диспетчеризации массивов заявок гиперболического типа // Информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 33-36.
8. Барский А.Б. Параллельные информационные технологии. – М.: ИНТУИТ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 503 с.

9. Барский А.Б. Оптимизационные задачи в основе пакета параллельных прикладных программ и системы информационного обслуживания центра Grid- технологий // Информационные технологии. – 2010. – № 10. Приложение. – 32 с.
10. Коваленко В.Н., Корягин Д.А. Организация ресурсов грид. Препринт №63. Москва: ИПМ РАН, 2004. – 25 с.
11. Демичев А.П., Ильин В.А., Крюков А.П. Введение в грид- технологии. Препринт НИИЯФ МГУ-2007-11/832. – М.: НИИЯФ МГУ, 2007. – 87 с.
12. Коваленко В.Н., Корягин Д.А. Грид: истоки, принципы и перспективы развития // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2008. – № 4. – С. 38-50.
13. Коваленко В.Н., Семячкин Д.А. Методы и алгоритмы управления параллельными заданиями в гриде с ресурсами в форме кластеров // Вестник Южного научного центра РАН. – 2008. – Т. 4, № 3. – С. 23-34.
14. Васенин В.А., Инюхин А.В., Шевелев М.В. Вычислительный Grid- полигон: состояние, идеи, решения // Информационные технологии. – 2009. – № 7. Приложение. – 32 с.
15. Васенин В.А., Шундеев А.С. Эволюция технологии Grid // Информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 2-9.
16. Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 512 с.
17. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
18. Каляев И.А., Левин И.И., Семерников Е.А., Шмойлов В.И. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры. – 2-е изд. перераб. и доп. / Под общ. ред. И.А. Каляева. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. – 344 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.П. Карелин.

**Саак Андрей Эрнестович** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Южный федеральный университет; e-mail: saak@tgn.sfedu.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел., факс: 88634393373; кафедра государственного и муниципального управления; зав. кафедрой.

**Saak Andrey Ernestovich** – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»; e-mail: saak@tgn.sfedu.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone, fax: +78634393373; the department of state and municipal administration; head the department.

УДК 369.032

**А.Э. Саак, В.Н. Тюшняков**

### **РЕГИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАК ОСНОВА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ УСЛУГ**

*Рассматриваются вопросы актуальности, специфики применения и проблемы внедрения региональной системы межведомственного электронного взаимодействия как основы предоставления государственных и муниципальных услуг. Проанализированы уровни информационного взаимодействия, осуществляемого с использованием системы межведомственного электронного взаимодействия. Рассмотрено содержание этапов дорожной карты перехода субъектов Российской Федерации на межведомственное электронное взаимодействие. Проиллюстрирована интеграция системы межведомственного взаимодействия в процесс работы органов исполнительной власти. Выявлены проблемы внедрения региональных сегментов системы межведомственного электронного взаимодействия.*

*Региональное управление; межведомственное электронное взаимодействие; электронное правительство; государственные и муниципальные услуги.*