© 2012 г. А.Э. СААК, канд. техн. наук
(Южный федеральный университет)

# ПОЛИНОМИАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ КВАДРАТИЧНОЙ ТИПИЗАЦИИ МАССИВОВ ЗАЯВОК ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

В статье предлагаются и исследуются полиномиальные алгоритмы диспетчеризации массивами заявок кругового типа. Предлагается оценка качества полиномиальных алгоритмов диспетчеризации посредством эвристической меры, учитывающей как площадь, так и величину асимметрии ресурсной оболочки назначенных на обслуживание заявок. На основании проведённого анализа даются рекомендации к использованию в диспетчерах как МВС, так и центра Grid- технологий.

**POLYNOMIAL ALGORITHMS FOR SCHEDULING BASED ON QUADRATIC TYPIFICATION OF TASK QUEUES** / A.E. Saak (Southern Federal University, 105/42 Bolshaya Sadovaya Str., Rostov-on-Don, 344006, Russia, E-mail: rectorat@sfedu.ru). In the paper there are proposed and considered polynomial algorithms for scheduling by circular-type task queues. It is suggested a heuristic measure as an instrument for quality assessment of polynomial algorithms for scheduling. The heuristic measure takes into consideration both the area of a resource enclosure of multiprocessor tasks and its asymmetry. On the basis of given analysis we can recommend the algorithms for use by a scheduler of MCS or Grid technology center.

## 1. Актуальность и постановка задачи

В работах [1-3] определена квадратичная типизация массивов заявок пользователей на компьютерное обслуживание в Grid- системах, многопроцессорных вычислительных системах (МВС). В [5-8] рассматривалась оптимальная укладка последовательности квадратов $1\times 1,\ 2\times 2, \ldots,\ k\times k$ - модельного примера массивов заявок кругового типа. В [9] изучалась оптимальная укладка последовательности прямоугольников с постоянным периметром $1\times k,\ 2\times (k-1), \ldots,\ (k-1)\times 2,\ k\times 1$- модельного примера массивов заявок гиперболического типа. В [4] для требований кругового квадратичного типа проведено сравнение предложенных полиномиальных алгоритмов распределения ресурсов с оптимальной укладкой в объемлющий прямоугольник минимальной площади. В настоящей статье предлагается оценка качества полиномиальных алгоритмов диспетчеризации посредством эвристической меры, учитывающей как площадь, так и величину асимметрии ресурсной оболочки назначенных на обслуживание заявок. Диспетчирование последующим контингентом пользователей вынуждает стремиться к экономии ресурсной меры и симметрии формы занятой ресурсной области. Приводится аналитическое определение эвристической меры. Даётся сравнительный анализ полиномиальных алгоритмов диспетчеризации по эвристической мере, что позволяет дать рекомендации по использованию предлагаемых алгоритмов.

## 2. Основные результаты и научная новизна

Управление ресурсами, наряду с проблемой оптимальности, требующей сложных по трудоёмкости алгоритмов распределения, ставит проблему полиномиальных алгоритмов диспетчеризации с оценкой качества посредством эвристической меры. Эвристической мерой координатного ресурсного прямоугольника $L \times H$ на $Z^2$- плоскости с аддитивными подмножествами- координатными ресурсными прямоугольниками $a \times b,\ \lambda \times \beta$ (рис.1) называем величину

$$\frac{1}{2}\left(\frac{L \cdot H}{a \cdot b + \lambda \cdot \beta} + \frac{(L - H)^2}{a \cdot b + \lambda \cdot \beta}\right)$$

и ставим вопрос о минимизации данного целевого критерия надлежащей диспетчеризацией координатных ресурсных прямоугольников в ресурсную оболочку.

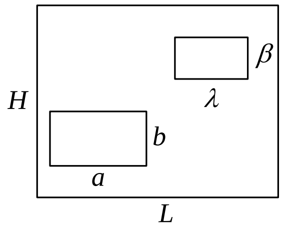


Рис.1. Ресурсный прямоугольник с аддитивными подмножествами

Для массива ресурсных прямоугольников эвристическая мера определяется полусуммой отношений ресурсных мер оболочки аддитивной графики граней к суммарной мере охватываемых планарных элементов и мерой асимметрии измерений оболочки к той же величине суммарной меры.

Определим эвристическую меру ресурсных оболочек вершинно- кольцевого, уровневого и балансного полиномиальных алгоритмов распределения процессорно-временных ресурсов.

Так, для линейной полиэдрали натуральных ресурсных квадратов при $k = 32$ для вершинно- кольцевого алгоритма ресурсная оболочка приведена на рис.2.

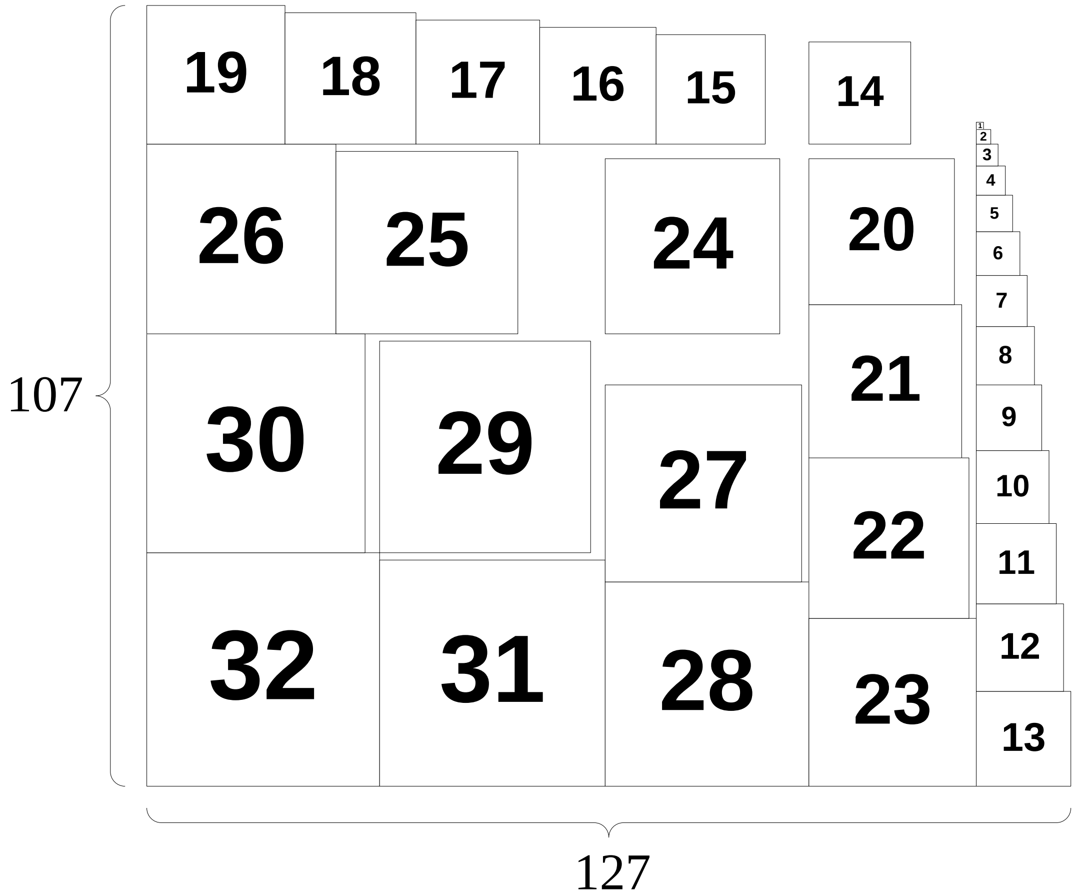


Рис.2. Укладка круговой линейной полиэдрали ресурсных квадратов
вершинно- кольцевым алгоритмом

Приведём в табл.1 ресурсные оболочки и их эвристические меры при размещении вершинно- кольцевым алгоритмом для последовательности натуральных ресурсных квадратов от $1\times1$ до $k\times k$ .

таблица1

Эвристические меры ресурсных оболочек вершинно- кольцевого алгоритма

| $k$ | Эвристическая мера | $k$ | Эвристическая мера | $k$ | Эвристическая мера | $k$ | Эвристическая мера |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,50 | 9 | 0,68 | 17 | 0,67 | 25 | 0,62 |
| 2 | 0,70 | 10 | 0,68 | 18 | 0,65 | 26 | 0,64 |
| 3 | 0,75 | 11 | 0,68 | 19 | 0,63 | 27 | 0,65 |
| 4 | 0,72 | 12 | 0,66 | 20 | 0,63 | 28 | 0,64 |
| 5 | 0,66 | 13 | 0,63 | 21 | 0,67 | 29 | 0,63 |
| 6 | 0,76 | 14 | 0,67 | 22 | 0,65 | 30 | 0,63 |
| 7 | 0,74 | 15 | 0,70 | 23 | 0,64 | 31 | 0,62 |
| 8 | 0,71 | 16 | 0,68 | 24 | 0,63 | 32 | 0,61 |

Видим, что эвристические меры ресурсных оболочек вершинно- кольцевого алгоритма не превосходят величину $\frac{1}{2}+0{,}26$, что является приемлемым.

Так, для линейной полиэдрали натуральных ресурсных квадратов при для уровневого алгоритма ресурсная оболочка приведена на рис.3.

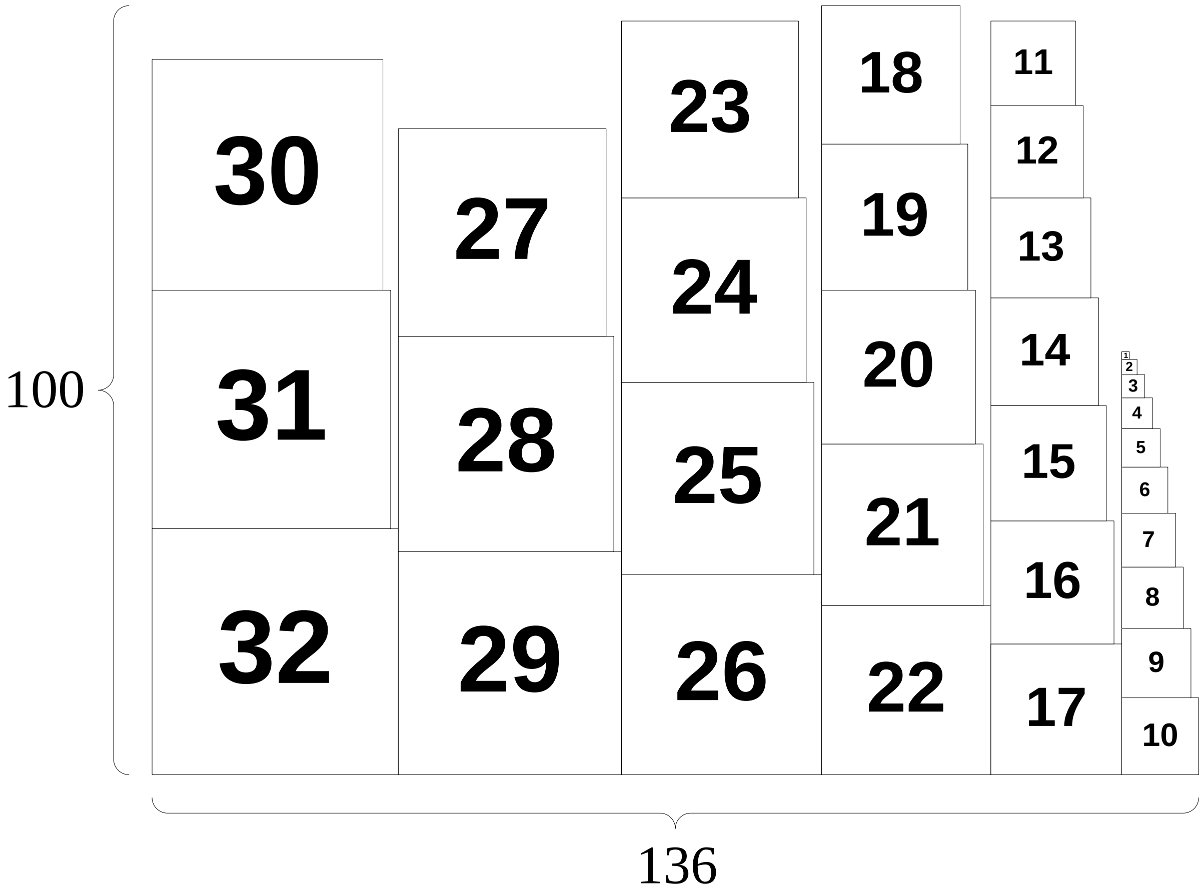


Рис.3. Укладка круговой линейной полиэдрали ресурсных квадратов уровневым алгоритмом

Приведём в табл.2 ресурсные оболочки и их эвристические меры при размещении уровневым алгоритмом для последовательности натуральных ресурсных квадратов от $1\times1$ до $k\times k$.

таблица2

Эвристические меры ресурсных оболочек уровневого алгоритма

| $k$ | Эвристическая мера | $k$ | Эвристическая мера | $k$ | Эвристическая мера | $k$ | Эвристическая мера |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,50 | 9 | 0,65 | 17 | 0,64 | 25 | 0,63 |
| 2 | 0,70 | 10 | 0,68 | 18 | 0,63 | 26 | 0,62 |
| 3 | 0,68 | 11 | 0,72 | 19 | 0,67 | 27 | 0,61 |
| 4 | 0,72 | 12 | 0,73 | 20 | 0,69 | 28 | 0,64 |
| 5 | 0,85 | 13 | 0,71 | 21 | 0,69 | 29 | 0,65 |
| 6 | 0,83 | 14 | 0,70 | 22 | 0,70 | 30 | 0,65 |
| 7 | 0,80 | 15 | 0,66 | 23 | 0,63 | 31 | 0,66 |
| 8 | 0,63 | 16 | 0,65 | 24 | 0,62 | 32 | 0,65 |

Видим, что эвристические меры ресурсных оболочек уровневого алгоритма не превосходят величину $\frac{1}{2}+0{,}35$, что является приемлемым.

Так, для линейной полиэдрали натуральных ресурсных квадратов при $k = 32$ для балансного алгоритма ресурсная оболочка приведена на рис.3.

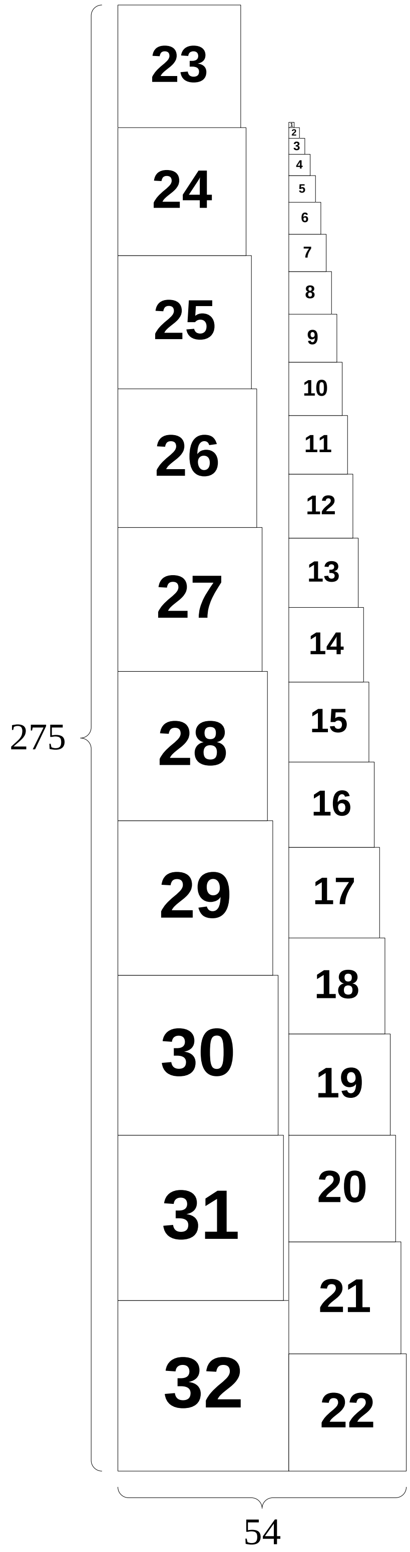


Рис.4. Укладка круговой линейной полиэдрали ресурсных квадратов балансным алгоритмом

Приведём в табл.3 ресурсные оболочки и их эвристические меры при размещении балансным алгоритмом для последовательности натуральных ресурсных квадратов от $1\times1$ до $k\times k$.

таблица3

Эвристические меры ресурсных оболочек балансного алгоритма

| *k* | Эвристическая мера | *k* | Эвристическая мера | *k* | Эвристическая мера | *k* | Эвристическая мера |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,50 | 9 | 0,77 | 17 | 1,31 | 25 | 2,15 |
| 2 | 0,70 | 10 | 0,78 | 18 | 1,52 | 26 | 2,13 |
| 3 | 0,68 | 11 | 0,96 | 19 | 1,55 | 27 | 2,13 |
| 4 | 0,72 | 12 | 1,02 | 20 | 1,50 | 28 | 2,35 |
| 5 | 0,66 | 13 | 0,97 | 21 | 1,72 | 29 | 2,45 |
| 6 | 0,61 | 14 | 1,12 | 22 | 1,95 | 30 | 2,40 |
| 7 | 0,68 | 15 | 1,30 | 23 | 1,81 | 31 | 2,56 |
| 8 | 0,83 | 16 | 1,25 | 24 | 1,92 | 32 | 2,78 |

Видим, что эвристические меры ресурсных оболочек балансного алгоритма превосходят величину 2, что считается недопустимым.

Графики эвристической меры ресурсных оболочек предложенных и исследованных полиномиальных алгоритмов диспетчеризации линейными полиэдралями кругового типа показаны на рис.5.

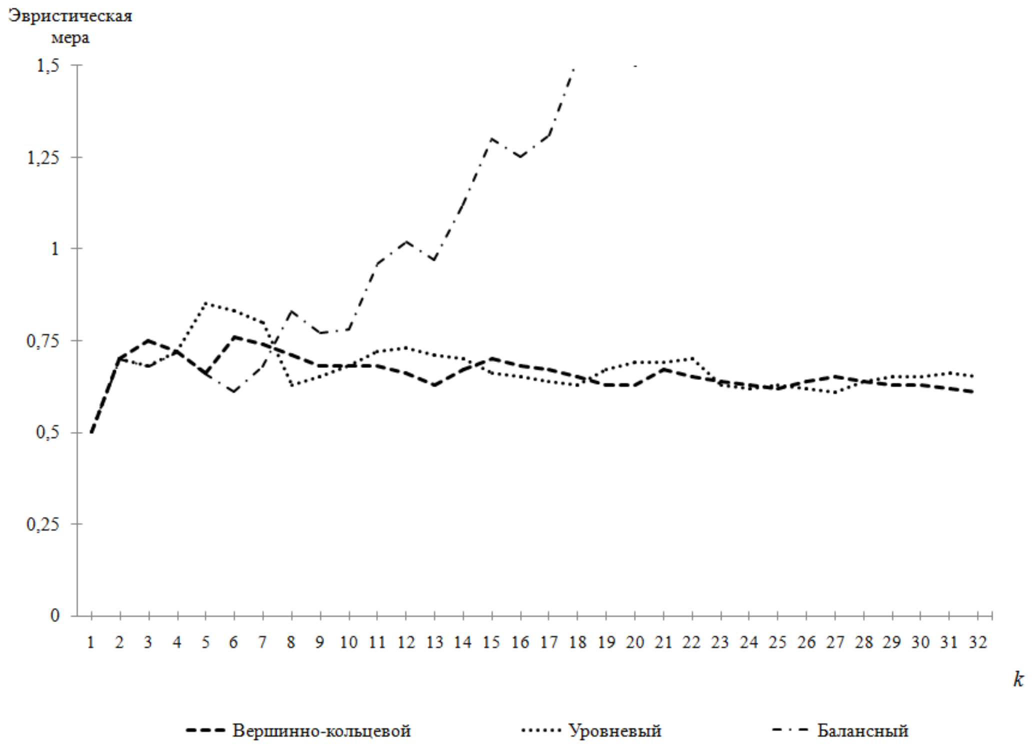


Рис.5. Эвристические меры ресурсных оболочек полиномиальных алгоритмов диспетчеризации линейными полиэдралями кругового типа

Таким образом, вершинно- кольцевой и уровневый полиномиальные алгоритмы распределения процессорно- временными ресурсами могут быть рекомендованы для использования в диспетчерах как МВС, так и центра Grid- технологий.

## 3. Заключение

В статье предложены и исследованы полиномиальные алгоритмы диспетчеризации массивами заявок кругового типа. Даны рекомендации к использованию в диспетчерах как МВС, так и центра Grid- технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ


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. *Korf R.* Optimal rectangle packing: Initial results. In *Proceedings of the thirteenth international conference on automated planning and scheduling* (ICAPS 2003) (pp. 287–295). Trento, Italy, June 9-13, 2003.
6. *Korf R.* Optimal rectangle packing: New results. In *Proceedings of the fourteenth international conference on automated planning and scheduling* (ICAPS 2004) (pp. 142–149). Whistler, British Columbia, Canada, June 3-7, 2004.
7. *Korf R. Moffitt M. Pollack M.* Optimal rectangle packing // Annals of Operations Research, Elsevier Publ. 2010.V. 179. No. 1. P. 261-295.
8. *Korf R. Huang E.* New Improvements in Optimal Rectangle Packing. In *Proceedings of the 21st International Joint Conference on Artificial Intelligence* (IJCAI 2009) (pp. 511-516). Pasadena, California, USA, July 11-17, 2009.
9. *Korf R. Huang E.* Optimal Rectangle Packing on Non- Square Benchmarks. In *Proceedings of the twenty-fours AAAI Conference on Artificial Intelligence* (AAAI-10) (pp. 83-88). Atlanta, Georgia, USA, July 11–15, 2010.