Лекция 2. Мультипрограммный режим обслуживания набора параллельных задач

Кулагин Иван Иванович

ст. преп. Кафедры вычислительных систем

Сибирский государственный университет

телекоммуникаций и информатики

Created by:

Пазников Алексей Александрович

к.т.н. доцент Кафедры вычислительных систем

Режимы функционирования ВС

I Монопрограммный режим

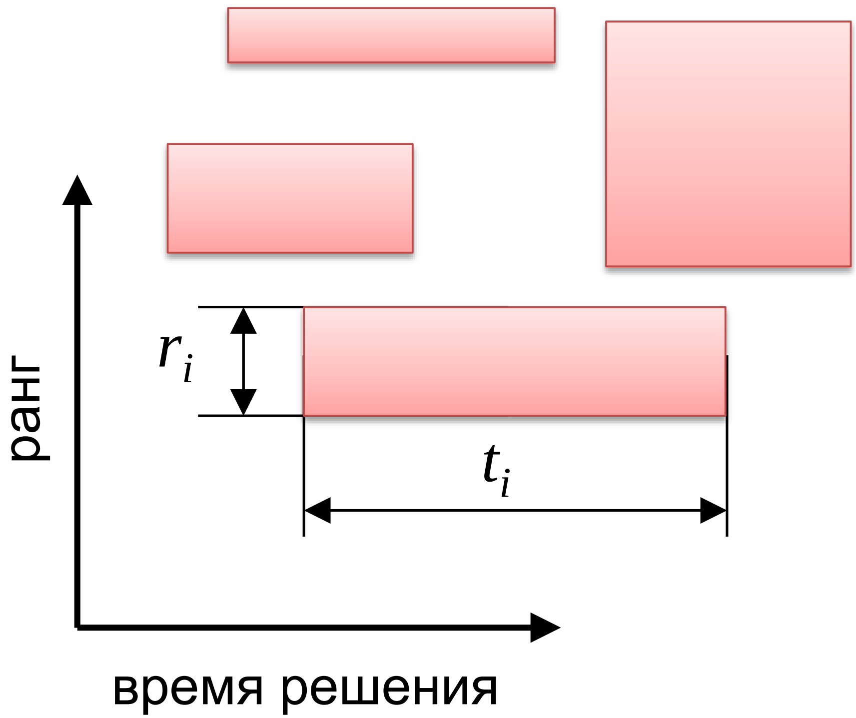
Решение одной сложной задачи – для решения задачи используются все ресурсы ВС.

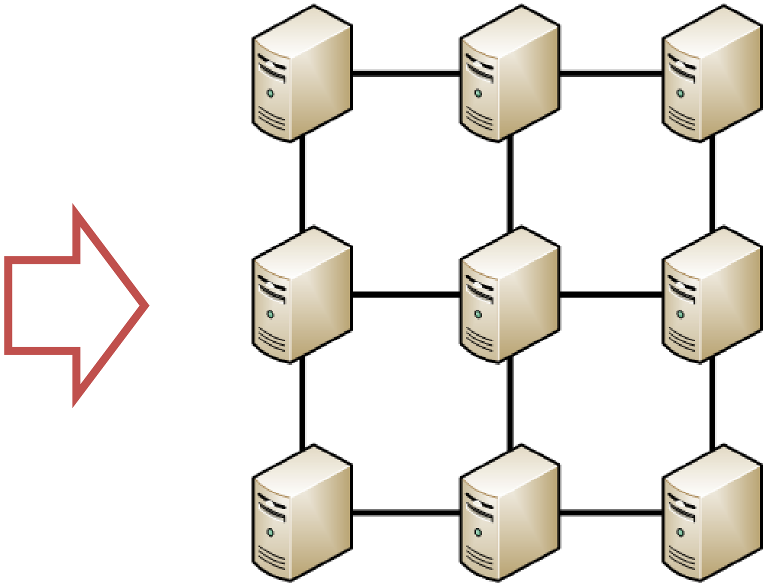
II Мультипрограммный режим

Обработка набора задач – учитывается не только количество задач, но их параметры: число ветвей, время решения и др.

Обслуживание потока задач – задачи поступают в случайные моменты времени, их параметры случайны.

Обработка набора задач





Распределённая ВС

Постановка задачи

Имеется **распределённая ВС**, состоящая из n ЭМ,
и набор из m задач.

Каждая задача $j \in J = \{1, 2, \ldots, m\}$ характеризуется:

$r_j \in \{1,2, \ldots, n\}$ – ранг параллельной задачи,
t_j – время решения задачи,

Требуется составить **расписание** S решения параллельных задач на распределенной ВС:

$$S = (\tau_1,\ \tau_1,\ \ldots,\ \tau_m;\ x_{11},\ x_{12},\ \ldots,\ x_{1r_1},\ \ldots,\ x_{\mathrm{m}1},\ x_{m2},\ \ldots,\ x_{mr_m})$$

Для каждой задачи необходимо определить момент времени τ_j – время начала решения задачи j, а так же распределение её ветвей по ЭМ.

Ограничения

Пусть $x_{ij} \in C = \{1, 2, \ldots, n\}$ – номер ЭМ, на которую направлена ветвь $i \in \{1, 2, \ldots, r_j\}$ задачи $j \in \{1, 2, \ldots, m\}$.

$J(t) = \{j \in J \mid \tau_j \leq t \leq \tau_j + t_j\}$ – множество задач, решаемых на распределённой ВС в момент времени t.

Будем называть S – **допустимое**, если оно удовлетворяет условиям:

1. В любой момент времени на ресурсах ВС решается не более n ветвей параллельных задач:

$$\sum_{j \in J(t)} r_j \leq n, \quad \forall t \in R$$

2. Ветви параллельных задач решаются на разных ЭМ

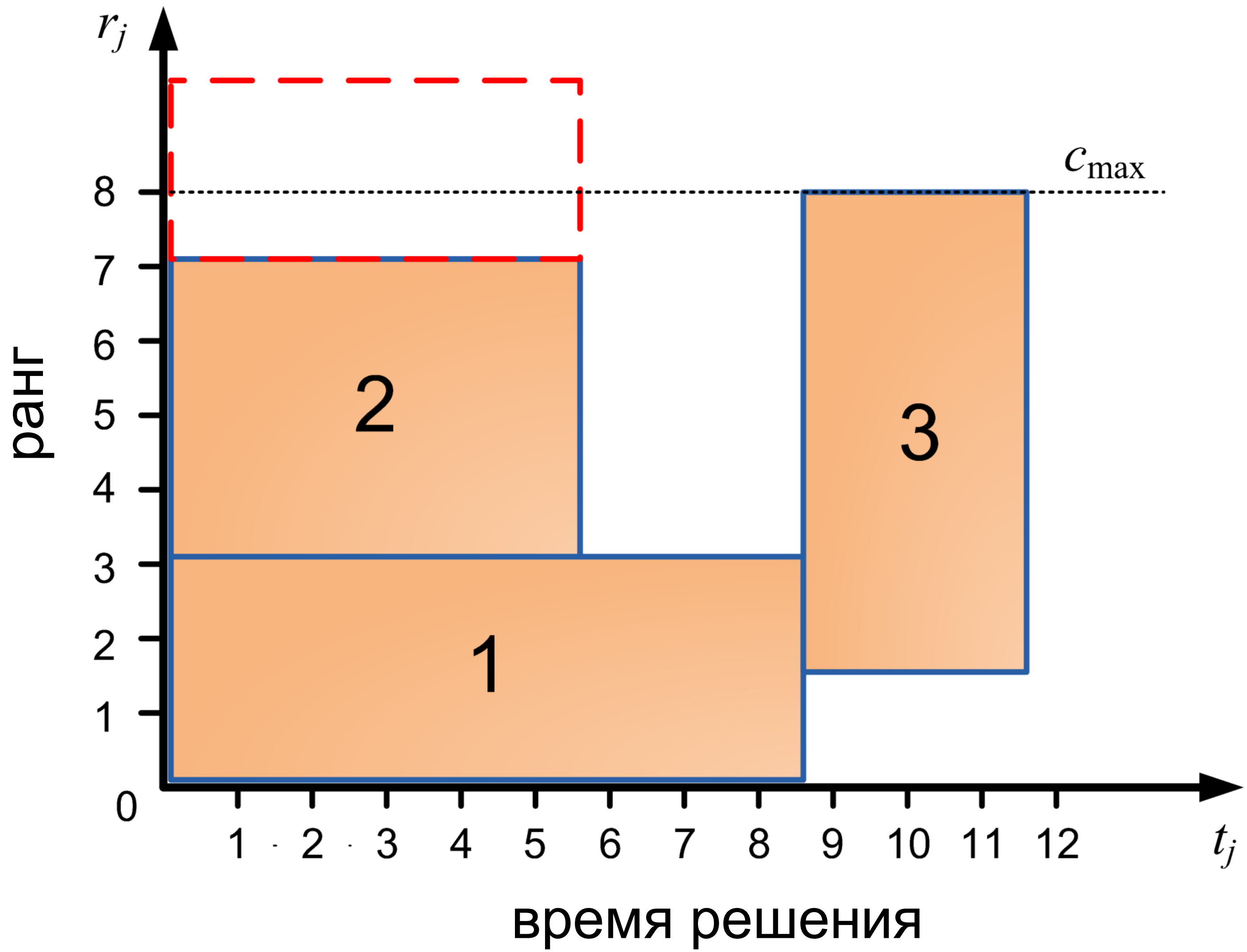
$$\prod_{j \in J(t)} \prod_{j' \in J(t) \setminus \{j\}} (x_{ji} - x_{j'i'}) \neq 0, \quad \forall t \in R, \quad i = 1, 2, \ldots, r_j, \; i' = 1, 2, \ldots, r_{j'}$$

Расписание

Обозначим Ω - множество допустимых решений. В качестве **показателя оптимальности** расписания будем использовать время $T(S)$ – время окончания решения последней задачи

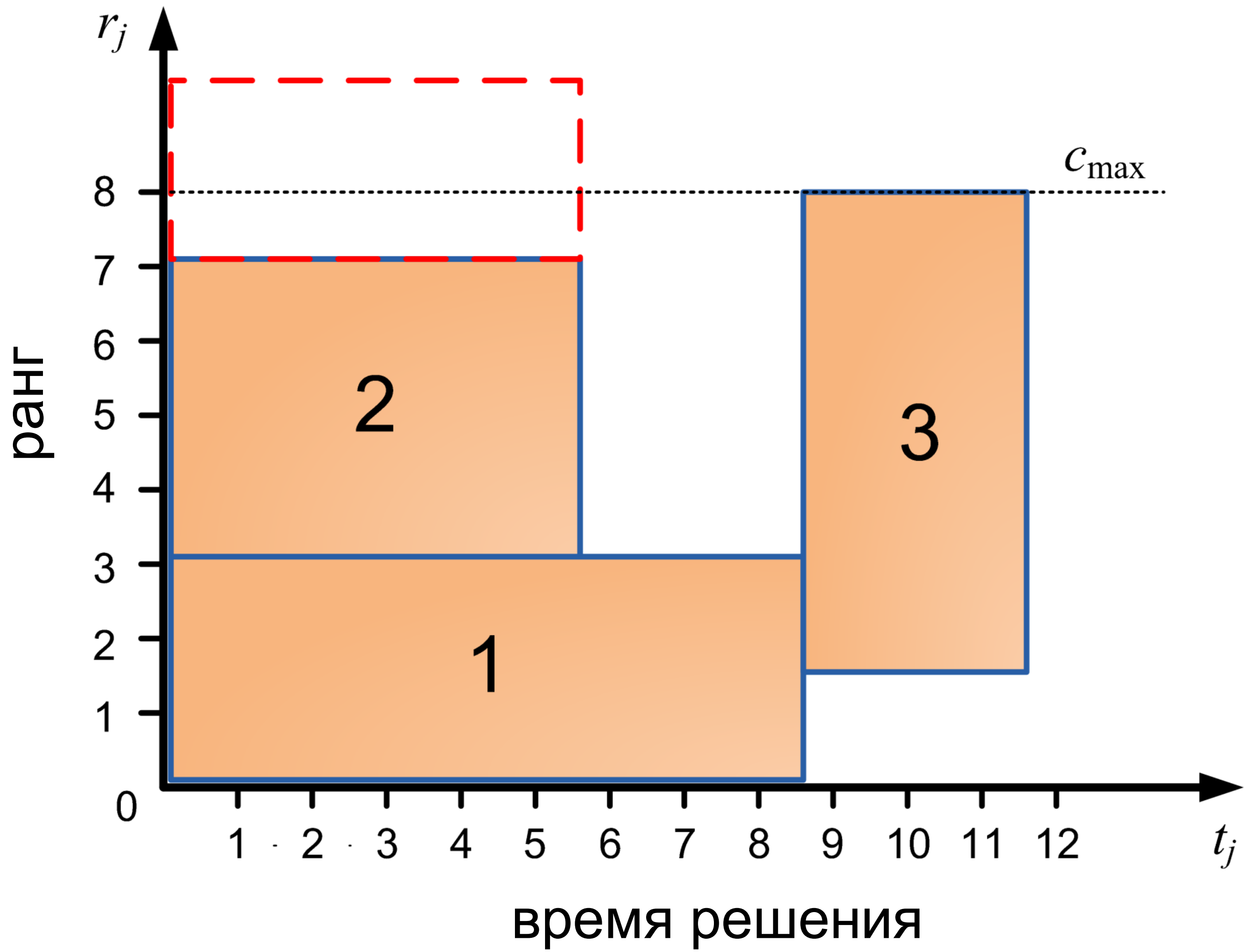
$$T(S) = \max_{j \in J} \{\tau_j + t_j\}$$

Недопустимое расписание



S = (0, 0, 9, 0; 1, 2, 3; 4, 5, 6, 7; 3, 4, 5, 6, 7, 8; 7, 8, 9, 10)

Допустимое расписание



$S = (0, 0, 9; 1, 2, 3; 4, 5, 6, 7; 3, 4, 5, 6, 7, 8)$

Задача построения расписания

Требуется найти допустимое расписание $S \in \Omega$, доставляющее минимум целевой функции $T(S)$:

$$T(S) = \max_{j \in J}\{\tau_j + t_j\} \to \min_{S \in \Omega} \qquad (1)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j \in J(t)} r_j \le n, \quad \forall t \in R, \qquad (2)$$

$$\prod_{j \in J(t)} \prod_{j' \in J(t) \setminus \{j\}} (x_{ji} - x_{j'i'}) \ne 0, \quad \forall t \in R, \quad i = 1,2,\ldots,r_j, \, i' = 1,2,\ldots,r_{j'} \qquad (3)$$

$$x_{ji} \in C, \; j = 1,2,\ldots,m, \, i = 1,2,\ldots,r_j \qquad (4)$$

$$\tau_j \in R, \, j = 1,2,\ldots,m. \qquad (5)$$

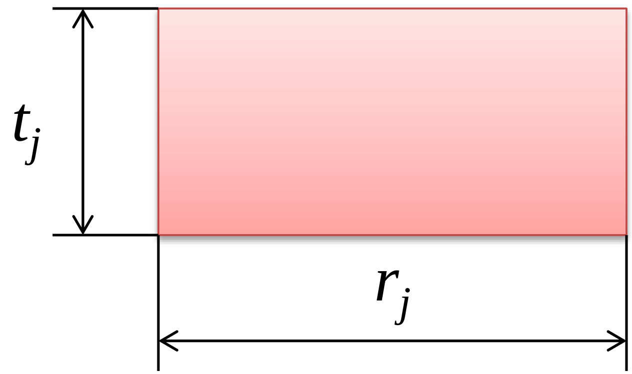
Задача (1) – (5) относится к дискретной оптимизации и является трудноразрешаемой.

Методы решения задачи

Задача (1) – (5)

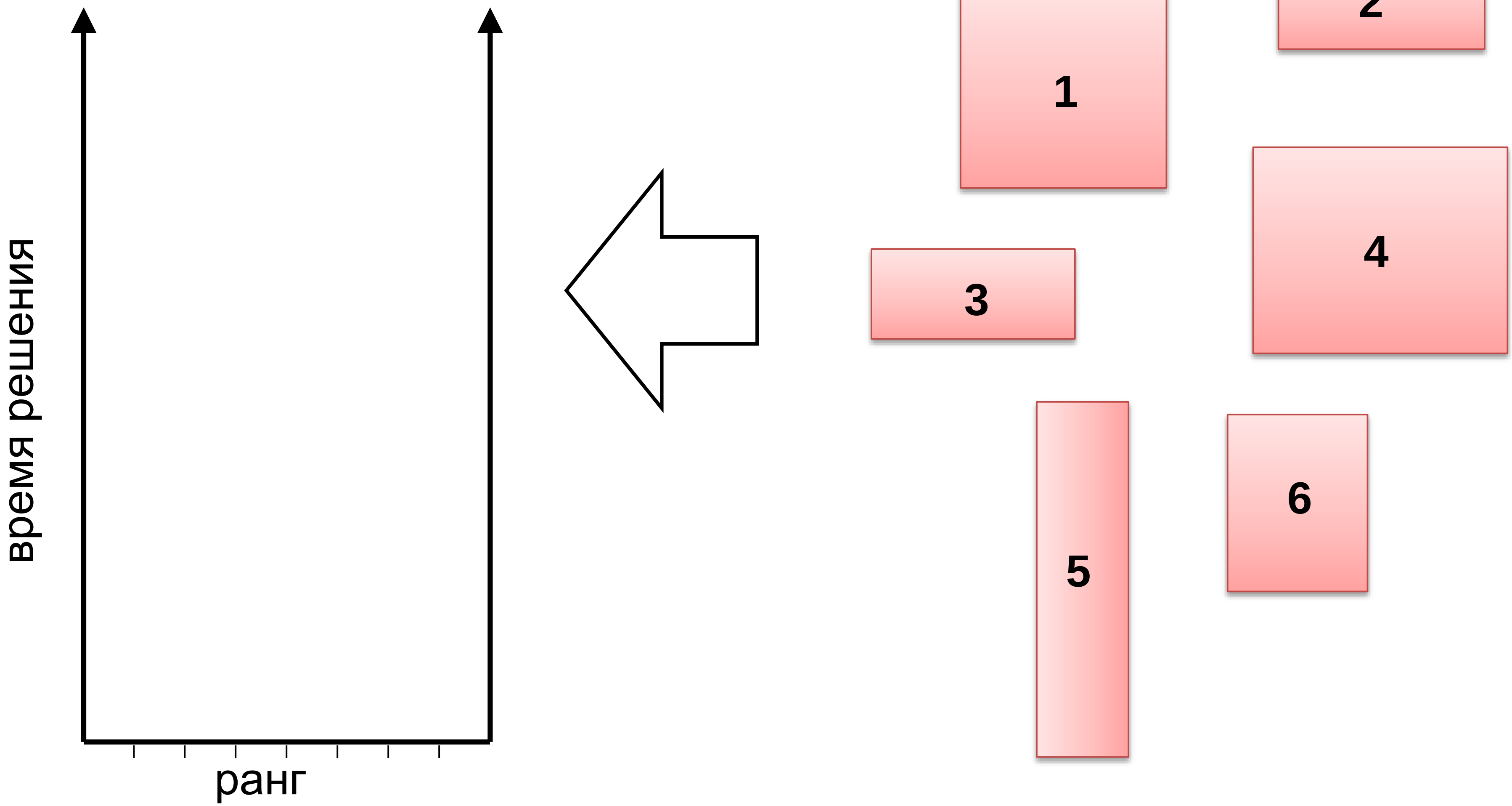
Задача двумерной упаковки прямоугольников в полуограниченную полосу (2D Strip Packing, 2DSP)

Задача $j \in J$ представляется в виде прямоугольника шириной r_j и высотой t_j.

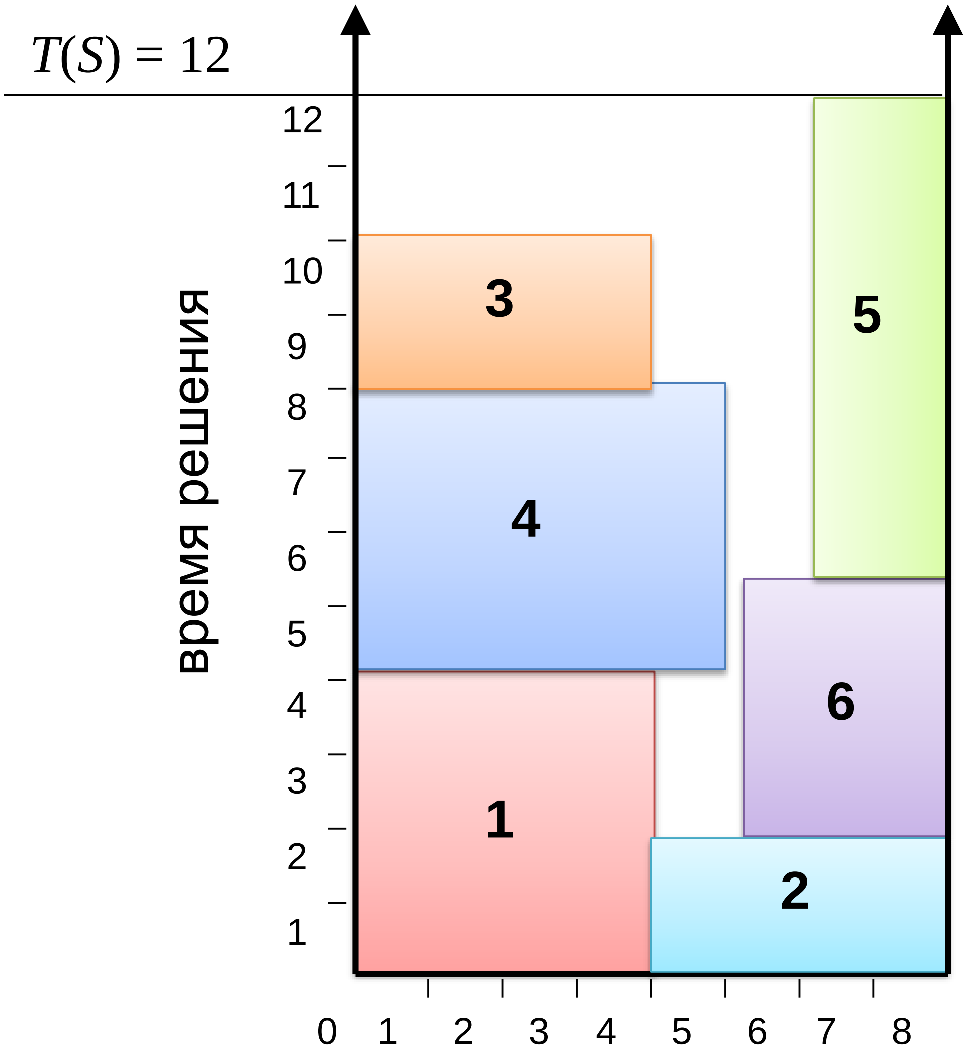


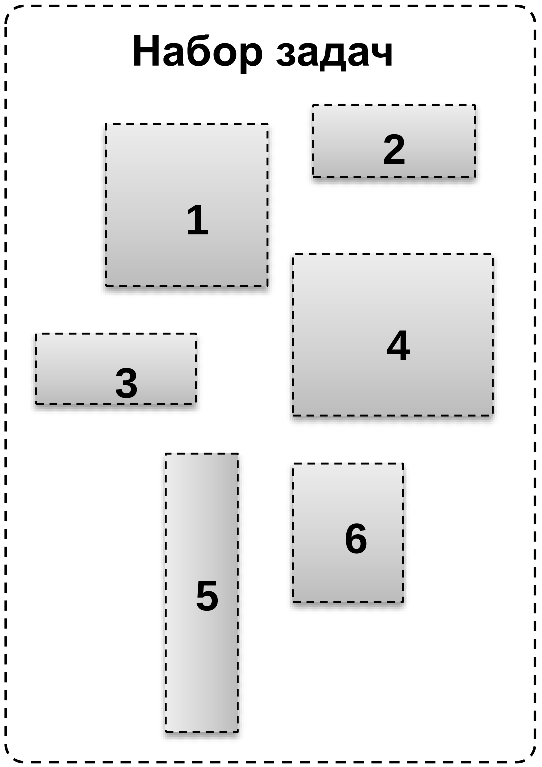
Методы решения задачи

Полуограниченна полоса **Набор задач**



Пример упаковки





$S = (0, 0, 8, 4, 5, 2;\ 1, 2, 3, 4;\ 5, 6, 7, 8;\ 1, 2, 3, 4;\ 1, 2, 3, 4, 5;\ 7, 8;\ 6, 7, 8)$

Алгоритмы решения задачи (1) – (5)

Необходимо разработать быстрый алгоритм решения задачи (1) – (5) с решением, близким к оптимальному.

1) Быстрый – в смысле вычислительно сложности:

$O(m^2), O(m\log m), \ldots$

2) Обеспечивает решение, близкое к оптимальному:

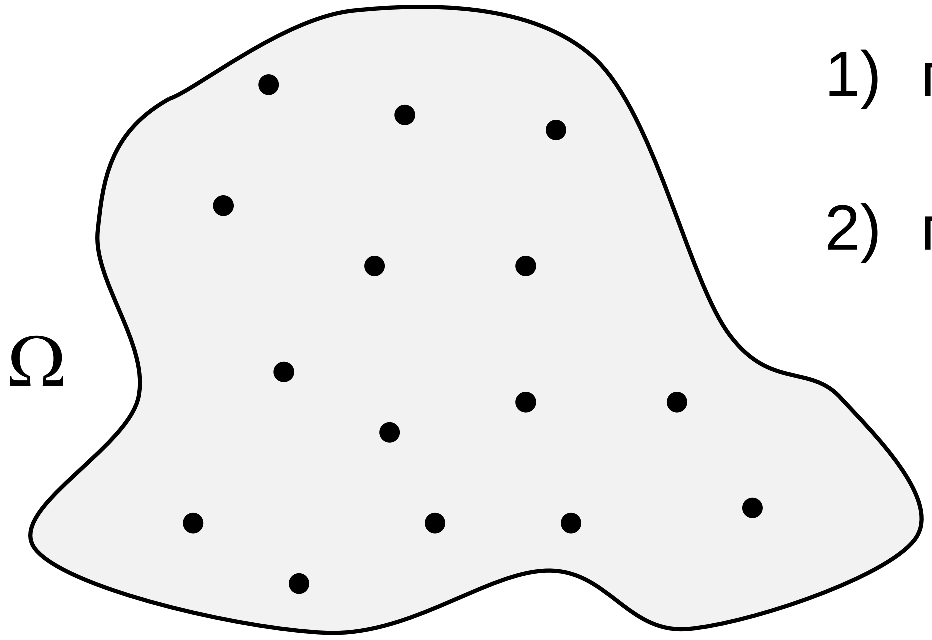
Верхняя граница: $T'_{\max} = \sum_{j \in J} t_j$

– все задачи решаются последовательно

Нижняя граница: $T''_{\max} = \max\{t_j\}$

– все задачи решаются параллельно

Как искать точное решение?



1) генерируем все решения

2) полный перебор

Это бесперспективно!

Алгоритмы поиска точного решения

Решение

Приближенные алгоритмы

Основная идея – за полиномимальное время найти удовлетворяющее по точности решение.

Точные алгоритмы

Комбинаторный подход:

- полный перебор (backtracking)
- метод ветвей и границ (branch and bounds)
- ...

(можно распараллелить)

Для целей анализа

Подходы к построению приближенных алгоритмов

Стохастические алгоритмы (локальный поиск)

- имитация отжига (simulated annealing)
- генетические алгоритмы
- муравьиные колонии (ant colony optimization)
- локальный поиск
- поиск с запретами (tabu search)
- метод цепей Монте-Карло

Эвристические алгоритмы (конструируют решение, а не перебирают)

- сведение к задаче упаковки объектов в полуограниченную полосу (strip packing)
- упаковка объектов в контейнеры

Моделирование

1. Цели исследования?

- точность алгоритмов

2. Модель системы

$n = 32, 64, 128, 256, \ldots$

3. Модель задачи

$r_j = ?, t_j = ?,$

Parallel Workload Archives

http://www.cs.huji.ac.il/labs/parallel/workload/logs.html

Моделирование

Вычислительная система

Параллельные задачи

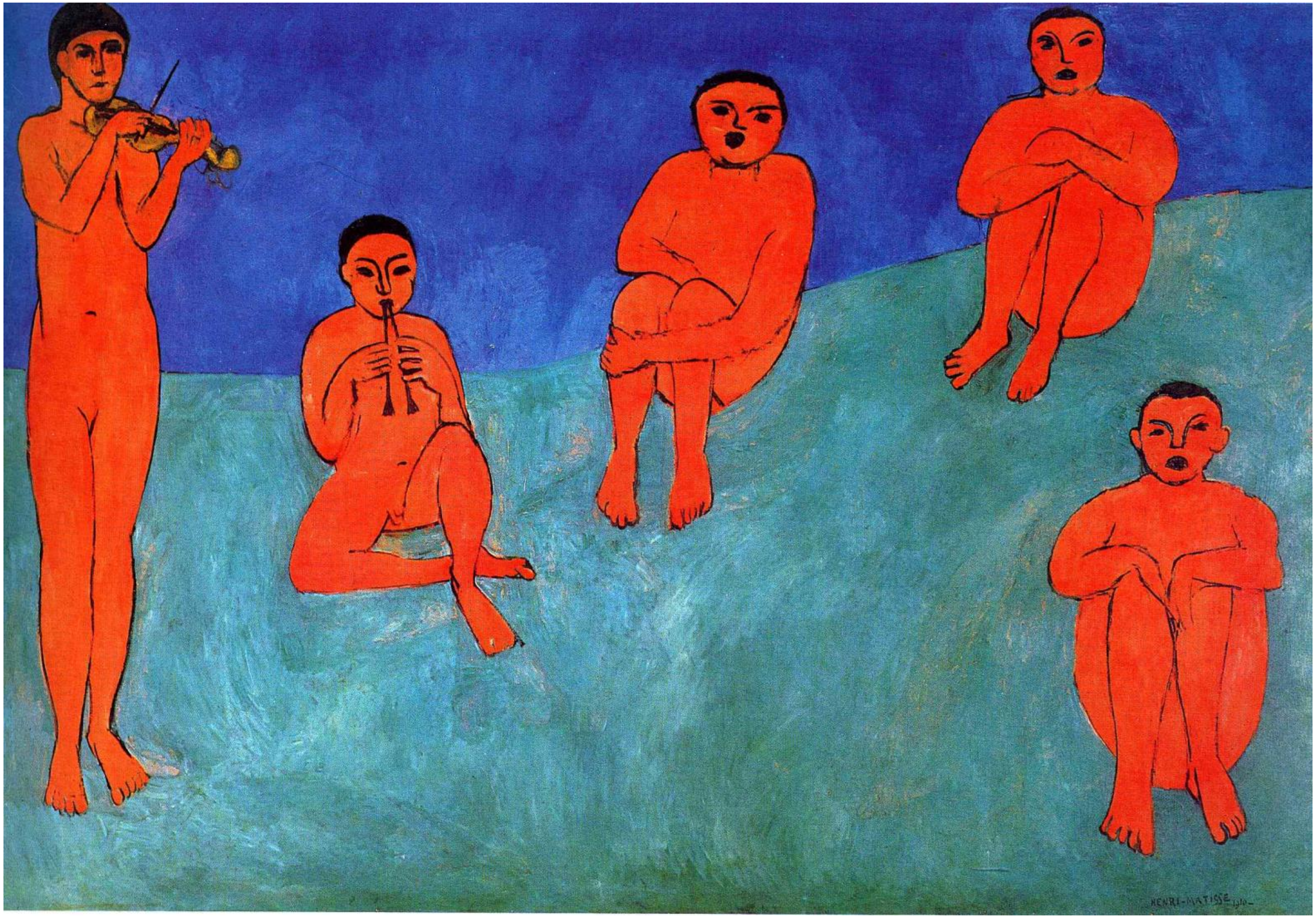
Алгоритмы

Истекшее время: $0.02/t_{alg}$

$T_{max} = ?$

Относительная погрешность:

$$\varepsilon = \frac{T_{max} - T''_{max}}{T''_{max}}$$



А.Матисс «Музыка»