

Оценка точности симулятора системы управления заданиями



А.В. Баранов¹, д.т.н.

Д.С. Ляховец¹, к.т.н.

А.А. Тулинов²

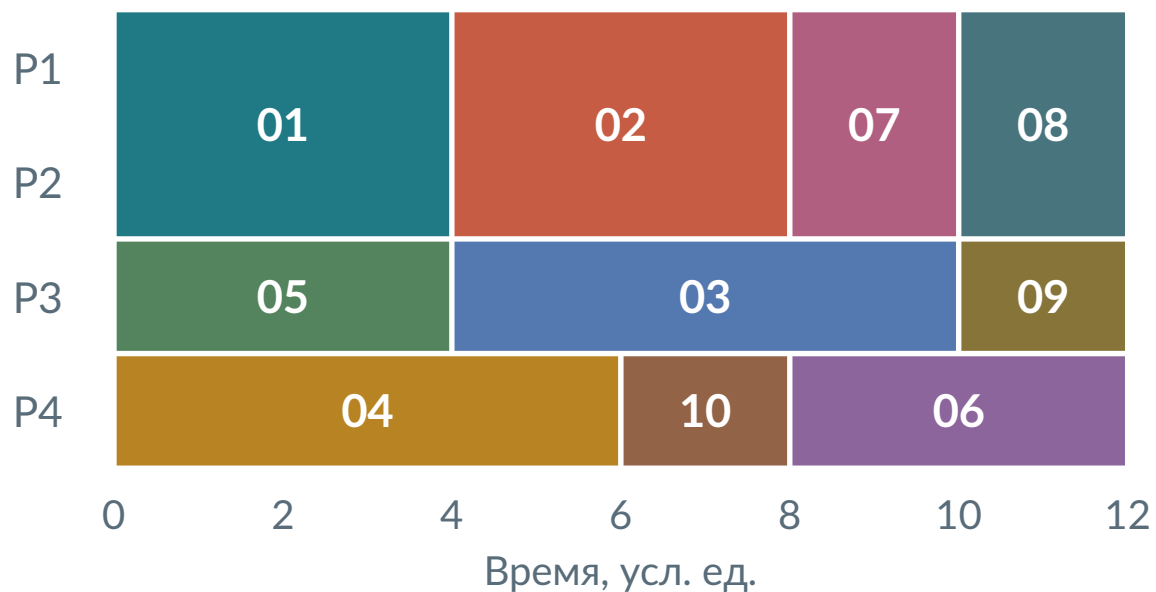
¹ НИЦ «Курчатовский институт»

² РТУ МИРЭА

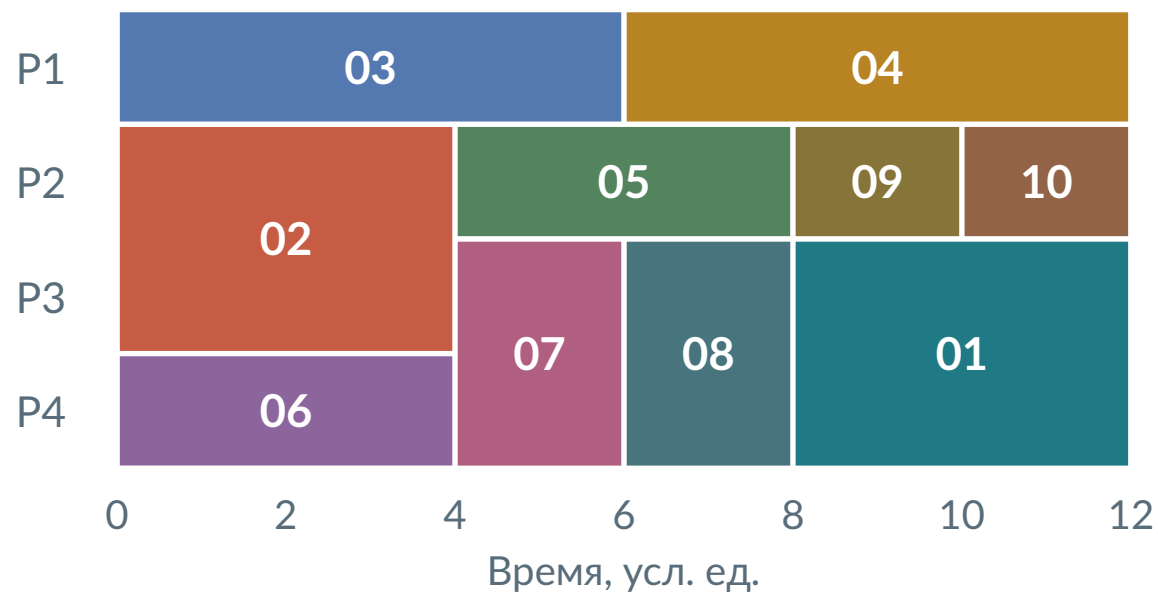
Насколько похожи эти расписания?

Условный пример · 10 заданий · 4 ресурса · загрузка в обоих случаях 100%

Расписание 1



Расписание 2



Одинаковые цвет и ID — одно задание. Время запуска изменилось у всех 10 заданий.

Близкая средняя загрузка не гарантирует близкого расписания.

Разные показатели — разные свойства расписания

А — базовый журнал, В — сравниваемый • время пребывания = ожидание + выполнение

Показатель близости ↓

$$P = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (v_i^A - v_i^B)^2}$$

v — время пребывания; n — число заданий.
Сопоставляем одинаковые ID; единица — с.

Показатель Вассерштейна ↓

$$W_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} |F_A(t) - F_B(t)| dt$$

F — эмпирическая функция распределения
времени пребывания; единица — с.

IoU ↑ • мера Жаккара

$$\text{IoU}_w = \frac{\sum_i r_i^A \frac{|I_i^A \cap I_i^B|}{|I_i^A \cup I_i^B|}}{\sum_i r_i^A}$$

I — интервал выполнения; r — его длительность
в базовом журнале. Взвешиваем по r .

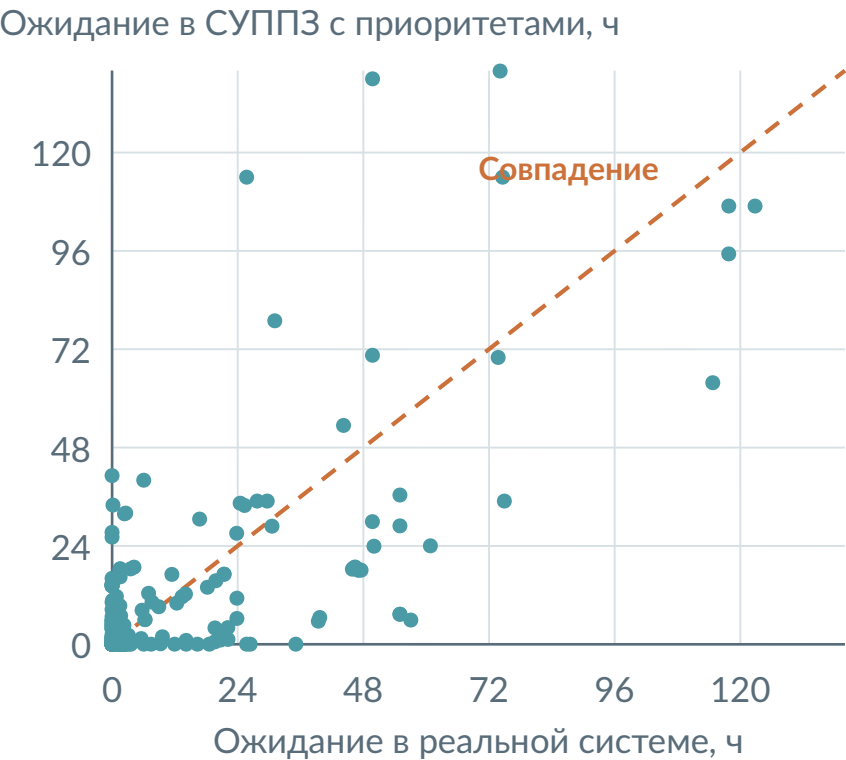
DTW загрузки ↓

$$D = \frac{C_{m\ell}}{m + \ell}$$

C — стоимость DTW стандартизованных рядов;
 m, ℓ — длины рядов. DTW безразмерен.

Почти равная загрузка — разные расписания

МВС-10П ОП / Broadwell · недельный журнал · 200 заданий



Каждая точка — одно задание.
Диагональ — совпадение ожидания.

Метрика	Реальная СУППЗ	СУППЗ приор.	СУППЗ без приор.	Slurm k = 1
Загрузка, %	86,63	85,04	86,62	80,70
Огр. замедление	195,5	171,8	184,4	474,0
Показатель близости P ↓, тыс. с	—	67,3	84,3	99,1
Показатель Вассерштейна W ₁ ↓, тыс. с	—	10,4	24,2	25,0
IoU ↑	—	0,21	0,35	0,05
DTW загрузки ↓	—	0,19	0,14	0,20

↓ меньше — ближе; ↑ больше — ближе. Показатели округлены.

86,63% ≈ 86,62%: близкая загрузка скрывает различия расписаний.

При близкой загрузке временные расхождения растут

Журнал Curie · 5000 заданий · $k = 1, 5, 15, 25$

k управляет продвижением модельного времени Slurm.

Показатели рассчитаны относительно одного реального журнала Curie.

Средняя загрузка, %



+0,2 п.п.

от $k = 1$ до $k = 25$

Показатель близости, тыс. с



≈ 3 раза

от $k = 1$ до $k = 25$

Показатель Вассерштейна, тыс. с



≈ 6 раз

от $k = 1$ до $k = 25$

IoU и DTW изменяются немонотонно

Журнал Curie · 5000 заданий · сравнение с тем же реальным журналом

Взвешенный IoU ↑



Нормированный DTW загрузки ↓



В этой серии IoU и DTW не повторяют последовательный рост показателей близости и Вассерштейна.

Практическая рекомендация: набор метрик

Совпадения средней загрузки недостаточно для оценки сходства расписаний.

01

Средние характеристики

Загрузка, ожидание, замедление: ресурсы и обслуживание.

02

Показатель близости и показатель Вассерштейна

Временные различия по заданиям и распределениям.

03

IoU и DTW

Перекрытие интервалов выполнения и различия динамики загрузки.

Открытым остаётся вопрос нормировки и выбора весов метрик для единого показателя точности.