

# Отказоустойчивые ВС



Майданов

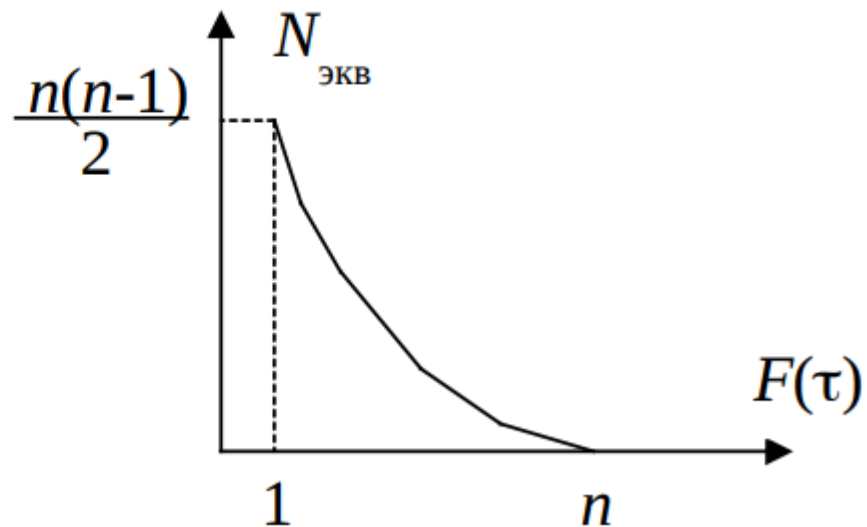
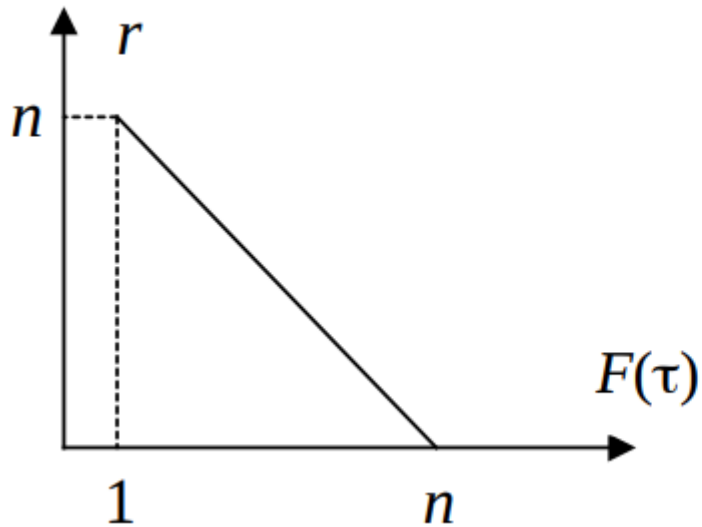
Юрий Сергеевич

к.т.н., доцент Кафедры ВС

# Коллективные проверки

Количество машин, участвующих в проверке:  $r$

Количество эквивалентных проверок:  $r * (r - 1)$



# Планирование отказоустойчивых вычислений

1. P1 — минимизация времени решения, исходные данные: количество машин, граф информационных связей
2. P2 — преобразование P1 согласно определенным критериям, исходные данные: P1, допустимое время решения
3. P3 — итоговый план, учитывающий диагностические операции, исходные данные: P2, диагностический граф

# Алгоритм построения $P_2$ для коллективных проверок

1. Присвоить  $P_2 = P_1$ .
2. Если длина  $P_2$  равна или превышает  $T_{\text{црmax}}$ , то выполнить переход к п. 8.
3. Выбрать в  $P_2$  такой такт работы  $\tau$ , на котором решается множество фрагментов прикладных задач  $W_\tau = \{w_q^\tau\}$ .
4. Добавить в  $P_2$  новый такт решения  $(\tau+1)$ , причем,  $W_{j+1} = W_j$  для всех  $j > \tau$ ,  $|W_{\tau+1}| = 0$ .
5. Из множества  $W_\tau$  выбрать подмножество  $W_{1\tau}$ .
6. Присвоить  $W_\tau = W_\tau \setminus W_{1\tau}$ ;  $W_{\tau+1} = W_{1\tau}$ .
7. Выполнить переход к п. 2.
8. Конец алгоритма.

# Критерии выбора такта работы и количества переносимых фрагментов

$$F(\tau) = |W_\tau \setminus W_{1\tau}| = |W_\tau| - |W_{1\tau}|, F(\tau + 1) = |W_{\tau+1}| = |W_{1\tau}|.$$

При этом  $N_{\text{эKB}} = N_{\text{эKB}}(\tau) + N_{\text{эKB}}(\tau + 1)$ ;

$$N_{\text{эKB}} = (n - (|W_\tau| - |W_{1\tau}|) + 1) * (n - (|W_\tau| - |W_{1\tau}|)) / 2 + (n - |W_{1\tau}| + 1) * (n - |W_{1\tau}|) / 2.$$

Упростим это выражение:

$$N_{\text{эKB}} = (n - |W_\tau| + |W_{1\tau}| + 1) * (n - |W_\tau| + |W_{1\tau}|) / 2 + (n - |W_{1\tau}| + 1) * (n - |W_{1\tau}|) / 2.$$

$$\begin{aligned} N_{\text{эKB}} = & (n^2 - n|W_\tau| + n|W_{1\tau}| - n|W_\tau| + |W_\tau|^2 - |W_\tau| * |W_{1\tau}| + n|W_{1\tau}| - |W_{1\tau}||W_\tau| + |W_{1\tau}|^2 + \\ & + n - |W_\tau| + |W_{1\tau}| + n^2 - n|W_{1\tau}| - n|W_{1\tau}| + |W_{1\tau}|^2 + n - |W_{1\tau}|) / 2. \end{aligned}$$

В итоге получаем:

$$N_{\text{эKB}} = n^2 - n|W_\tau| + n - |W_\tau| * |W_{1\tau}| + |W_{1\tau}|^2 + (|W_\tau|^2 - |W_\tau|) / 2.$$

# Критерии выбора такта работы и количества переносимых фрагментов

Значение  $N_{\text{экв}}$  следует максимизировать при следующих ограничениях:

$$|W_{\tau}| > 0; \quad |W_{1\tau}| > 0; \quad |W_{1\tau}| < |W_{\tau}|$$

Функция  $N_{\text{экв}}$  зависит от двух величин :  $|W_{\tau}|$  и  $|W_{1\tau}|$ , где  $n$  – постоянно

Поэтому найдем  $\frac{\partial N_{\text{экв}}}{\partial |W_{\tau}|}$  и  $\frac{\partial N_{\text{экв}}}{\partial |W_{1\tau}|}$  :

$$\frac{\partial N_{\text{экв}}}{\partial |W_{\tau}|} = |W_{\tau}| - |W_{1\tau}| - n - 1 / 2$$

Учитывая, что  $|W_{\tau}| \leq n$  по смыслу задачи, а  $|W_{1\tau}| \geq 1$  имеем  $\frac{\partial N_{\text{экв}}}{\partial |W_{\tau}|} < 0$

$$F(\tau) > 1, \quad F(\tau) = \min_j \{ F(j) \}$$

# Критерии выбора такта работы и количества переносимых фрагментов

$$\frac{\partial N_{\text{экв}}}{\partial |W_{1\tau}|} = 2|W_{1\tau}| - |W_{\tau}|$$

Величина  $\frac{\partial N_{\text{экв}}}{\partial |W_{1\tau}|}$  принимает нулевое значение при  $|W_{1\tau}| = |W_{\tau}| / 2$ . Но при

$|W_{1\tau}| < |W_{\tau}| / 2 : \frac{\partial N_{\text{экв}}}{\partial |W_{1\tau}|} < 0$  и при  $|W_{1\tau}| > |W_{\tau}| / 2 : \frac{\partial N_{\text{экв}}}{\partial |W_{1\tau}|} > 0$ , значит при  $|W_{1\tau}| =$

$|W_{\tau}| / 2$  число элементарных проверок, проводимых в системе не максимально.

$$|W_{1\tau}| = 1$$

# Итоговый алгоритм

1. Назначить  $P_2 = P_1$ .
2. Если  $T_{\text{цр}}(P_2) \geq T_{\text{црmax}}$ , то выполнить переход к п. 8.
3. Выбрать в  $P_2$  такой такт работы  $\tau$ , что  $F(\tau) = \min\{F(j) \mid F(j) > 1\}$ .
4. Добавить в диаграмму  $P_2$  новый такт решения  $(\tau+1)$ , причем  $W_{j+1} = W_j$  для всех  $j > \tau$ ;  $W_{\tau+1} = \emptyset$ .
5. Выбрать из множества  $W_\tau$  один фрагмент задач  $w_1$  и присвоить  $W_{1\tau} = \{w_1\}$ .
6. Назначить  $W_\tau = W_\tau \setminus W_{1\tau}$ ;  $W_{\tau+1} = \{w_1\}$ .
7. Выполнить переход к п. 2.
8. Конец алгоритма.



Спасибо за внимание!