

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

## МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МНОГОТЕРМИНАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Лекция 12

## ЧАСТЬ 1

# **Исследование производительности многотерминального компьютера**

# СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

- Пользователи, работающие за терминалами, посылают в систему запросы, и ожидают ответа ЭВМ, решающей задачи пользователей в порядке поступления запросов.
- Цель построения математической модели - определение средней производительности системы

# ГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Обозначения:



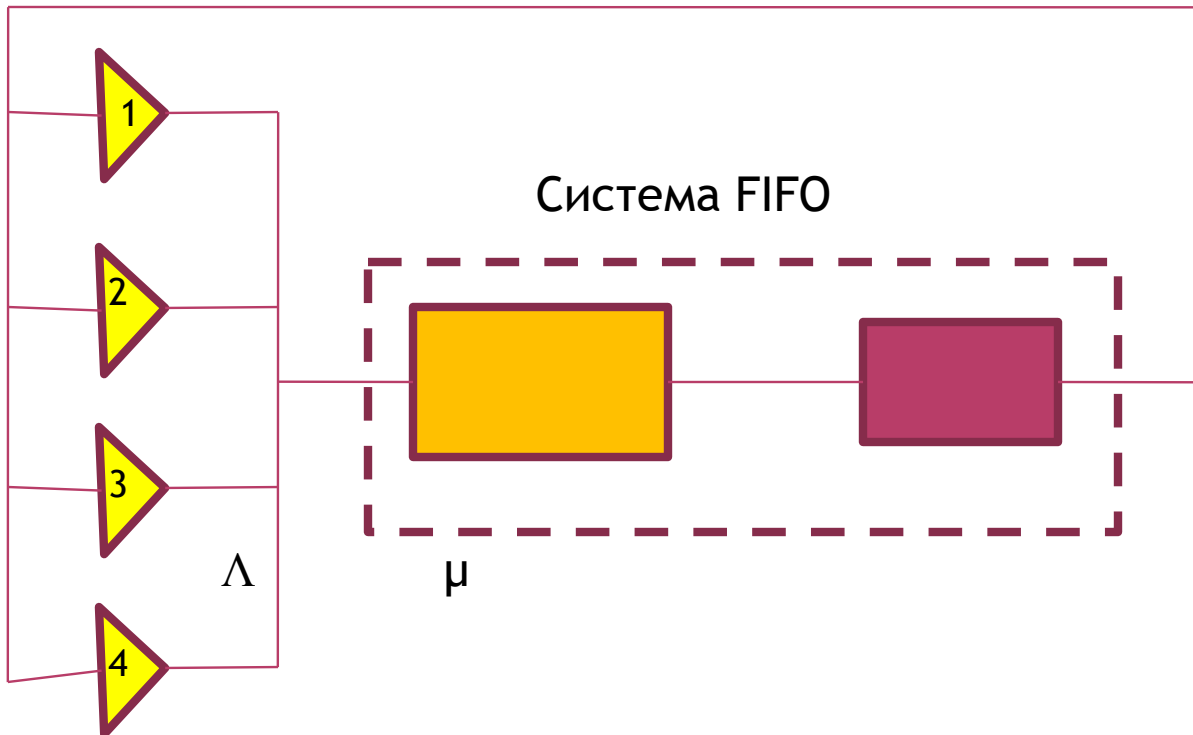
Терминал

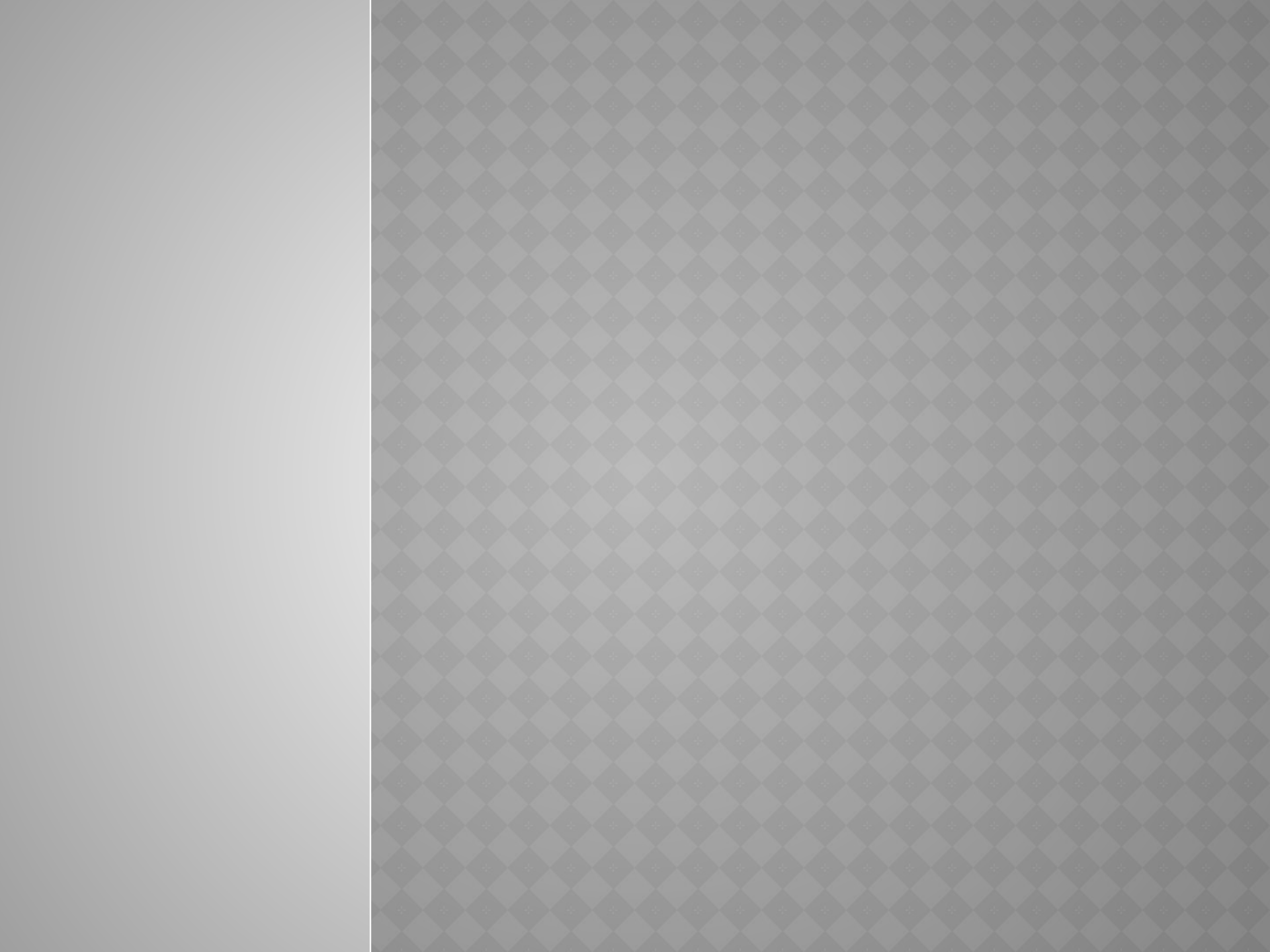


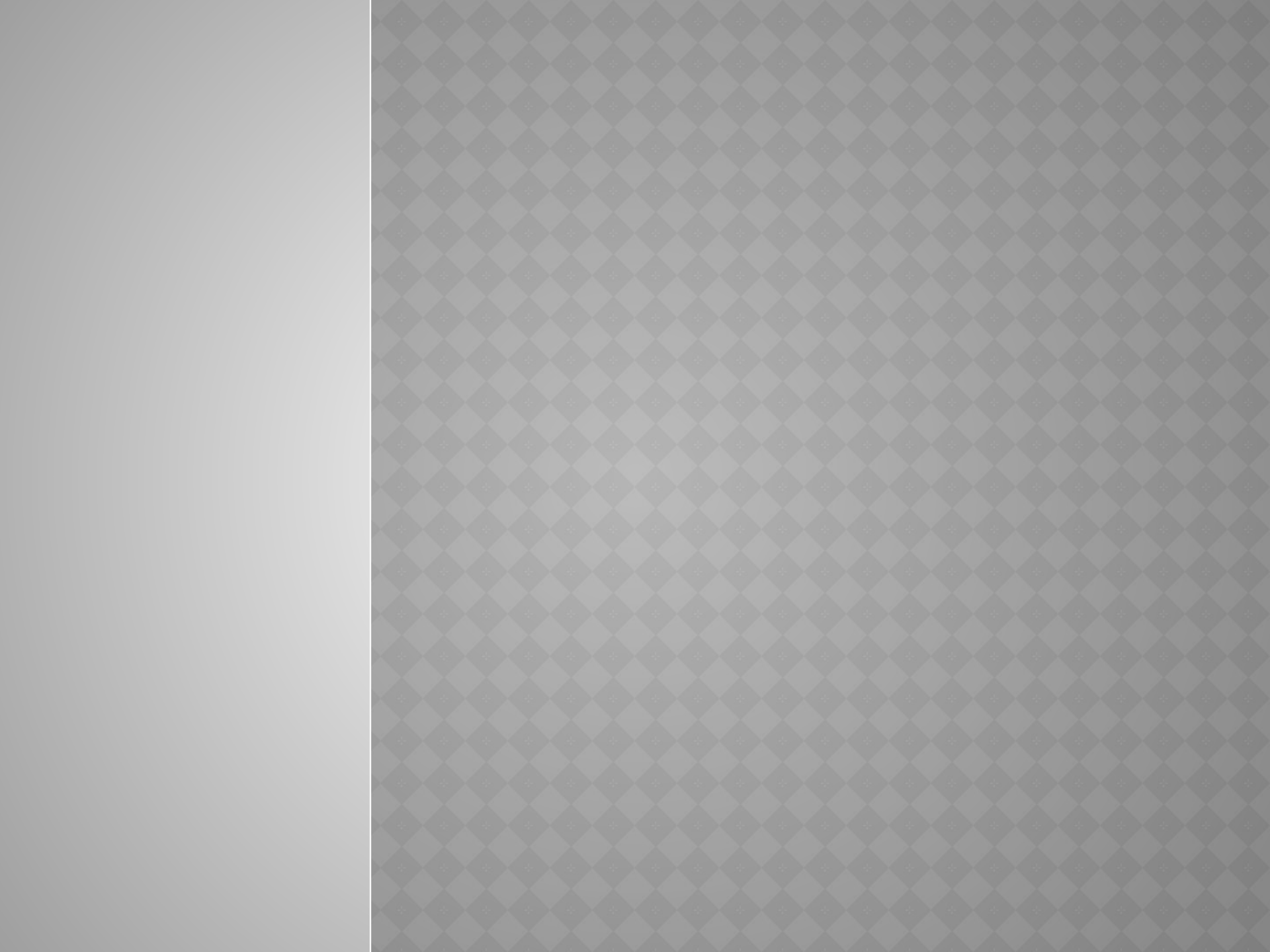
Очередь



Компьютер







# ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ (3)

Учитывая, что:

$$\sum_{n=0}^N P_n(t) = 1; \quad P_0(0) = 1; \quad \forall_i > 0, P_i(0) = 0,$$

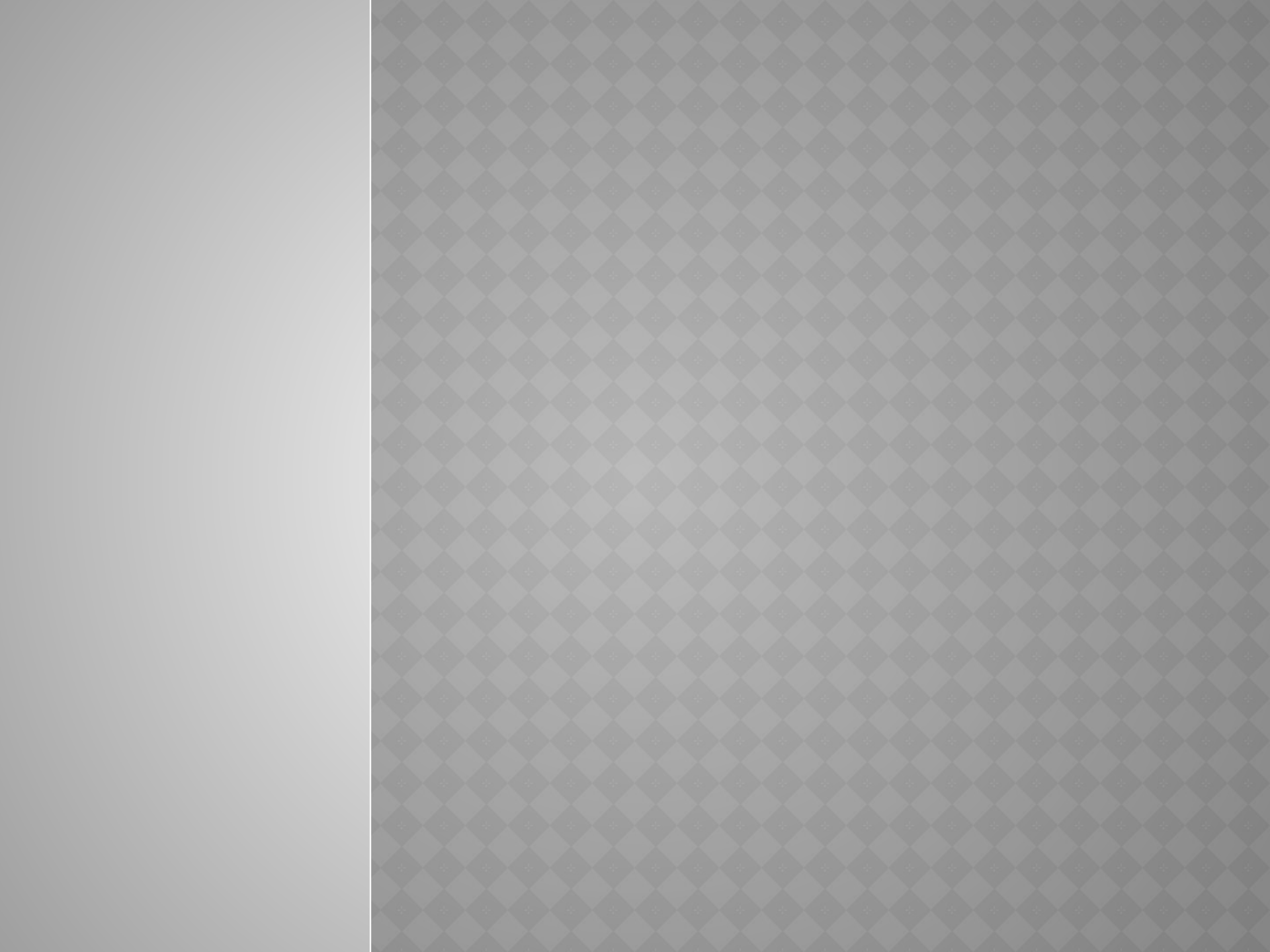
Можно определить  $P_n(t)$ , для всех  $n=0 \div N$ .  
Система (3) для случая

$$\forall n, \quad P_n = \lim_{t \rightarrow \infty} P_n(t),$$

имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} N\lambda P_0 = \mu P_1; \\ P_1(\mu + (N-1)\lambda) = N\lambda P_0 + \mu P_2; \\ \square \square \square \square \square \square \square \square \square \square \square \square \\ \mu P_N = \lambda P_{N-1}. \end{array} \right.$$

(4)

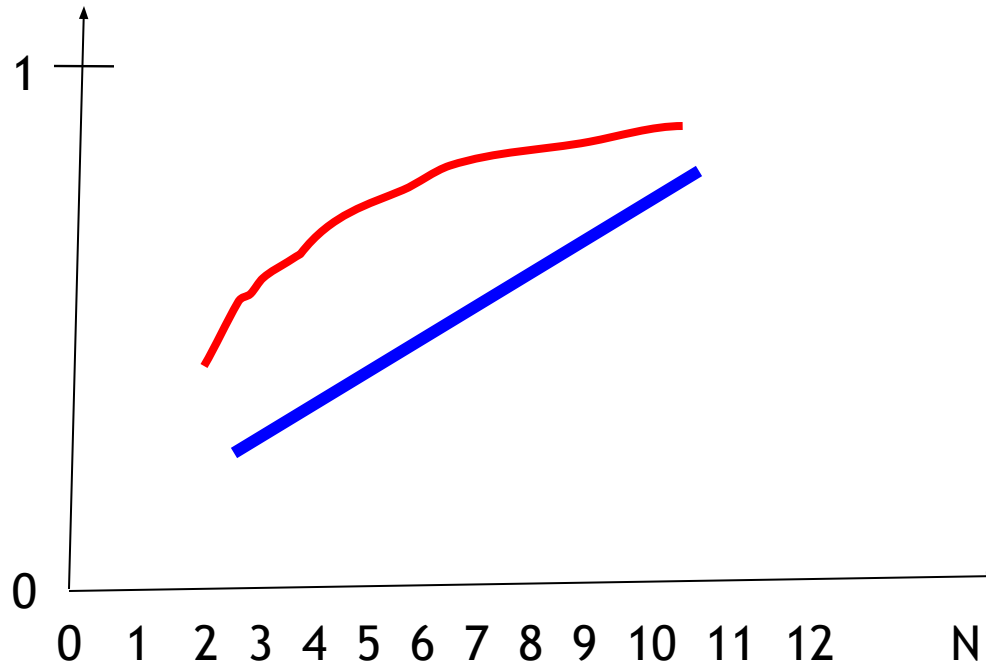






# ГРАФИЧЕСКАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ

- График зависимости  $\mu_{\text{сред}}$  и  $t_p$  от числа терминалов  $N$  и величины  $\rho$  изображены на рисунке ниже.



## САМОСТОЯТЕЛЬНО:

Определить  $\mu_{\text{сред}}$ ,  $N_{\text{сред}}$  и  $t_r$  в локальной вычислительной сети “линейная шина”, изображённой на рис. 5, если все рабочие станции лишены внешних накопителей а параметры сети определены следующим образом:  
 $N=12$ ;  $2\lambda=\mu$ ;  $T_{\text{обд. сред}}=10\text{сек.}$

## ЧАСТЬ 2

**Использование  
имитационной модели  
для определения  
производительности  
ЛВС без приоритетов.**

# Обозначения

- $N$ -число рабочих станций;
- $\Delta t$ -квант времени, используемый в модели;
- $\epsilon$ -точность вычислений;
- $T_{oi}$  - время обдумывания  $i$ -го пользователя;
- $T_{pi}$ - время решения задачи  $i$ -го пользователя;
- $L$ - средняя длина очереди;
- $z$ - текущая длина очереди;
- $T$ - текущее значение времени работы имитированной ЛВС;
- $Q$  - текущий номер определения длины очереди.

## АЛГОРИТМ РАБОТЫ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ (ПЕРВЫЕ 12 ШАГОВ)

- Шаг 1.  $T = 0$
- Шаг 2.  $S = 0$
- Шаг 3.  $Q = 0$
- Шаг 4.  $\forall i: T_{0i} = 0$
- Шаг 5. Генерация  $T_{ri}$  для  $\forall 0 < i < N + 1$ .
- Шаг 6.  $T = T + \Delta$
- Шаг 7.  $z = 0$
- Шаг 8.  $j = 1$
- Шаг 9. Если  $T_{rj} > 0$  то перейти к шагу 10, нет – к шагу 11.
- Шаг 10.  $z = z + 1$
- Шаг 11. Если  $j = N$ , то перейти к шагу 13, нет – к шагу 12
- Шаг 12.  $j = j + 1$ , перейти к шагу 9.

## АЛГОРИТМ РАБОТЫ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ (ПОСЛЕДНИЕ 12 ШАГОВ)

- Шаг 13.  $Q = Q + 1$
- Шаг 14.  $S = S + z$
- Шаг 15.  $L = S/Q$
- Шаг 16. Если абсолютная величина разности  $\{L - (S - z)/(Q - 1)\}$  меньше, чем  $\varepsilon$ , то перейти к шагу 24, в противном случае - к шагу 17.
- Шаг 17. Печать  $L, Q, z, T$
- Шаг 18.  $i = 1$ .
- Шаг 19. Если  $T_{oi} > 0$ , то перейти к шагу 20, в противном случае - к шагу 21
- Шаг 20.  $T_{oi} = T_{oi} - \Delta$ . Перейти к шагу 22.
- Шаг 21. Генерация  $T_{pi}, T_{oi}$ .
- Шаг 22. Если  $i = N$ , то перейти к шагу 18, в противном случае - к шагу 23.
- Шаг 23.  $i = i + 1$ , перейти к шагу 6.
- Шаг 24. Конец алгоритма.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ $T_{oi}$ И $T_{pi}$

- Вероятность того, что  $T_{oi} < t$  определяется выражением:

$$P(t) = 1 - e^{-\lambda t}.$$

- Тогда:  $t = -\frac{1}{\lambda} \ln[1 - P(t)]$ .
- Отсюда:  $T_{oi} = t \alpha$ , где  $\alpha$  - случайное число  $< 1$ .



## АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ $T_{oi}$ .

- Шаг 1. Ввод  $\lambda$ .
- Шаг 2.  $\alpha$  из ГСЧ;  $(0 < \alpha < 1)$
- Шаг 3.  $t = -1/\lambda \cdot \ln(1-\alpha)$ .
- Шаг 4.  $v$  из ГСЧ;  $v < 1$ .
- Шаг 5.  $T_{oi} = t \cdot v$ .
- Шаг 6. Конец алгоритма.

## АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ $T_{pi}$

- Вероятность того, что  $t_{pi} < t$  определяется выражением:  $p(t) = 1 - e^{-\mu t}$ .
- Тогда  $T_{pi} = \alpha(-1/\mu)\lg[1-p(t)]$ , где  $\alpha$  случайное число ( $0 < \alpha < 1$ ).
- Шаг 1. Ввод  $\lambda$ .
- Шаг 2.  $\alpha$  из ГСЧ; ( $0 < \alpha < 1$ )
- Шаг 3.  $t = -1/(\mu\lambda) \cdot \ln(1-\alpha)$ .
- Шаг 4.  $v$  из ГСЧ;  $v < 1$ .
- Шаг 5.  $T_{pi} = t \cdot v$ .
- Шаг 6. Конец алгоритма.

# САМОСТОЯТЕЛЬНО

- Построить программу имитирующую работу ЛВС.
- Задаваясь величинами  $\mu, \lambda, N, \varepsilon$  определить среднее число занятых рабочих станций (длину очереди) на имитационной модели и аналитически.
- Внести изменения в алгоритм работы модели, позволяющие:
  - Определить средние значения времен обдумывания и решения задач.
  - Вычислить разброс значений (дисперсию, среднее квадратичное отклонение) этих величин и длины очереди.
  - Определить предельные величины, описанные в п.п. 3.2(min; max).
- Изменить алгоритмы вычисления  $T_{oi}$  и  $T_{ri}$  и сравнить полученные результаты с аналитическими.