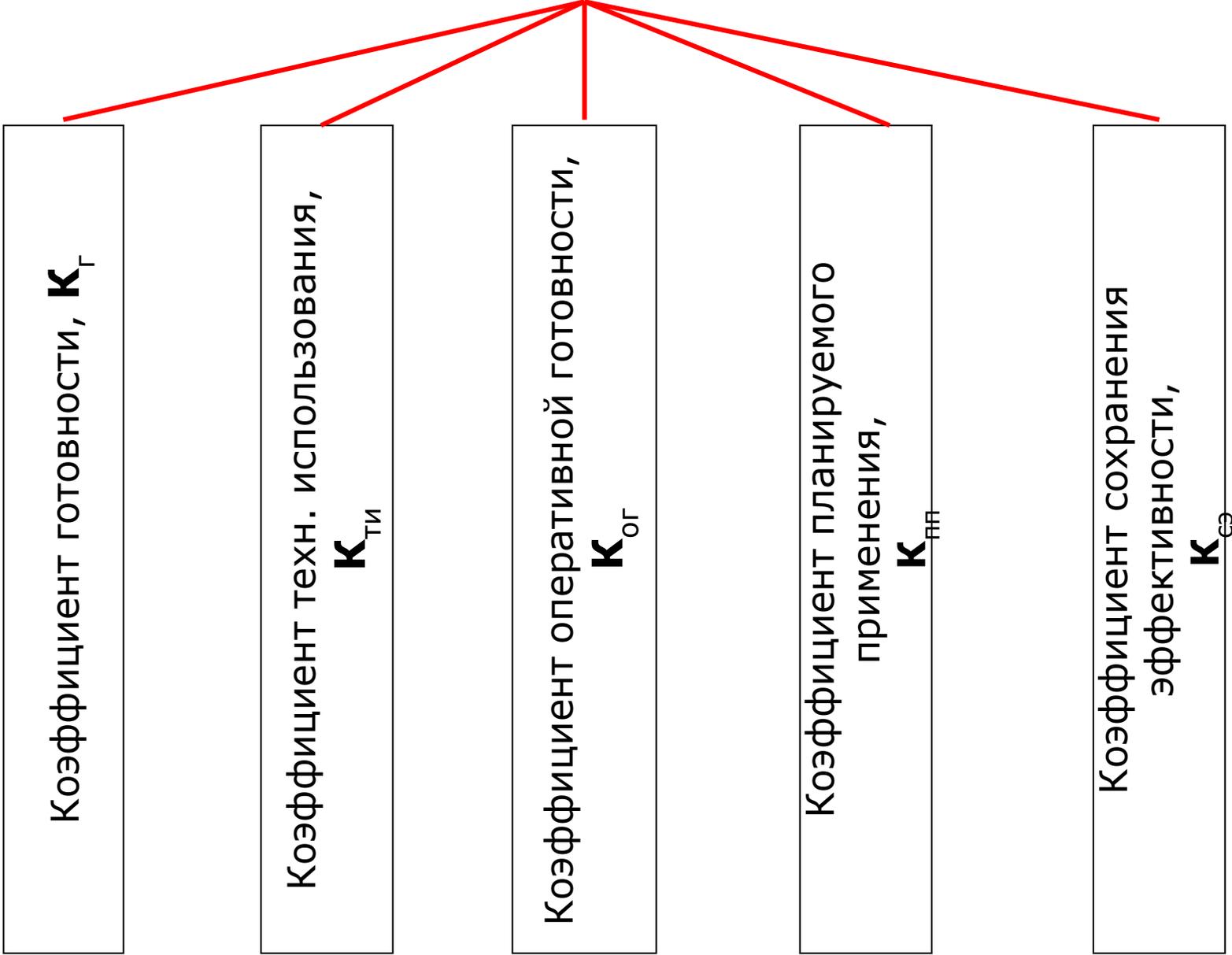


***Комплексные показатели  
эксплуатационной  
надежности. Функции  
распределения***

# Комплексные показатели эксплуатационной надежности



# Коэффициент готовности $K_2$

*среднее время наработки на отказ*

$$K_r = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{\sum_{i=1}^N t_i + \sum_{i=1}^N \tau_i} = \frac{t_{cp}}{t_{cp} + \tau_{всп}}$$

*среднее время восстановления работоспособности*

# Коэффициент технического

*использования  $K_{ти}$*

$$K_{ти} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{\sum_{i=1}^N t_i + \sum_{i=1}^N \tau_i + \sum_{i=1}^N \tau_{тсп}} = \frac{t_{cp}}{t_{cp} + \tau_{всп} + \tau_{тсп}}$$

*среднее время технического обслуживания*

# Коэффициент оперативной

готовности  $K_{ог}$

$$K_{ог} = K_{г} \cdot P^{\text{о}}(t)$$

# Коэффициент планируемого

применения  $K_{пп}$

$$K_{пп} = \frac{\Delta t_{\text{э}} - M\left(\sum_{i=1}^{i=n} t_{\text{ппр}}\right)}{\Delta t} = \frac{\Delta t_{\text{э}} - \bar{t}_{\text{ппр}}}{\Delta t}$$

- заданная продолжительность эксплуатации
- ср. арифметическое время ППР
- интервал времени

# Коэффициент сохранения

эффективности  $K_{сэ}$

$$K_{сэ} = \frac{\mathcal{E}_n(\Delta t)}{\mathcal{E}_n^*(\Delta t_{\text{э}})}$$

- фактический показатель эффективности за время  $\Delta t$
- номинальный показатель эффективности за тоже время

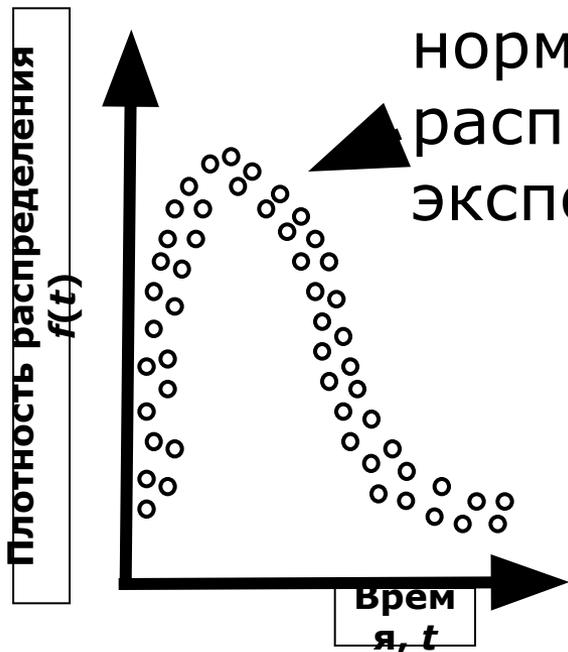
# Оценка показателей надежности машин и механизмов

Главной задачей при оценке показателей является получение функций распределения случайных величин, характеризующих надежность технического объекта:

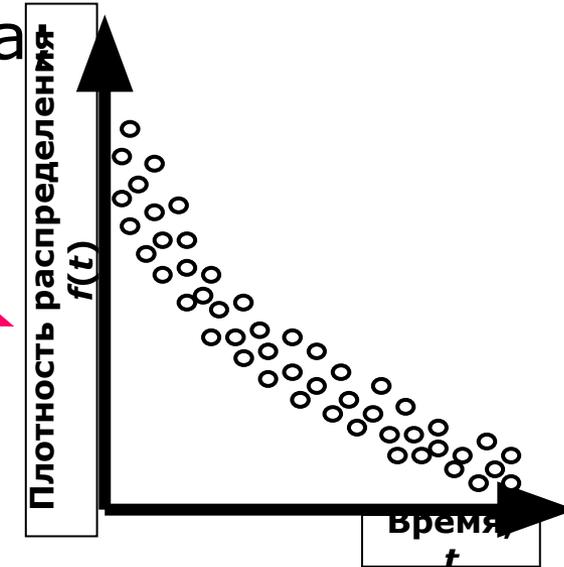
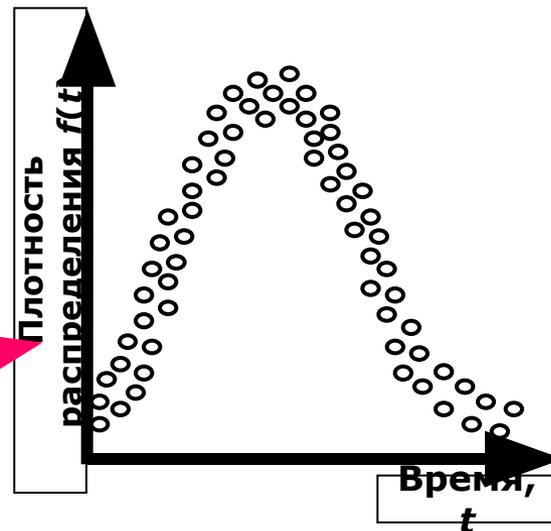
Функция распределения:  $F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$

где:  $f(x)$  - функция плотности распределения

## ВИДЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ:



нормальное;  
распределение Вейбулла  
экспоненциальное



# НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

## Задается

: плотностью вероятностей двухпараметрической функции

$$f(x; a_0; \sigma_0) = \frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(x - a_0)^2}{2\sigma_0^2} \right]$$

$$-\infty < x < +\infty; \sigma_0 > 0$$

$a_0$  и  $\sigma_0$  - определяемые (вычисляемые) параметры нормального распределения

Функция нормального распределения имеет вид:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp \left[ -\frac{(x - a_0)^2}{2\sigma_0^2} \right] dx$$

$$-\infty < x < +\infty$$

*Но время  $t = x$  принимает только положительные значения*

Функция усеченного нормального распределения:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma_0} f_0 \left( \frac{t - a_0}{\sigma_0} \right)$$

стандартизированная  
плотность  
распределения  
(табличная функция)

$$F(t) = 1 - F_0 \left( \frac{a_0 - t}{\sigma_0} \right)$$

интегральная функция  
нормального  
распределения  
(табличная функция)

Функция вероятности безотказной работы  $P(t)$  и интенсивности отказов  $\lambda(t)$

$$P(t) = 1 - F(t) = F_0 \left( \frac{a_0 - t}{\sigma_0} \right)$$

Интегральная функция  
нормального  
распределения

Табулированная функция

$$\lambda(t) = \frac{f_0 \left( \frac{t - a_0}{\sigma_0} \right)}{\sigma_0 \cdot F_0 \left( \frac{a_0 - t}{\sigma_0} \right)}$$

Плотность нормального  
стандартизированного  
распределения

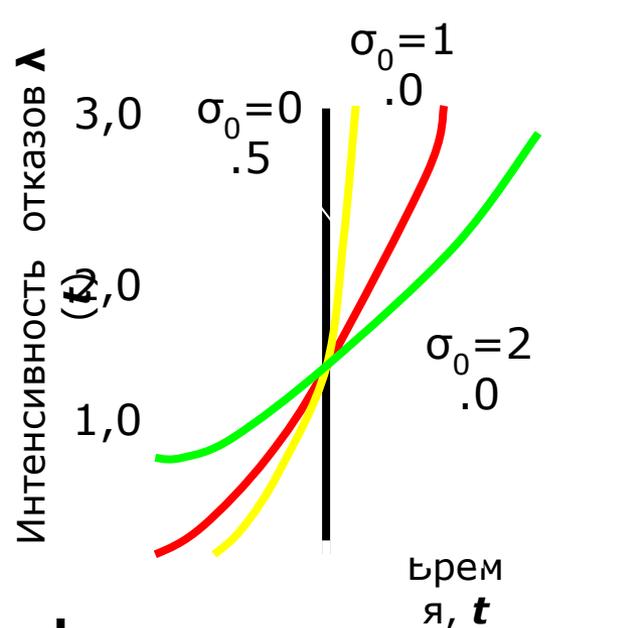
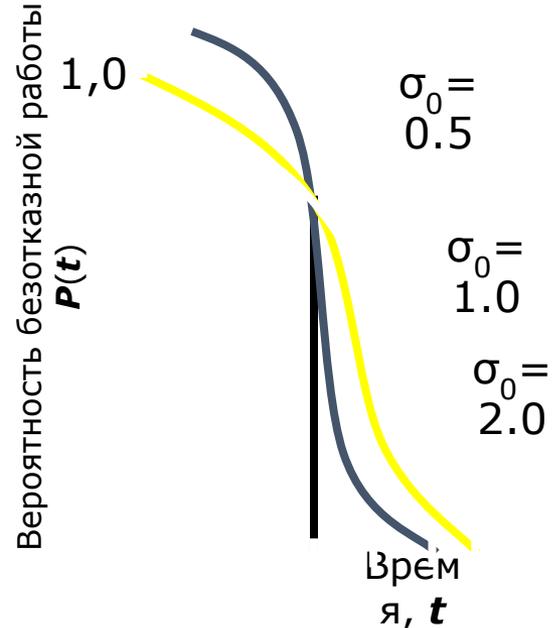
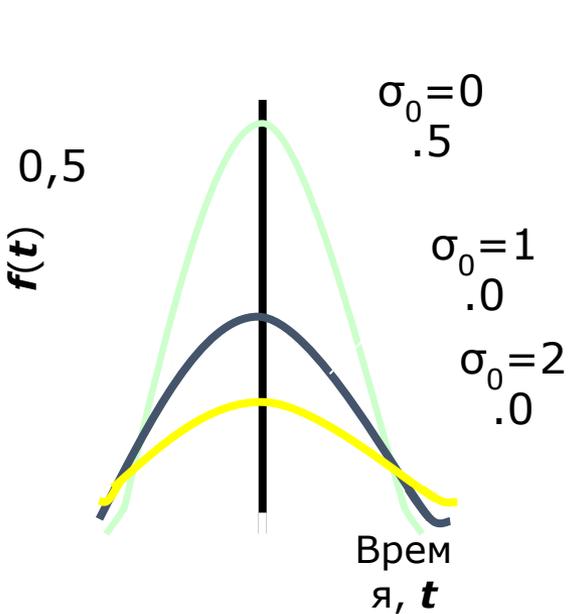
Табулированн  
ая  
функция

$t$  – время безотказной работы объекта ;

$a_0$  и  $\sigma_0$  - определяемые (вычисляемые) параметры усеченного нормального распределения

# Графики плотности распределения $f(t)$ , а также количественных показателей надежности $P(t)$ и $\lambda(t)$ при нормальном усеченном законе распределения

Плотность распределения



$$f(t; a_0; \sigma_0) = \frac{1}{\sigma_0} f_0\left(\frac{t - a_0}{\sigma_0}\right)$$

$$-\infty < t < +\infty$$

$$P(t) = \int_t^{\infty} f(t; a_0; \sigma_0) dt = F_0\left(\frac{a_0 - t}{\sigma_0}\right)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t; a_0; \sigma_0)}{P(t)} = \frac{f_0\left(\frac{t - a_0}{\sigma_0}\right)}{\sigma_0 F_0\left(\frac{a_0 - t}{\sigma_0}\right)}$$

$F_0(Z) = F_0\left(\frac{a_0 - t}{\sigma_0}\right)$  - функция интегрального нормального распределения

где  $f_0(Z) = f_0\left(\frac{t - a_0}{\sigma_0}\right)$  - плотность нормального стандартизированного распределения

Табулированные функции