



*Российская Академия Наук*

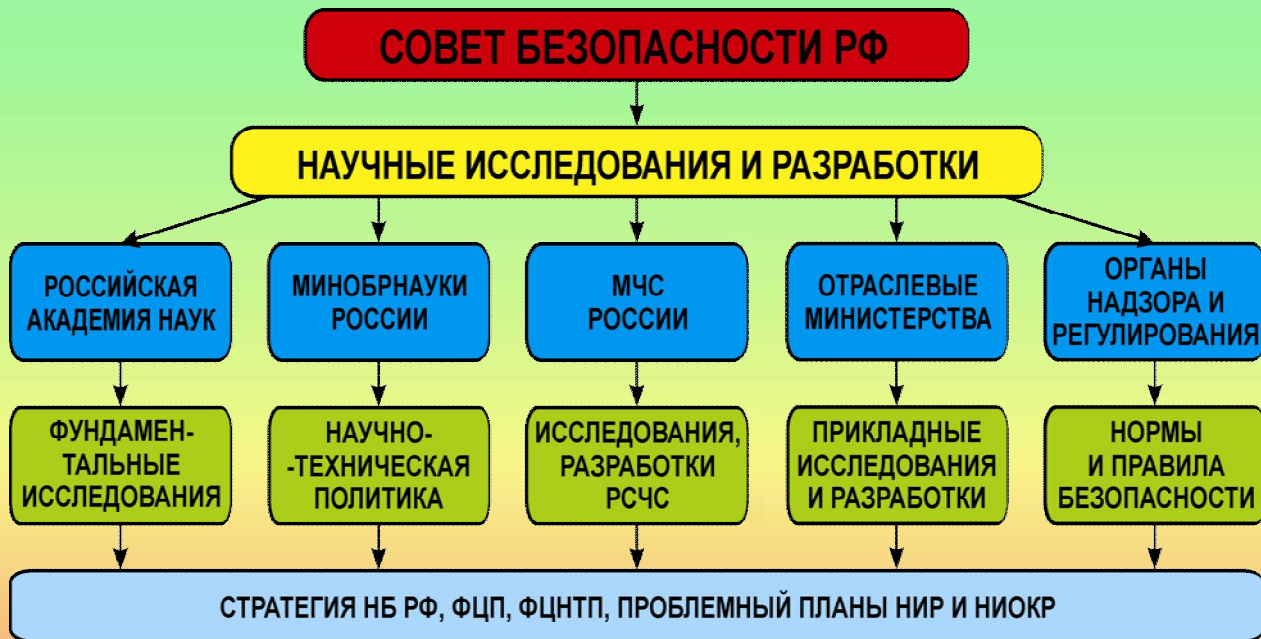
**Институт машиноведения им. А.А.Благонравова РАН**

**НТС Ростехнадзора,  
19 ноября 2012 г.**

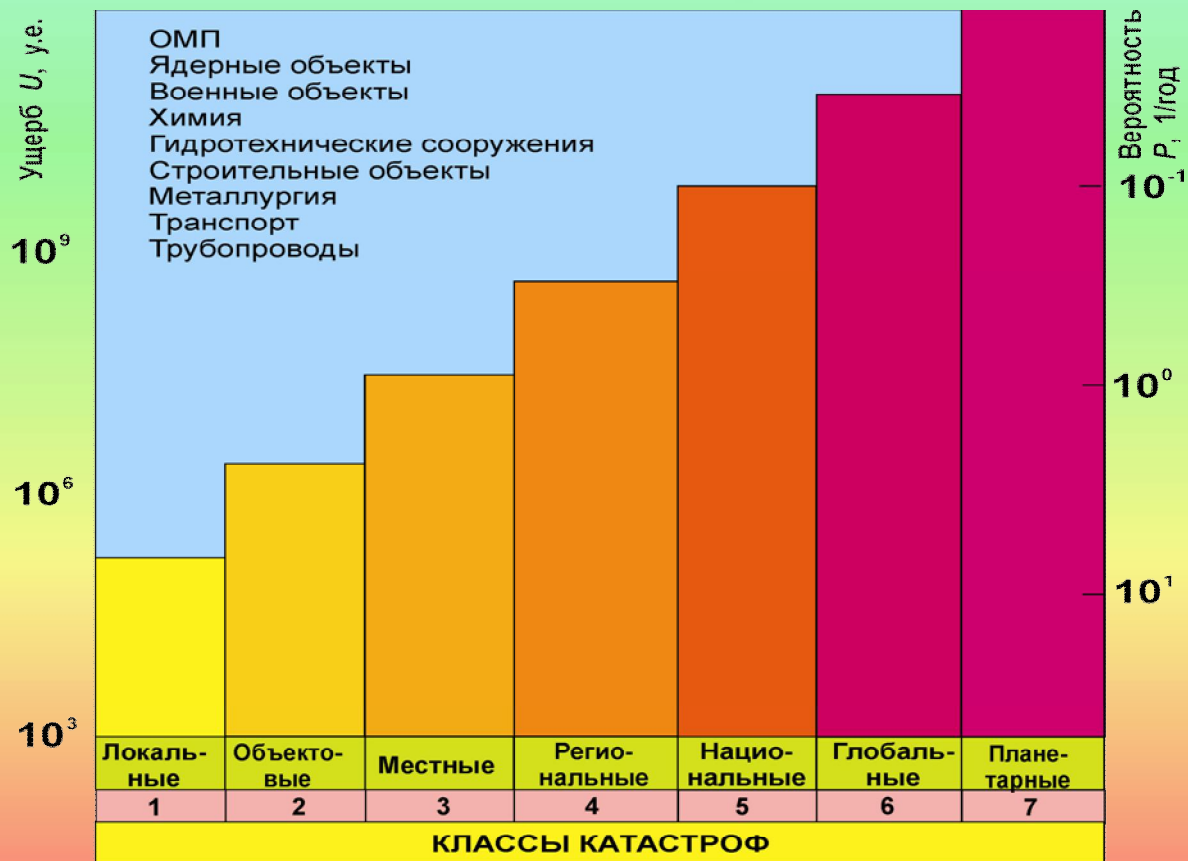
**«КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ И РИСКОВ  
В ПРОБЛЕМАХ МОДЕРНИЗАЦИИ И РАЗВИТИЯ  
ТЕХНОСФЕРЫ»**

**Член-корреспондент РАН МАХУТОВ Николай Андреевич**

# ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ



# БАЗОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ РИСКОВ ЧС



# ОБЩАЯ СТРУКТУРА АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПО КРИТЕРИЯМ РИСКА

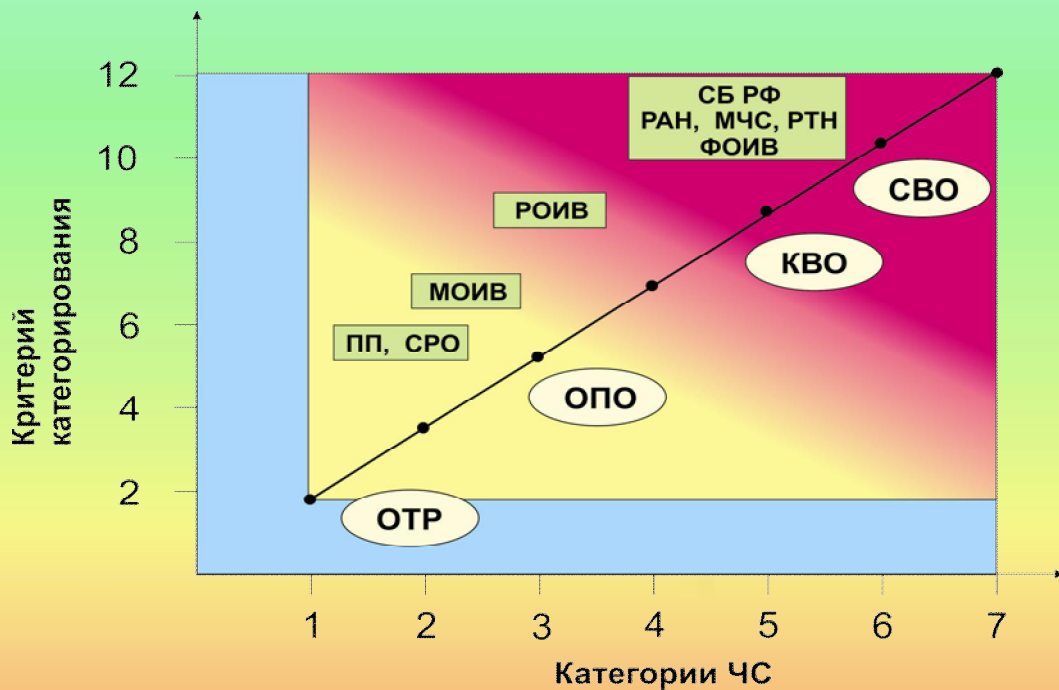


Типы аварийных ситуаций

Классы аварий, катастроф и рисков

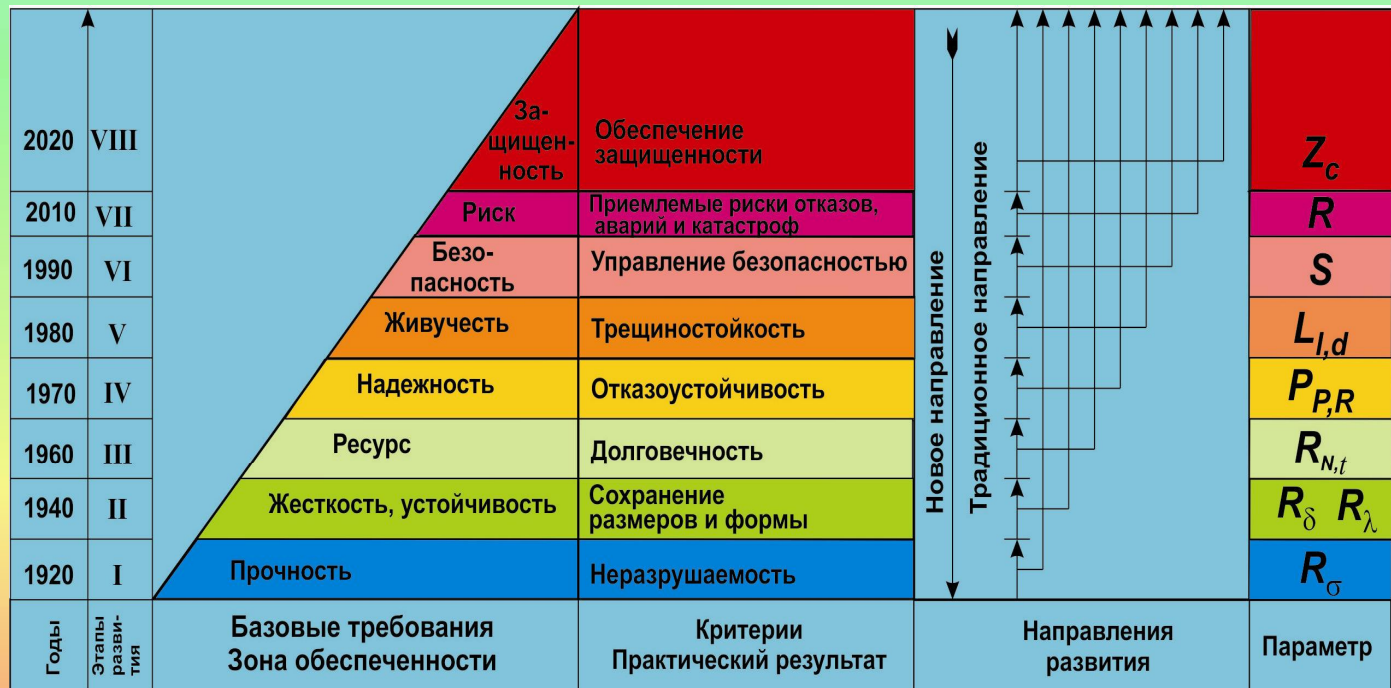
Типы объектов инфраструктуры

# КАТЕГОРИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ПО ВЕЛИЧИНАМ РИСКОВ



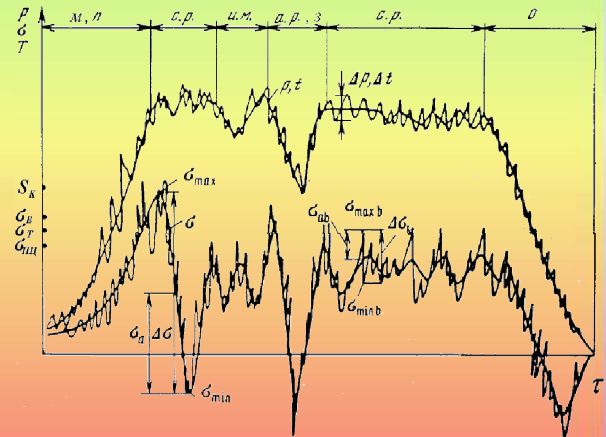
$$\bar{R}(t) = \sqrt{\bar{R}_N^2(t) + \bar{R}_T^2(t) + \bar{R}_S^2(t)}$$

# ОБЩАЯ СТРУКТУРА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОБЪЕКТОВ



$Z\{R,U,P\}$	Защищенность (потенциально опасные объекты)
$R,U,P$	
$R\{U,P\}$	Риск (потенциально опасные объекты)
$U,P$	
$\{\sigma^2, e^2, N^2, t^2, \tau^2, \Phi^2\}_{\max}$	Безопасность машин (потенциально опасные объекты)
$\{\sigma_t, \sigma_B, \sigma_{-1}, K_{Ic}, K_{Iec}, dl/dN, dl/d\tau\}_{\max}$	
$\sigma^2, e^2, P^2, N^2, t^2, \tau^2, K_I^2, K_{Ie}^2, \beta_c$	Живучесть машин (термоядерная энергетика, реакторостроение)
$\sigma_t, \sigma_B, dl/dN, dl/d\tau$	
$\sigma^2, e^2, I^2, K_I^2, K_{Ie}^2, I^2$	Механика разрушения (реакторостроение)
$t_k, K_{Ic}, K_{Iec}$	
$\sigma^2, e^2, \sigma - N, \nu, \sigma$	Надежность и ресурс машин (общее машиностроение)
$\sigma_t, \sigma_B, \sigma_{-1}, K_{\sigma}, \varepsilon_{\sigma}, \Psi_{\sigma}, \nu_{\sigma}$	
$\sigma^2, e^2, I^2, \tau^2$	Ползучесть и длительная прочность (авиация, энергетика)
$\sigma_t, \sigma_B, \sigma_{дл}, \Psi_{kt}, K_{Iec}, m_t$	
$\sigma^2, e^2, N^2, I^2$	Малоцикловая усталость (тепловая энергетика, нефтехимия)
$\sigma_t, \sigma_B, m, \Psi_k, m_p, m_e$	
$\sigma^2, N^2, I^2$	Низкотемпературная прочность (северная, криогенная техника)
$\sigma_t, \sigma_B, S_{OT}$	
$\sigma^2, N^2$	Усталость и долговечность (авиация, транспорт, гидроэнергетика)
$\sigma_t, \sigma_B, \sigma_{-1}$	
$\sigma^2$	Динамика и прочность машин (с/х машины, автомобили, технологическое оборудование)
$\sigma_t, \sigma_B, E$	

# РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТОВ И КРИТЕРИЕВ ПРОЧНОСТИ, ДОЛГОВЕЧНОСТИ, ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ЖИВУЧЕСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ



# ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ РИСКОВ $R(t)$

$$R_i(t) = F\{P_i(t), U_i(t)\} \leq [R_i(t)]$$

$$R_i(t) \leq [R_i(t)] = F_R\{[P_i(t), U_R(t)]\} = \frac{1}{n_R} R_C(t) = \frac{1}{n_R} F_C\{P_C, U_C\} = F_Z\{m_Z Z(t)\},$$

$$P_i(t) = F_P\{P_N(t), P_T(t), P_S(t)\}, \quad - \text{Вероятности ЧС}$$

$$U_i(t) = F_U\{U_N(t), U_T(t), U_S(t)\}, \quad - \text{Ущерб от ЧС}$$

$$R_i(t) = F_R\{R_N(t), R_T(t), R_S(t)\}, \quad - \text{Риски ЧС}$$

**N** – человеческий фактор

**T** – техногенный фактор

**S** – природный фактор

$R(t)$  – фактический расчетный риск

$R_C(t)$  – критический (неприемлемый) риск

$[R(t)]$  – приемлемый риск

$Z(t)$  – затраты на снижение риска



# ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТЕЙ (ЧАСТОТ)

$$P_{ni} = \frac{n_i}{N_{\text{ОБ}} \Delta t} K_{t\phi}$$

$n_i$  – число неблагоприятных событий

$N_{\text{ОБ}}$  – общее число объектов данного типа

$\Delta t$  – период анализа

$K_{t\phi} = t_{\phi} / \Delta t$ ;  $t_{\phi}$  – время функционирования

$$N_{\text{ОБ}} = m_1 / m$$

$$N_{\text{ОБ}} = V_1 / V$$

$m_1, V_1$  – масса и объем одного объекта

$m, V$  – масса и объем объектов данного типа

# ОЦЕНКА УЩЕРБОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СРЕД

## Население

$$U_N = U_{N1}N_1 + U_{N2}N_2$$

$$U_{N2} = K^N U_{N1}$$

## Техносфера

$$U_T = U_{T1}N_{T1} + U_{T2}N_{T2}$$

$$U_{T1} = K_{CT} C_T (1 - t/t_{TC})$$

$$U_{T2} = K_{V,D}^T U_{T1}$$

## Природная среда

$$U_S = U_{S1}N_{S1} + U_{S2}N_{S2}$$

$$U_{S1} = K_{CS} C_S (1 - \bar{t}_{SC})$$

$$U_{S2} = K_{V,D}^S U_{S1}$$

# ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

$$R_{N2i} = P_{ni} \frac{N_{2i}}{N_i} N_{T2i} \quad R_{N1i} = P_{ni} \frac{N_{1i}}{N_i} N_{T1i}$$

$$R_{N1} = \sum_{i=1}^n R_{N1i} \quad R_{N2} = \sum_{i=1}^n R_{N2i}$$

$$R_{N1i} = P_{ni} \frac{N_{1i}}{N_i} U_{N1i} \cdot N_{1i} \quad R_{N2i} = P_{ni} \frac{N_{2i}}{N_i} U_{N2i} \cdot N_{2i}$$

$$R_N = \sum_{i=1}^n P_{ni} \left( \frac{N_{1i}}{N_i} U_{N1i} \cdot N_{1i} + \frac{N_{2i}}{N_i} U_{N2i} \cdot N_{2i} \right)$$

$$R_N = \sum_{i=1}^n P_{ni} \frac{N_{1i}}{N_i} U_{N1i} (1 + K_{NN}^2 \cdot K_{NU})$$

# ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

$$R_{T1i} = P_{ni} \cdot U_{T1i} \cdot \frac{N_{T1i}}{N_{Ti}} N_{T1i}$$

$$R_{T2i} = P_{ni} \cdot U_{T2i} \cdot \frac{N_{T2i}}{N_{Ti}} N_{T2i}$$

$$R_T = \sum_{i=1}^n P_{ni} \left( U_{T1i} \frac{N_{T1i}}{N_{Ti}} \cdot N_{T1i} + U_{T2i} \frac{N_{T2i}}{N_{Ti}} \cdot N_{T2i} \right)$$

$$R_T = \sum_{i=1}^n P_{ni} N_{T1i} U_{N1i} \left( 1 + K_{TN}^2 \cdot K_{TU} \right)$$

# ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

$$R_{S1i} = P_{ni} \cdot U_{S1i} \cdot \frac{N_{S1i}}{N_{Si}} N_{S1i}$$

$$R_{S2i} = P_{ni} \cdot U_{S2i} \cdot \frac{N_{S2i}}{N_{Si}} N_{S1i}$$

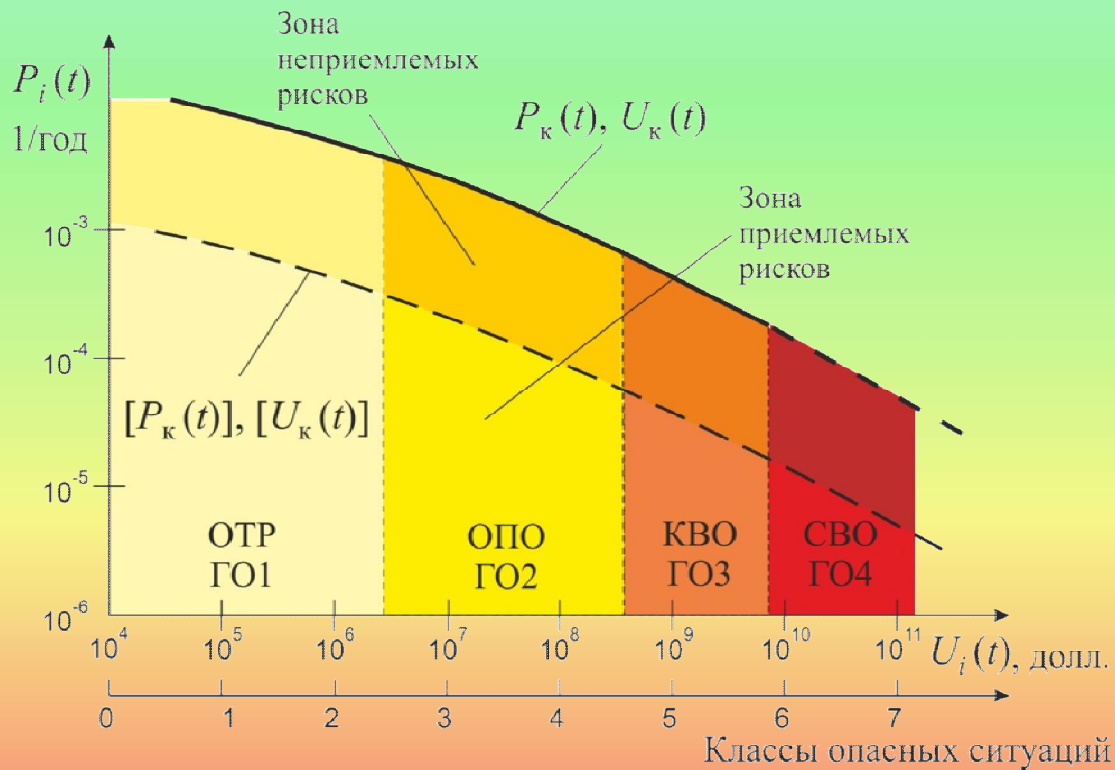
$$R_S = \sum_{i=1}^n P_{ni} \left( U_{S1i} \frac{N_{S1i}}{N_{Si}} \cdot N_{S1i} + U_{S2i} \frac{N_{S2i}}{N_{Si}} \cdot N_{S2i} \right)$$

$$R_S = \sum_{i=1}^n P_{ni} \cdot U_{S1i} \cdot \frac{N_{S1i}}{N_{Si}} \left( 1 + K_{SN}^2 \cdot K_{SU} \right)$$

## АНАЛИЗ ОБЩИХ РИСКОВ

$$R = R_N + R_T + R_S$$

# КАТЕГОРИРОВАНИЕ ОБЪКТОВ, ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ И РИСКОВ



# МНОГОТОМНЫЕ СЕРИИ ИЗДАНИЙ

«БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ» - 37 томов



«ПРИРОДНЫЕ ОПАСНОСТИ РОССИИ» – 5 томов

«ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО СНГ ПО ПРОБЛЕМАМ ЧС» - 3 тома

Федеральные руководящие документы – 4 тома

Научно-технические документы – 28 томов

Видеотека чрезвычайных ситуаций – 4300 сюжетов