

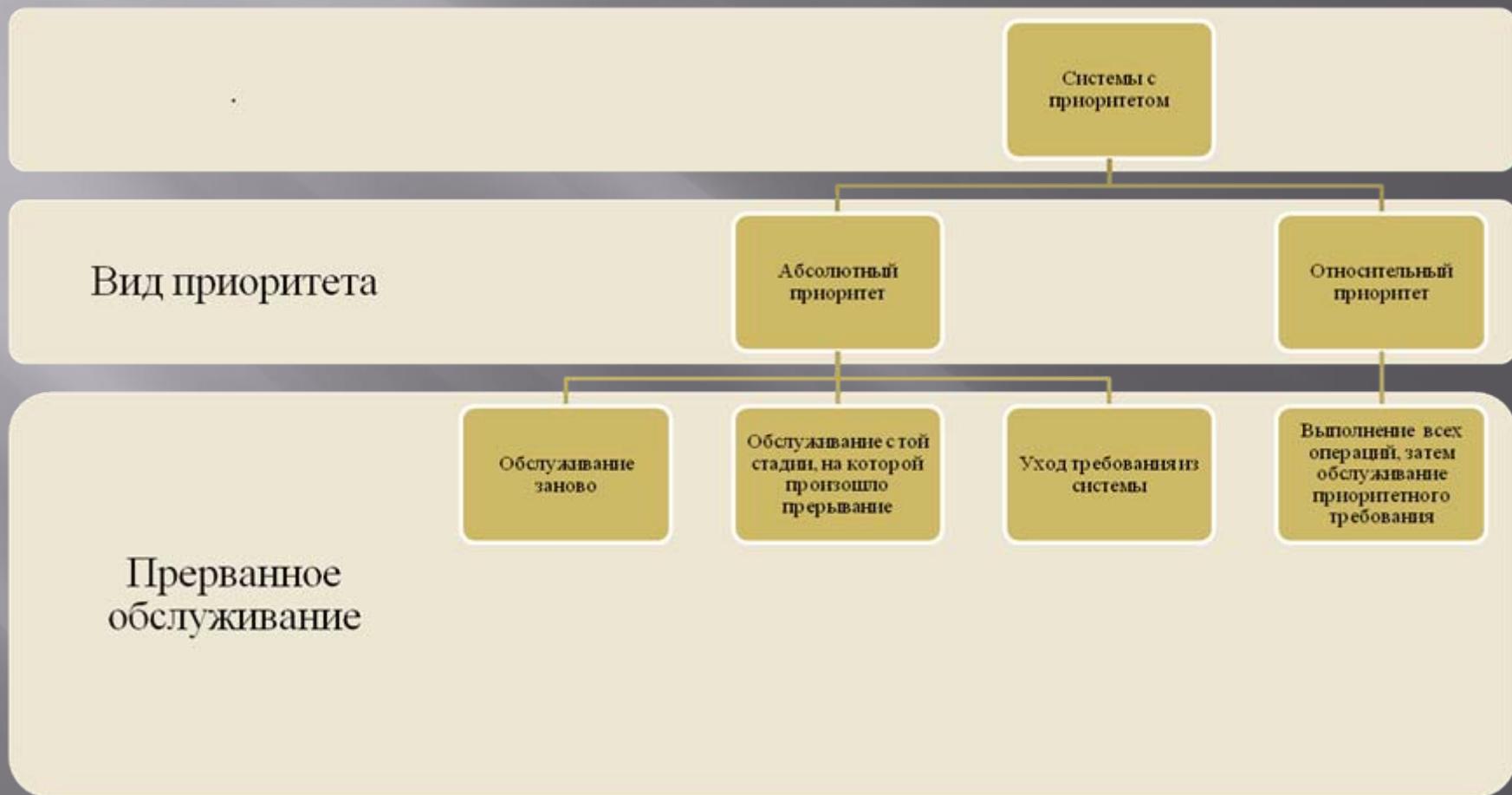
ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Применение систем массового
обслуживания





Системы с приоритетом



Системы с приоритетом

Возможные состояния

$x_{0,0}$ — в системе нет никаких заявок;

$x_{0,j}$ — в системе имеется j заявок, не обладающих приоритетом ($j=1, 2, \dots$), и нет заявок, обладающих приоритетом; из этих j заявок одна обслуживается и $j-1$ заявок ожидают в очереди;

$x_{i,0}$ — в системе имеется i заявок, обладающих приоритетом ($i=1, 2, \dots$), и нет заявок, не обладающих приоритетом; из этих i заявок одна обслуживается и $i-1$ заявок находится в очереди;

$x_{i,j}$ — в системе имеется i заявок, обладающих приоритетом ($i=1, 2, \dots$), и j заявок, не обладающих приоритетом ($j=1, 2, \dots$), из i заявок, обладающих приоритетом, одна заявка обслуживается, а остальные $i-1$ ожидают в очереди; до тех пор, пока все заявки, обладающие приоритетом, не будут обслужены, заявки, не обладающие приоритетом, не обслуживаются.



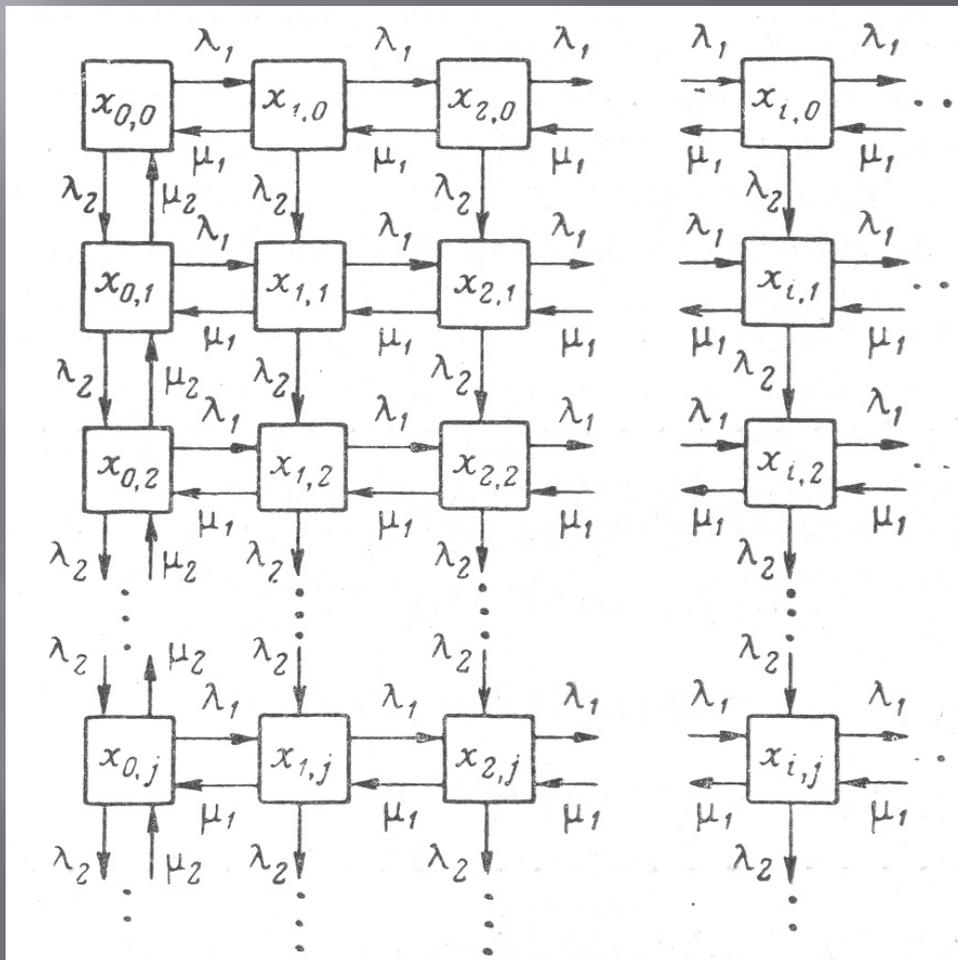


Системы с приоритетом

Размеченный граф состояний

Без приоритета

С приоритетом



Системы с приоритетом

Система уравнений для нахождения вероятностей состояний

$$\frac{dp_{0,0}(t)}{dt} = -(\lambda_1 + \lambda_2) p_{0,0}(t) + \mu_1 p_{1,0}(t) + \mu_2 p_{0,1}(t);$$

$$\frac{dp_{i,0}(t)}{dt} = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) p_{i,0}(t) + \lambda_1 p_{i-1,0}(t) + \mu_1 p_{i+1,0}(t) \quad (i > 0);$$

$$\frac{dp_{0,j}(t)}{dt} = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2) p_{0,j}(t) + \lambda_2 p_{0,j-1}(t) + \mu_2 p_{0,j+1}(t) + \mu_1 p_{1,j}(t) \quad (j > 0);$$

$$\frac{dp_{i,j}(t)}{dt} = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) p_{i,j}(t) + \lambda_2 p_{i,j-1}(t) + \lambda_1 p_{i-1,j}(t) + \mu_1 p_{i+1,j}(t) \quad (i > 0, j > 0).$$

$$\sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} p_{i,j}(t) = 1.$$





Системы с приоритетом

Интенсивности загрузки службы
эксплуатации по видам заявок

$$\alpha_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1}$$

$$\alpha_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_2}$$

Для стационарного
режима

$$\alpha_1 + \alpha_2 < 1$$

Показатели эффективности

$$\bar{r}_1 = \frac{(\alpha_1)^2}{1 - \alpha_1}$$

$$\bar{t}_2 = \left(\frac{\partial \varphi(1, y)}{\partial y} \right)_{y=1} = \left[(1 - \alpha) \frac{\alpha_1 \frac{dx_1}{dy} + \alpha_2}{(1 - \alpha_1 x_1 - \alpha_2 y)^2} \right]_{y=1} =$$

$$= (1 - \alpha) \left[\frac{\alpha_1 \frac{\lambda_2 x_1^2}{\mu_1 - \lambda_1 x_1^2} + \alpha_2}{(1 - \alpha_1 x_1 - \alpha_2 y)^2} \right]_{y=1} = \frac{\alpha_2}{1 - \alpha} \left[1 + \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} \right]$$

$$\bar{t}_{оч_1} = \frac{\bar{r}_1}{\lambda_1} = \frac{1}{\mu_1} \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1}$$

$$\bar{t}_2 = \frac{\bar{t}_2}{\lambda_2} = \bar{t}_{оч_2} + \frac{1}{\mu_2}$$



Системы с приоритетом пример расчета

- В службу эксплуатации поступают заявки на выполнение аварийных работ в количестве 120 в месяц и на устранение незначительных неисправностей в количестве 120 в месяц
- Обслуживание заявок 1 типа в среднем занимает 3 часа, а второго типа – 1,5 часа

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \frac{1}{6} \frac{1}{\text{час}}$$

$$\mu_1 = \frac{1}{3}$$

$$\mu_2 = \frac{2}{3}$$

Интенсивности загрузки

$$\alpha_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1} = \frac{1}{2}$$

$$\alpha_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_2} = \frac{1}{4}$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 < 1$$

Показатели эффективности для
заявок аварийного характера

$$\bar{r}_1 = \frac{(\alpha_1)^2}{1 - \alpha_1} = \frac{(0,5)^2}{1 - 0,5} = 0,5.$$

$$\bar{t}_{оч_1} = \frac{\bar{r}_1}{\lambda_1} = \frac{1}{2} \cdot 6 = 3$$

$$\bar{t}_1 = \bar{t}_{оч_1} + \frac{1}{\mu_1} = 3 + 3 = 6$$



Системы с приоритетом пример расчета

Показатели эффективности для
заявок о незначительных
неисправностях

$$t_{оч_2} = \frac{1}{\mu_2} \frac{\frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{\alpha_1}{1-\alpha_1} + \alpha}{1-\alpha} = \frac{3}{2} \frac{2 \frac{0,5}{0,5} + 0,75}{0,25} = 16,5$$

$$\bar{r}_2 = \lambda_2 \bar{t}_{оч_2} = \frac{1}{6} \cdot 16,5 = 2,75.$$

$$\bar{t}_2 = \bar{t}_{оч_2} + \frac{1}{\mu_2} = 16,5 + 1,5 = 18$$

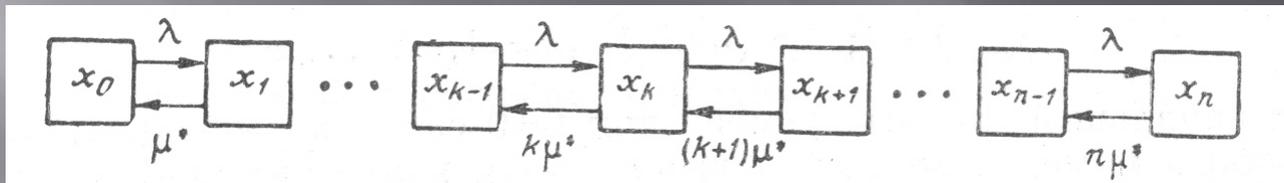
$$\bar{l}_2 = \lambda_2 \bar{t}_2 = \frac{1}{6} \cdot 18 = 3$$

Системы с отказами и ограниченным временем пребывания в системе

Возможные состояния

- x_0 — в системе нет ни одной заявки (свободны все каналы);
- x_1 — одна заявка находится в системе и она обслуживается одним (любым) из n каналов;
- x_k — ровно k заявок ($1 < k < n$) находятся в системе и все они обслуживаются (каждая заявка одним каналом);
- x_n — ровно n заявок обслуживается n каналами.

Размеченный граф состояний



$$\mu^* = \mu + \eta.$$



Системы с отказами и ограниченным временем пребывания в системе

Система уравнений для нахождения вероятностей состояний

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0(t)}{dt} &= -\lambda p_0(t) + \mu^* p_1(t); \\ &\dots \dots \dots \\ \frac{dp_k(t)}{dt} &= -(\lambda + k\mu^*) p_k(t) + \lambda p_{k-1}(t) + (k+1)\mu^* p_{k+1}(t) \\ &\quad (0 < k < n); \\ &\dots \dots \dots \\ \frac{dp_n(t)}{dt} &= -n\mu^* p_n(t) + \lambda p_{n-1}(t). \end{aligned} \right\}$$

$$\sum_{k=0}^n p_k(t) = 1.$$

$$p_k = \frac{P(k, \alpha^*)}{R(n, \alpha^*)} \quad (k=0, 1, 2, \dots, n),$$
$$\alpha^* = \frac{\lambda}{\mu + \eta} = \frac{\lambda}{\mu^*};$$



Системы с отказами и ограниченным временем пребывания в системе

Показатели эффективности

$$P_{\text{обс}} = \frac{\bar{k}}{\lambda}$$

Вероятность обслуживания требования

$$\bar{k} = \alpha^* \frac{R(n-1, \alpha^*)}{R(n, \alpha^*)}$$

Среднее число занятых каналов

$$P_{\text{обс}} = \frac{\mu}{\lambda} \alpha^* \frac{R(n-1, \alpha^*)}{R(n, \alpha^*)} = \frac{\mu}{\mu + \eta} \frac{R(n-1, \alpha^*)}{R(n, \alpha^*)}$$

$$\lambda_0 = P_{\text{обс}} \lambda = \mu \alpha^* \frac{R(n-1, \alpha^*)}{R(n, \alpha^*)}$$

Плотность потока обслуженных требований

$$\pi_{з.к} = \frac{\bar{k}}{n} = \frac{\alpha^*}{n} \frac{R(n-1, \alpha^*)}{R(n, \alpha^*)}$$

Вероятность, что обслуживающий канал занят



Системы с отказами и ограниченным временем пребывания в системе

Показатели эффективности



$$\bar{t}_{з.к} = \frac{1}{\mu^*}$$

Среднее время занятости обслуживающего канала

$$\bar{t}_{п.з} = \frac{1}{n\mu^*}$$

Среднее время занятости всех обслуживающих каналов

$$\bar{t}_{п.к} = \bar{t}_{з.к} \cdot \frac{1 - \pi_{з.к}}{r_{з.к}}$$

Среднее время простоя обслуживающего канала

$$\pi_{п.з} = p_n = \frac{P(n, \alpha^*)}{R(n, \alpha^*)}$$

Вероятность того, что заняты все обслуживающие каналы

$$\bar{t}_{н.з} = \bar{t}_{п.з} \cdot \frac{1 - \pi_{п.з}}{\pi_{п.з}}$$

Среднее время неполной загрузки службы эксплуатации

Системы с отказами и ограниченным временем пример расчета

- Для контроля за параметром объекта установлены две регистрирующие станции, последовательно опрашивающие датчики, каждая из которых измеряет отклонение параметра в течение 1 минуты.
- В среднем за час происходит 30 отклонений.
- Если отклонение параметра происходит в момент, когда обе регистрирующие станции заняты, то оно не фиксируется.
- Скорость отклонения параметра и возвращения его в исходное состояние 1000
- Количество регистрирующих датчиков 50

$$\lambda = 30 \frac{1}{\text{час}} = \frac{1}{2} \frac{1}{\text{мин}}$$

$$\eta = \frac{v}{a} = \frac{1000}{50} = 20 \frac{1}{\text{час}} = \frac{1}{3} \frac{1}{\text{мин}}$$

$$\mu = 1 \frac{1}{\text{мин}}$$

$$\mu^* = \mu + \eta = 1 + \frac{1}{3} = \frac{4}{3} \frac{1}{\text{мин}}$$

$$\alpha^* = \frac{\lambda}{\mu^*} = 0,375$$

Параметр «нетерпения»



Системы с отказами и ограниченным временем пример расчета

Показатели эффективности

$$P_{\text{обс}} = \frac{\mu}{\mu + \eta} \cdot \frac{R(n-1, \alpha^*)}{R(n, \alpha^*)} = 0,715.$$

Вероятность того, что отклонение параметра будет зафиксировано

$$\bar{k} = \frac{P_{\text{обс}} \lambda}{\mu} = 0,358$$

Среднее число занятых регистрирующих станций

$$\pi_{\text{з.к}} = \frac{\bar{k}}{n} = 0,179.$$

Вероятность того, что регистрирующая станция будет занята обработкой сигнала

$$\bar{t}_{\text{з.к}} = \frac{1}{\mu^*} = \frac{3}{4} \text{ мин}$$

Среднее время занятости одной регистрирующей станции

$$\bar{t}_{\text{п.к}} = \bar{t}_{\text{з.к}} \frac{1 - \pi_{\text{з.к}}}{\pi_{\text{з.к}}} = 3,44 \text{ мин}$$

Среднее время простоя одной регистрирующей станции



МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ



«ПРАВИЛА И НОРМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА»

2.1. Система технического осмотра жилых зданий

Целью осмотров является установление возможных причин возникновения дефектов и выработка мер по их устранению. В ходе осмотров осуществляется также контроль за использованием и содержанием помещений.

Один раз в год в ходе весеннего осмотра следует проинструктировать нанимателей, арендаторов и собственников жилых помещений о порядке их содержания и эксплуатации инженерного оборудования и правилах пожарной безопасности.

2.1.1. Плановые осмотры жилых зданий следует проводить:

общие, в ходе которых проводится осмотр здания в целом, включая конструкции, инженерное оборудование и внешнее благоустройство;

частичные - осмотры, которые предусматривают осмотр отдельных элементов здания или помещений.

Общие осмотры должны производиться два раза в год: весной и осенью (до начала отопительного сезона).

Рекомендуемая периодичность плановых и частичных осмотров элементов и помещений зданий приведена в приложении N 1.

После ливней, ураганных ветров, обильных снегопадов, наводнений и других явлений стихийного характера, вызывающих повреждения отдельных элементов зданий, а также в случае аварий на внешних коммуникациях или при выявлении деформации конструкций и неисправности инженерного оборудования, нарушающих условия нормальной эксплуатации, должны проводиться внеочередные (неплановые) осмотры.

«ПРАВИЛА И НОРМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА»

2.1.3. Обнаруженные во время осмотров дефекты, деформации конструкций или оборудования зданий, которые могут привести к снижению несущей способности и устойчивости конструкций или здания, обрушению или нарушению нормальной работы оборудования, должны быть устранены собственником с привлечением организации по содержанию жилищного фонда или с другой привлеченной для выполнения конкретного вида работ организацией в сроки, указанные в приложении N 2.

Организация по обслуживанию жилищного фонда должна принимать срочные меры по обеспечению безопасности людей, **предупреждению дальнейшего развития деформаций**, а также немедленно информировать о случившемся его собственника или уполномоченное им лицо.

«ПРАВИЛА И НОРМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА»

2.1.5. Организация по обслуживанию жилищного фонда на основании актов осмотров и обследования должна в месячный срок:

- а) составить перечень (по результатам весеннего осмотра) мероприятий и установить объемы работ, необходимых для подготовки здания и его инженерного оборудования к эксплуатации в следующий зимний период;
- б) уточнить объемы работ по текущему ремонту (по результатам весеннего осмотра на текущий год и осеннего осмотра - на следующий год), а также определить неисправности и повреждения, устранение которых требует капитального ремонта;
- в) проверить готовность (по результатам осеннего осмотра) каждого здания к эксплуатации в зимних условиях;
- г) выдать рекомендации нанимателям, арендаторам и собственникам приватизированных жилых помещений на выполнение текущего ремонта за свой счет согласно действующим нормативным документам.

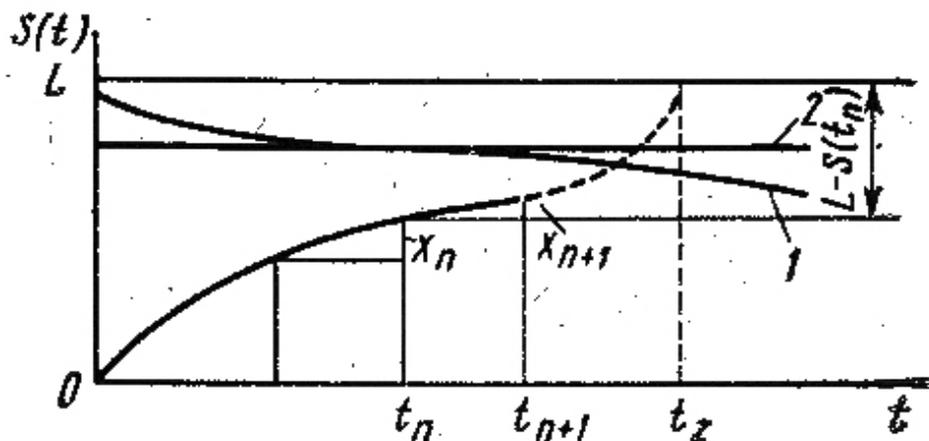
Устранение мелких неисправностей, а также наладка и регулировка санитарно-технических приборов и инженерного оборудования должны, как правило, производиться организацией по содержанию жилищного фонда.

«ПРАВИЛА И НОРМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА»

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПЛАНОВЫХ И ЧАСТИЧНЫХ ОСМОТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ И ПОМЕЩЕНИЙ ЗДАНИЙ

Конструктивные элементы, отделка, домовое оборудование	Профессия осматривающих рабочих	Расчетное количество осмотров в год
Холодное и горячее водоснабжение, канализация	Слесарь-сантехник	по мере необходимости
Поливочные наружные устройства (краны, разводка)	Слесарь-сантехник	1
Система внутреннего водоотвода с крыш зданий	То же	1
Центральное отопление	Слесарь-сантехник	1
Тепловые сети между тепловыми пунктами зданий	То же	в соответствии с договором

Проблема эксплуатации элементов высотного здания по состоянию (по результатам мониторинга)



$S(t)$ – монотонно возрастающий случайный процесс

L – допустимая граница изменения процесса

t_i – моменты проведения мониторинга

X – приращение функции в момент контроля

$f(X)$ – «Правило» проведения проверок

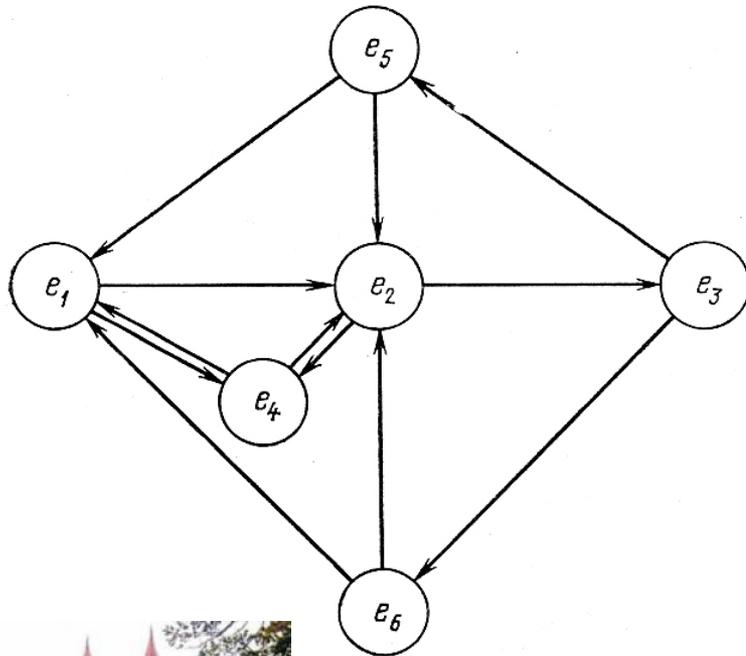
τ_1 – ОПТИМАЛЬНЫЙ УПРЕЖДАЮЩИЙ ДОПУСК

Цель:

1. Минимизировать риск
2. Минимизировать удельные материальные потери



Подходы к обоснованию системы мониторинга



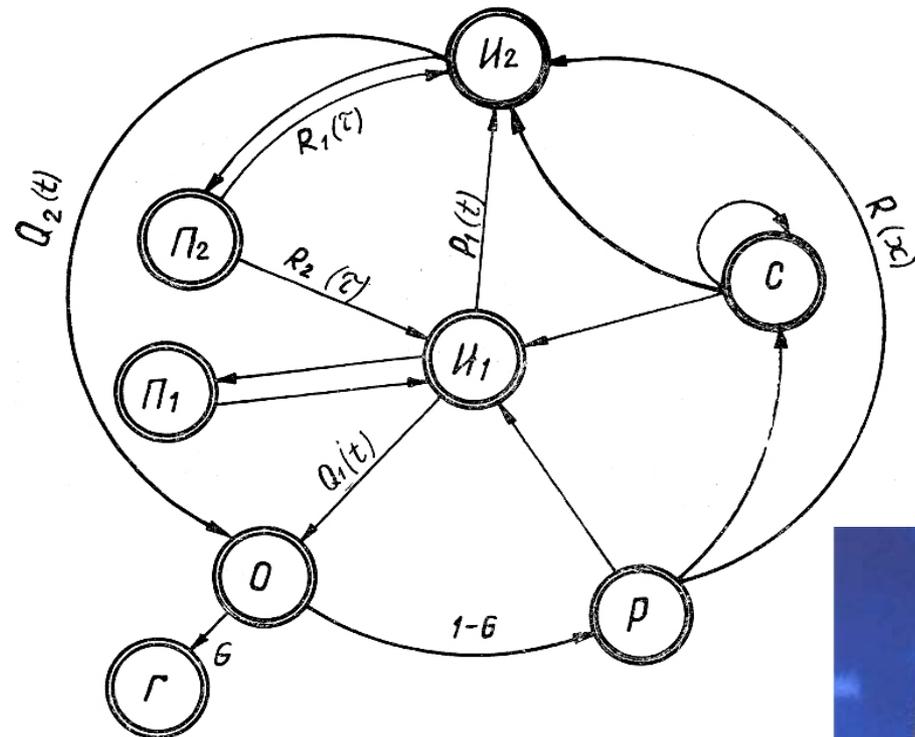
- 1- в момент t объект работоспособен и проработает время, большее z
- 2- в момент t объект работоспособен и проработает время, меньшее z
- 3- объект простаивает в состоянии скрытого отказа
- 4- в момент t производится планово-предупредительный ремонт
- 5- в момент t производится аварийный ремонт по результатам мониторинга
- 6- в момент t производится внеплановый аварийный ремонт

Цель – подобрать стратегию мониторинга, максимизирующую 1 и 2 состояния

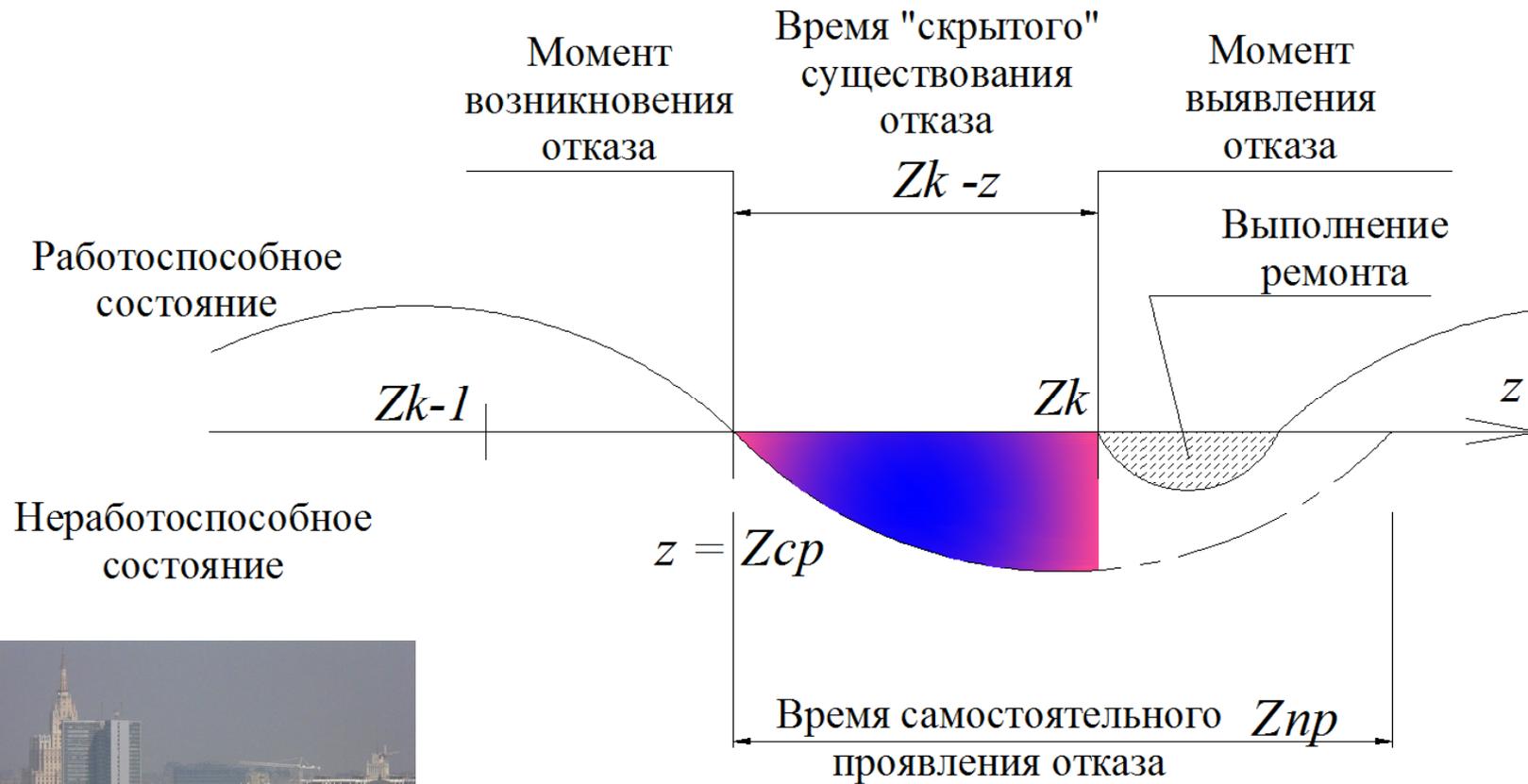


Подходы к обоснованию системы мониторинга

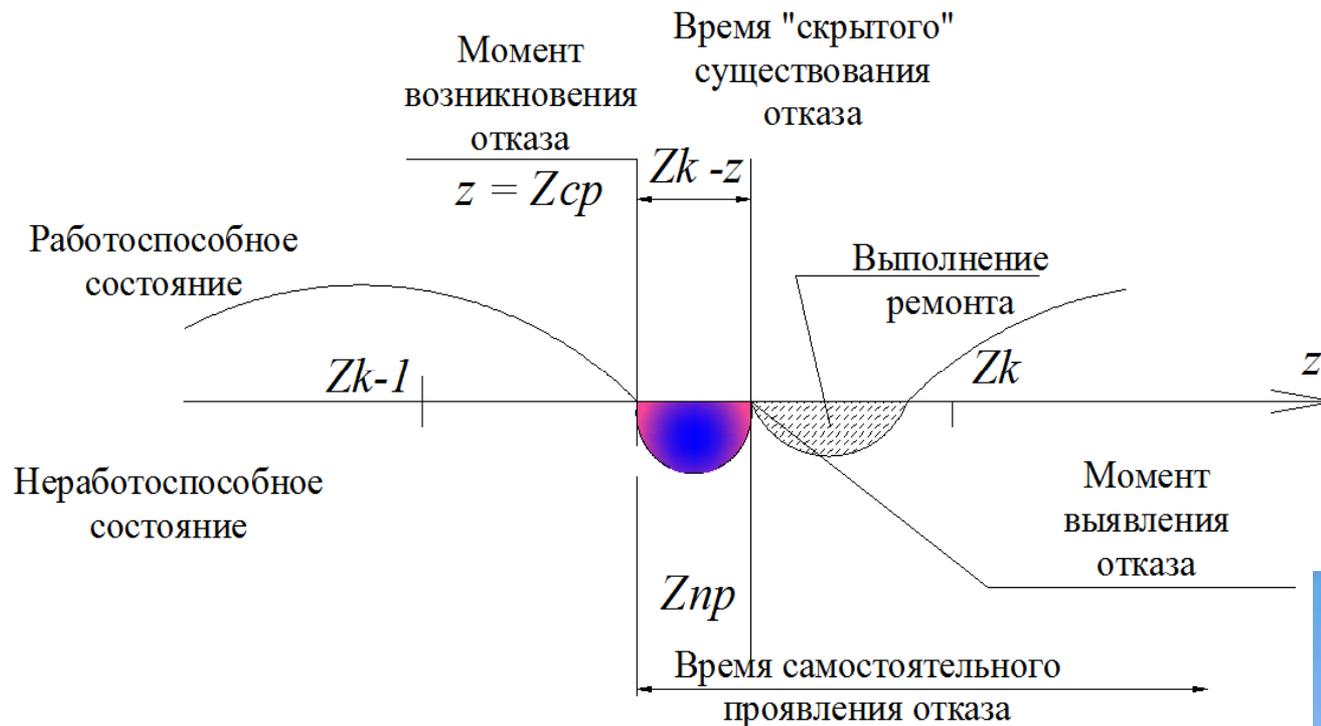
- И1 – Полностью исправное состояние
- И2 – Исправное состояние с наличием нарушений
- П1, П2 – планово-предупредительный ремонт
- О – отказ в работе объекта
- Р – состояние ремонта
- С – включение резервного объекта
- Г – Состояние, соответствующее гибели объекта



Формализованное представление мониторинга



Формализованное представление мониторинга



Формализованное представление мониторинга

$$L(S, F) = \mu + \sum_{k=0}^{\infty} \int_{t_k}^{t_{k+1}} (t_{k+1} - t) dF(t) + d$$

$$E[S] = \sum_{k=0}^{\infty} \int_{x_k}^{x_{k+1}} \left\{ \int_0^{x_{k+1}-t} (c_1 k + c_2 y) dG(y) + [c_1 (k+1) + c_2 (x_{k+1} - t)] \bar{G}(x_{k+1} - t) \right\} dF(t),$$



Задачи:

- Определить $G(y)$

- c_2, c_1

- Условия эксплуатации, определяющие $F(t)$