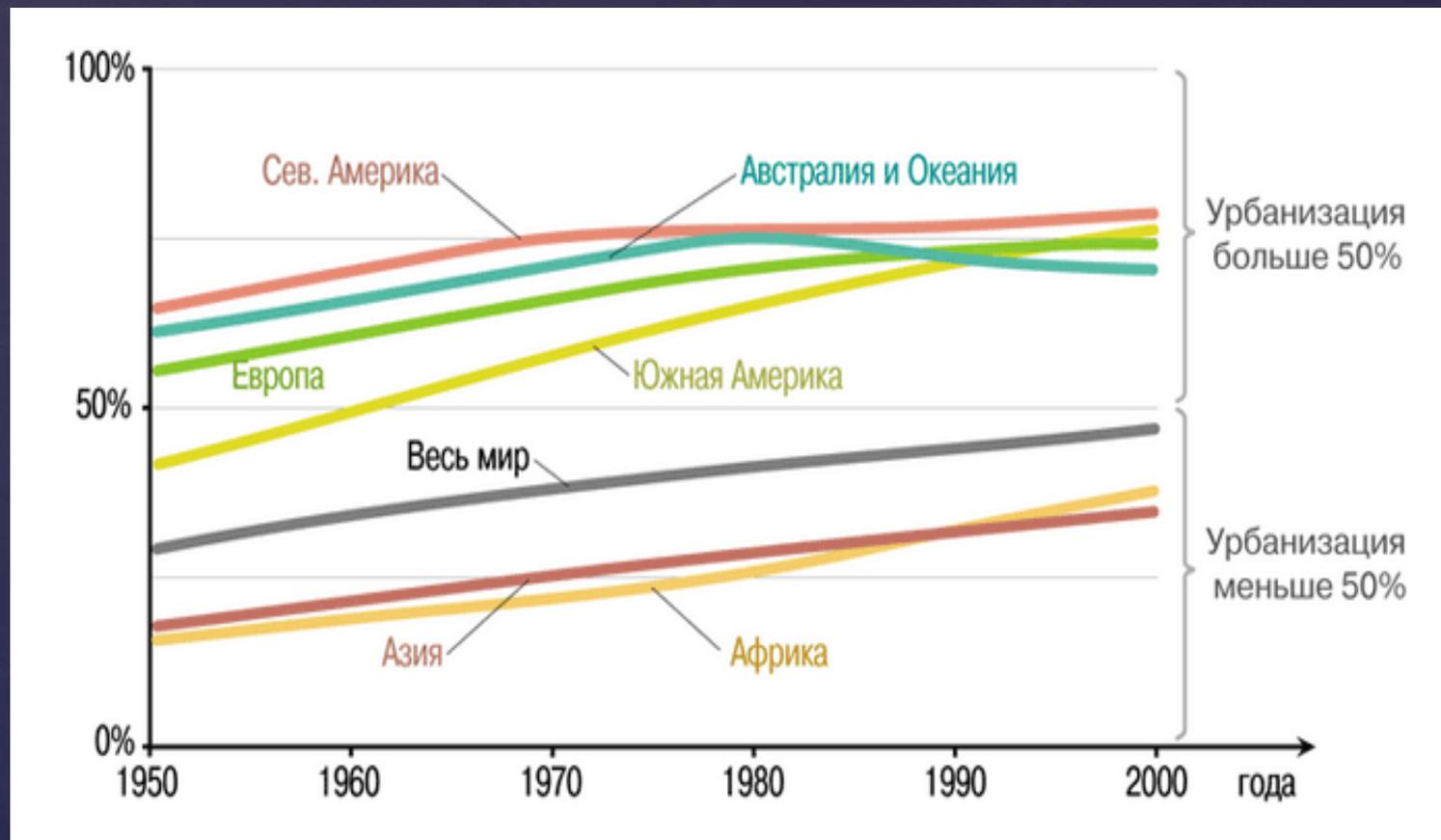


МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ АДАПТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ИНФРАСТРУКТУРНО-СЛОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Лесных В.В.
Директор Центра анализа рисков
ООО «НИИгазэкономика»

Урбанизация как фактор роста и усложнения систем жизнеобеспечения



Источник: <http://festival.1september.ru/articles/599742>

Понятие инфраструктурно-сложной территории

Инфраструктурно-сложная территория (ИСТ) – территория с высокой концентрацией и высоким уровнем взаимодействия систем жизнеобеспечения (Москва и Московская обл., район Дюссельдорф-Кельн , Шанхай, Сингапур и др.)

Системы жизнеобеспечения

(критически важные инфраструктуры):

- энергоснабжение;
- водоснабжение;
- теплоснабжение;
- транспорт;
- телекоммуникация;
- здравоохранение и пр.

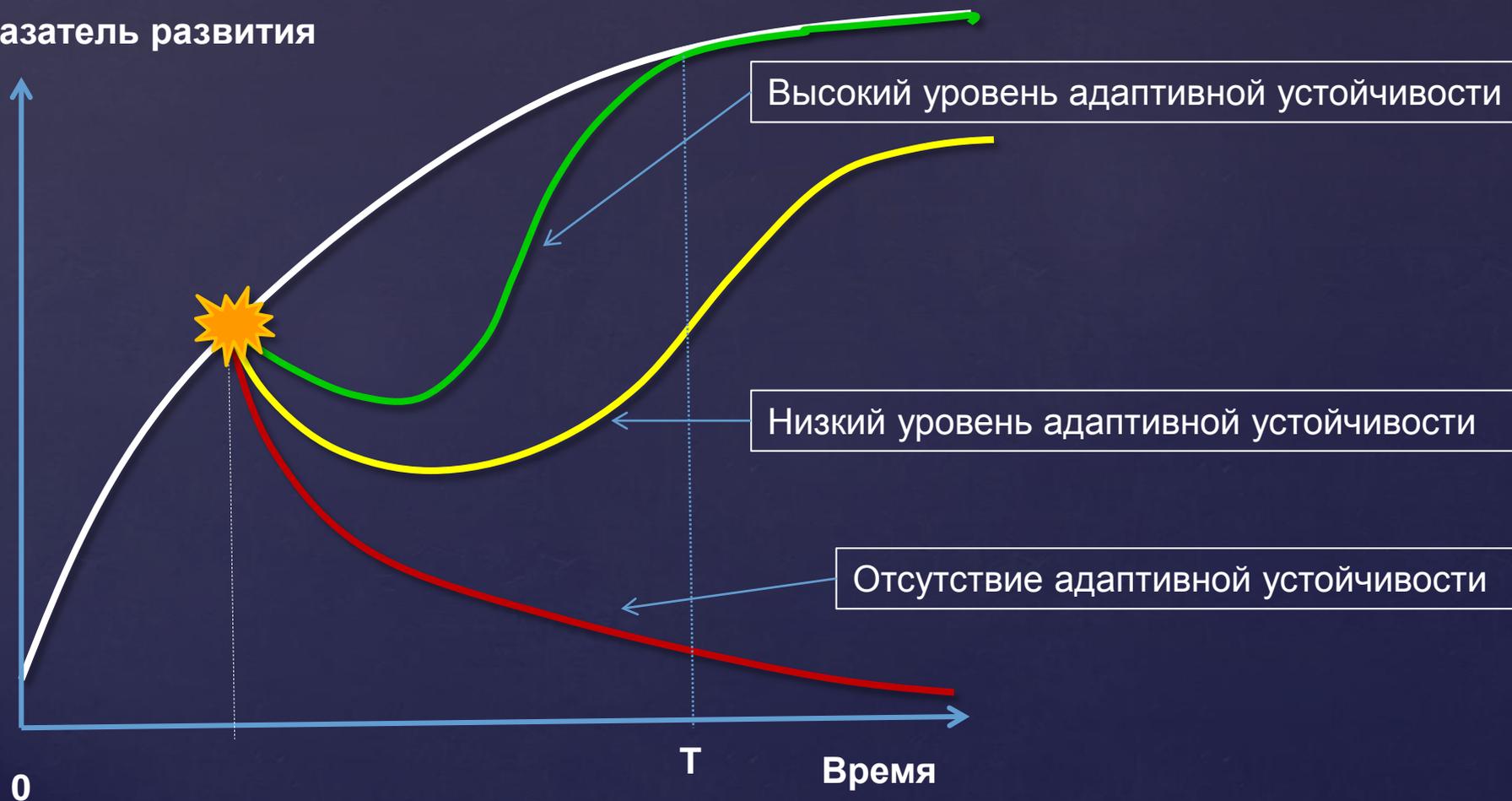


Междисциплинарность адаптивной устойчивости



Методология оценки адаптивной устойчивости ИСТ. Уровни устойчивости

Показатель развития



Методология оценки адаптивной устойчивости ИСТ. Критерий устойчивости

α_i

$$\operatorname{Re} s = \int_0^T [d_0(t) - \sum_i \alpha_i C_i(t)] dt \rightarrow \max$$

α_i

- Вероятность i -го события (МСА)

$C(t)_i$

- Ущерб и затраты на восстановление, связанные с i -ым событием

Понятие межсистемной аварии

Межсистемной аварией (МСА) будем считать аварию в которой затронуто 3 и более систем жизнеобеспечения (электроэнергетика, газоснабжение, теплоснабжение, транспорт, телекоммуникация и др.)



Основные типы межсистемных аварий

По структуре аварии

Аварии с отсутствием
ветвления (Рис. 1)

Аварии с ветвлением в
системах (Рис. 2)

Аварии с ветвлением
между системами (Рис. 3)

Аварии с ветвлением в
системах и между
системами (Рис. 4)

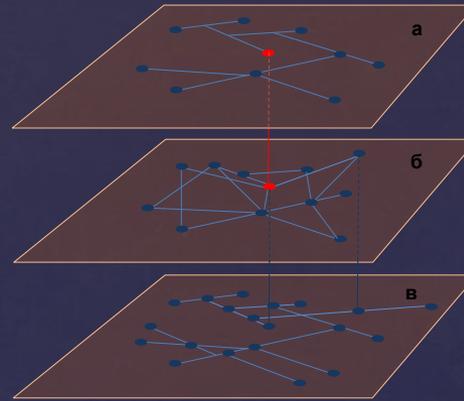


Рис. 1

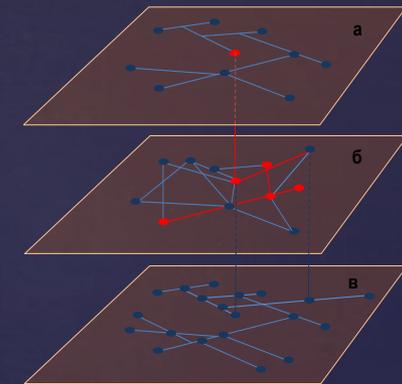


Рис. 2

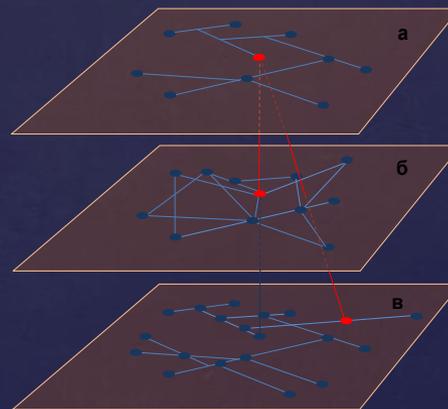


Рис. 3

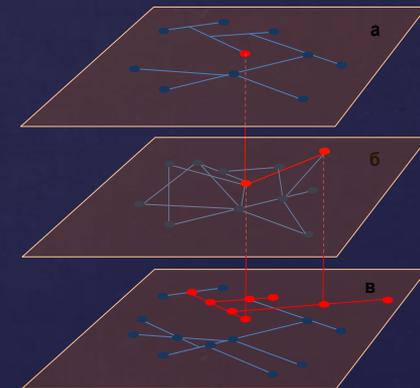


Рис. 4

Взаимозависимость составляющих ИСТ. Тип связей.

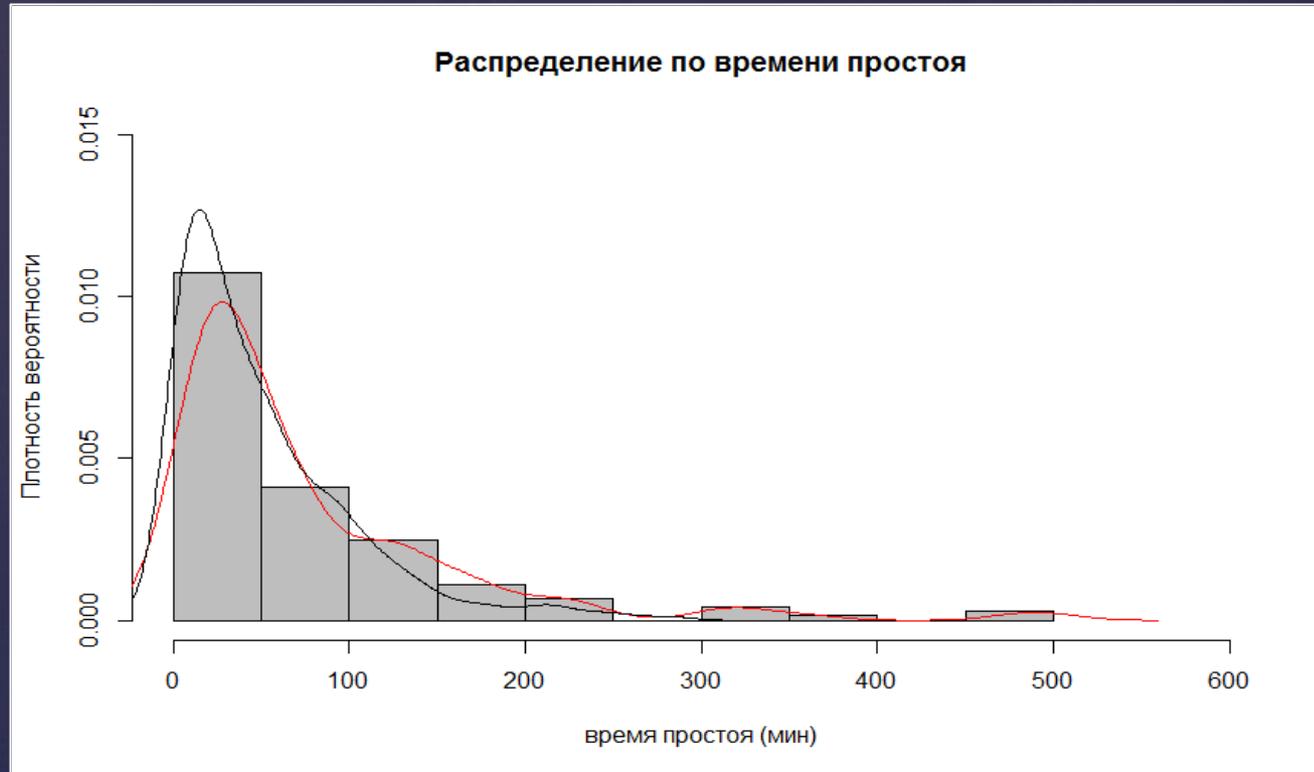
Виды взаимозависимостей:

- физическая;
- информационная;
- географическая;
- логическая.

Тип связей составляющих ИСТ:

- материальная;
- энергетическая;
- информационная;
- финансовая.

Длительность перерывов энергоснабжения



Плотность функции распределения времени простоя. Черная линия – модель экспоненциального распределение с $\lambda=0.02$

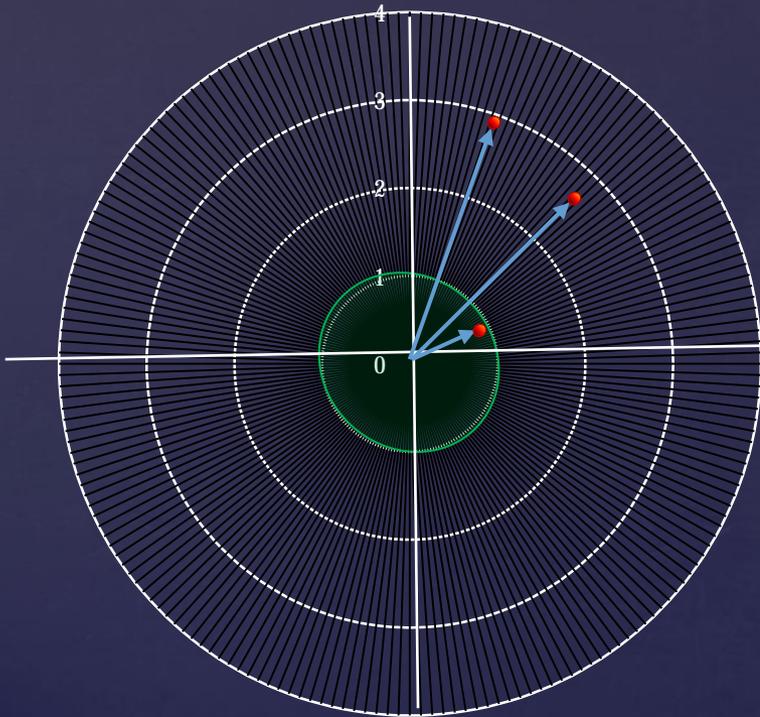
Вектор возмущения в комплексной плоскости

Для каждого взаимодействующего узла можно ввести два пороговых значения.

Первое пороговое значение относится к амплитуде возмущения W_α и соответствует значению амплитуды возмущения, которое может переносить узел без потери функциональности.

Второе пороговое значение t_α соответствует предельной длительности возмущения, которому узел может подвергаться без потери функциональности.

Используя введенные для узла значения W_α и t_α , любое возмущение в узле можно отобразить на комплексной плоскости в долях этих значений



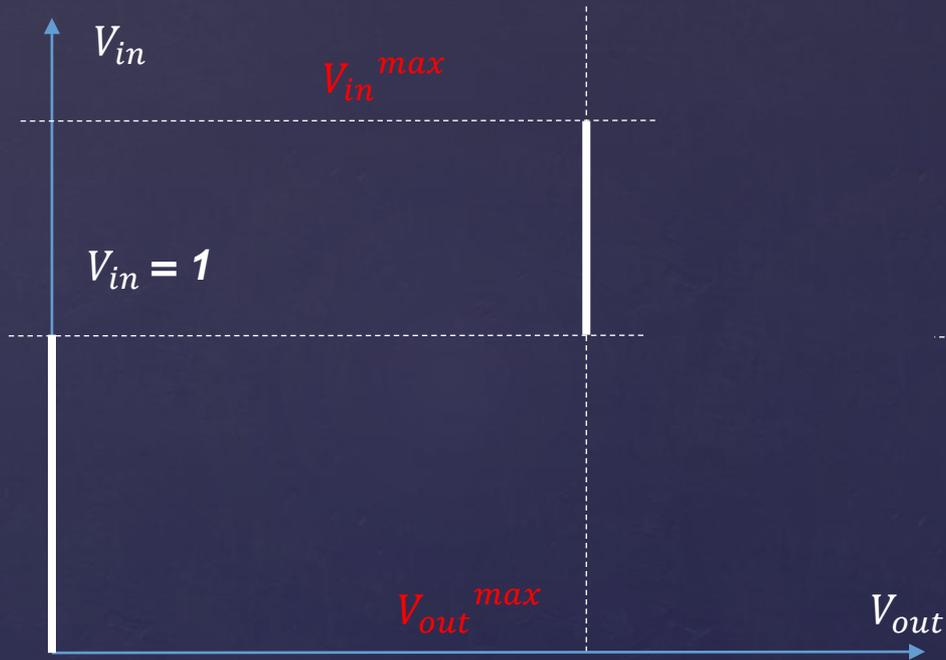
Передаточные функции с учетом длительности возмущения

Передаточную функцию узла перехода следует рассматривать, как функцию величины возмущения, и его длительности, или же, как функцию комплексного аргумента, зависящую от амплитуды и фазы вектора возмущения.

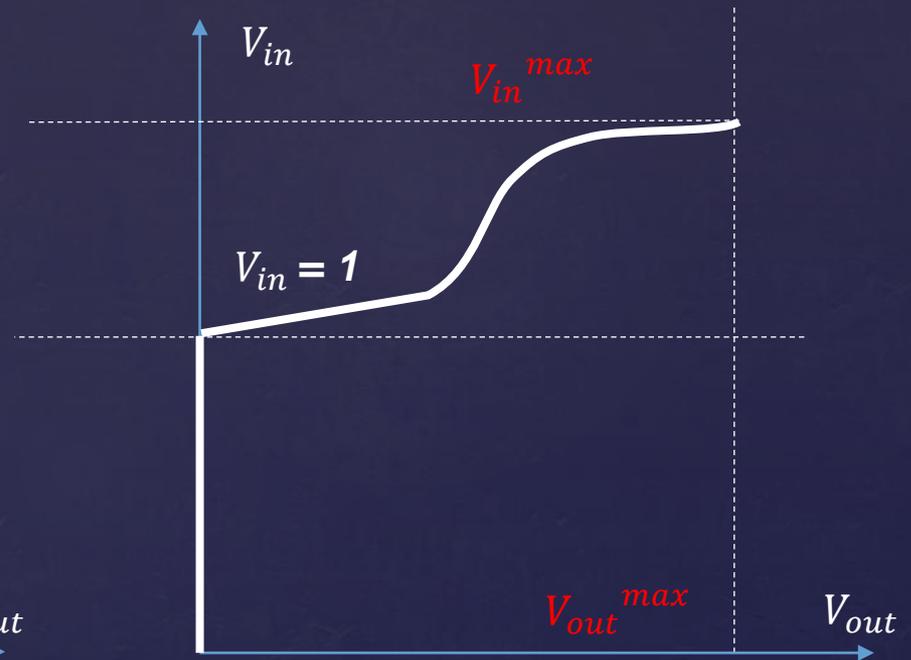
В простом случае передаточная функция будет функцией только амплитуды вектора возмущений:

$$f_{simp} = f \left(\sqrt{\left(\frac{W}{W_\alpha}\right)^2 + \left(\frac{t}{t_\alpha}\right)^2} \right) = f(V)$$

Типы передаточных функций с учетом длительности возмущения



Ступенчатая функция. Характерны для объектов полностью прекращающих свою работу, в случае если возмущение превышает критическое значение

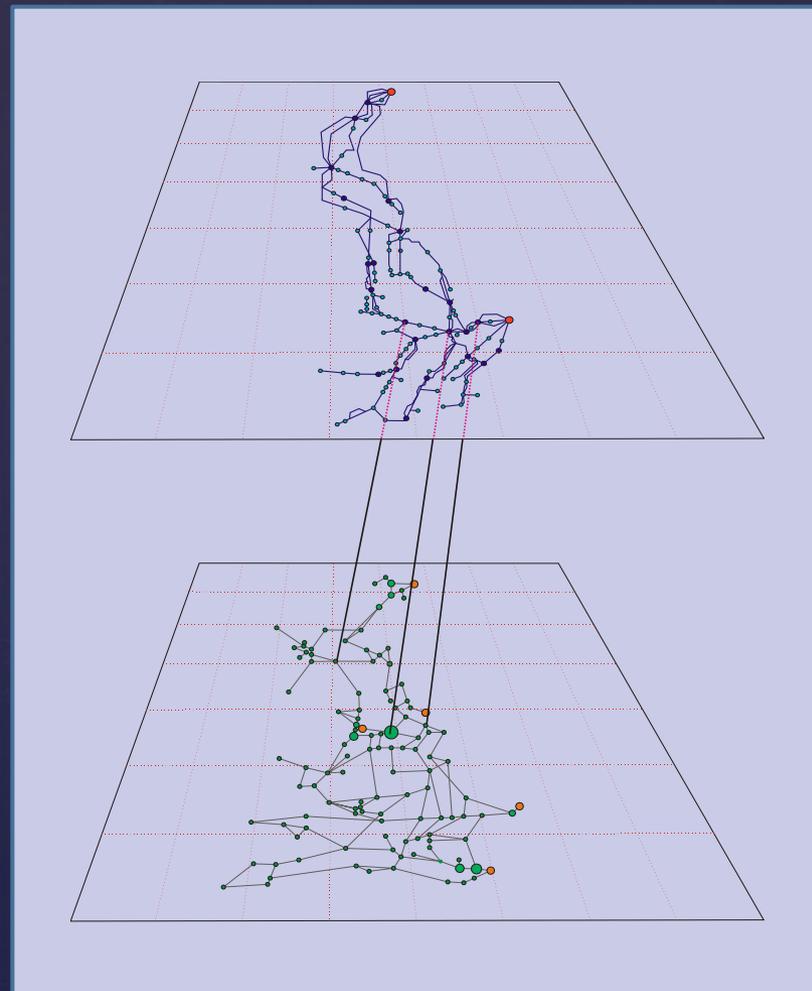


Почти непрерывная функция. Характерны для объектов, позволяющих плавно или ступенчато снижать производительность в зависимости от силы и продолжительности возмущения.

Модель межсистемного взаимодействия

- ✓ Взаимодействие между системой газоснабжения и электроснабжения осуществляется в эквивалентных единицах энергии

Вид энергоносителя	Размерность	Конверсионный фактор
Природный газ	Куб. м	1.154
Электроэнергия	Тыс. кВт/час	0.3445



Результаты моделирования

Динамика перегрузки системы электроснабжения как результат перерыва в системе газоснабжения, что приводит к МСА



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !