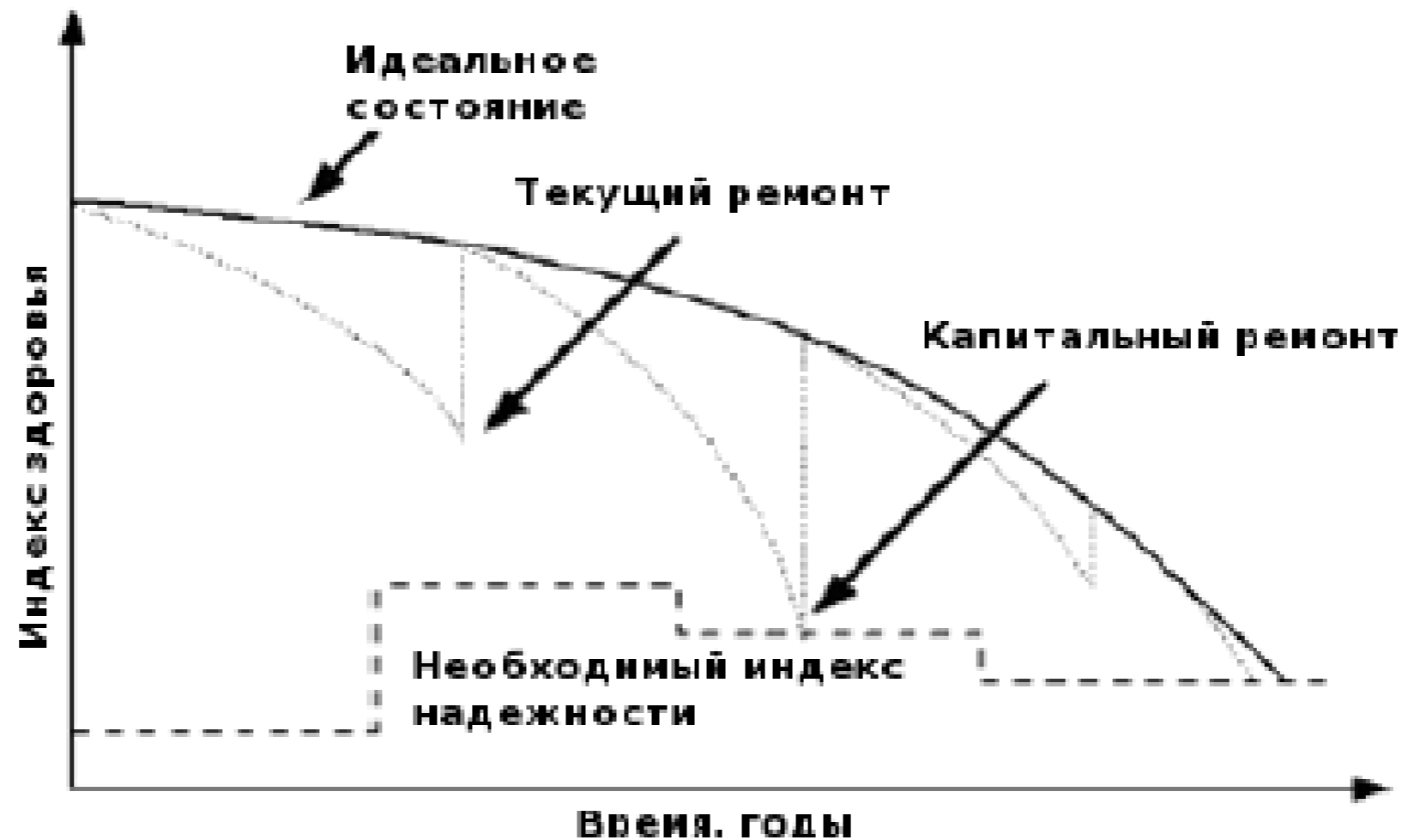


**Статический, динамический и  
сейсмический мониторинг  
состояния строительных  
конструкций зданий и сооружений  
в период строительства и  
эксплуатации для обеспечения  
безопасности ОИАЭ**

**Живаев А.А., Болдырев Г.Г.  
ООО «НПП Геотек»**

[www.npp-geotek.ru](http://www.npp-geotek.ru)  
[www.npp-geotek.com](http://www.npp-geotek.com)

# Стоимость и сроки назначения ремонта

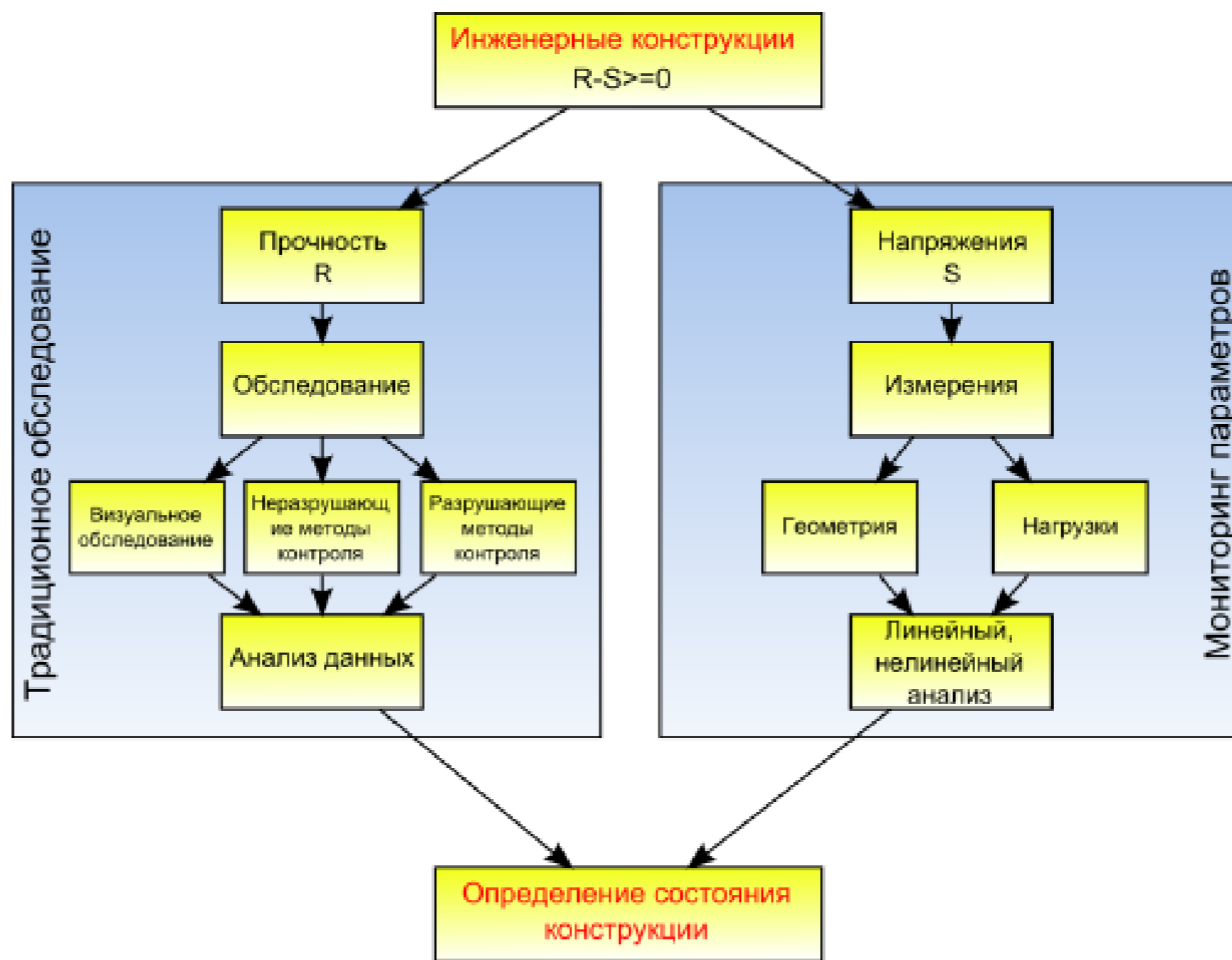


Проблема оптимизации стоимости ремонта для существующих конструкций включает минимизацию полной стоимости затрат в виде следующего выражения:

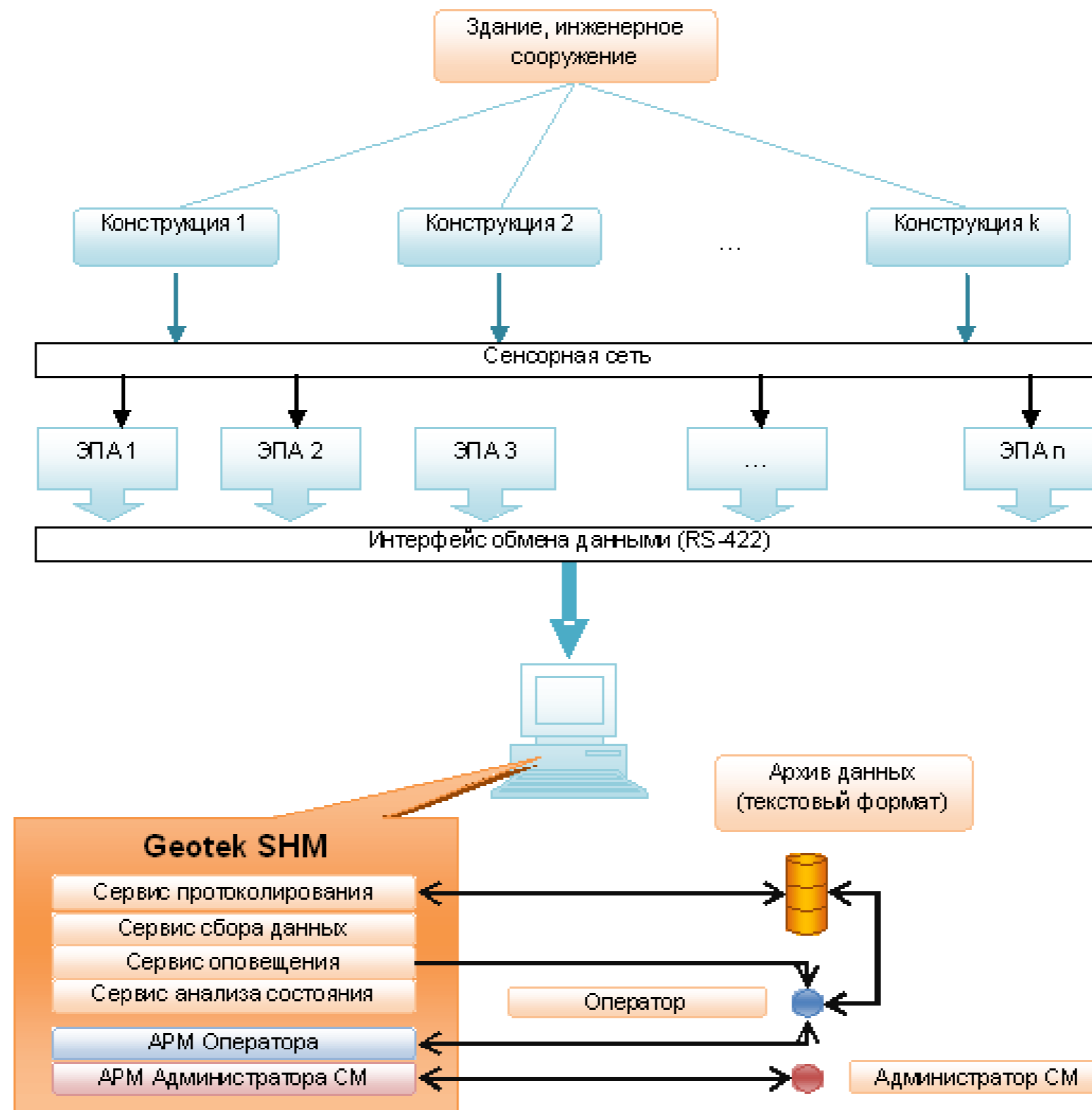
$$C = C_{\text{тек}} + C_{\text{мон}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{раз}},$$

где  $C_{\text{тек}}$  — стоимость текущего ремонта;  $C_{\text{мон}}$  — стоимость обследования и мониторинга;  $C_{\text{рем}}$  — стоимость капитального ремонта;  $C_{\text{раз}}$  — стоимость восстановления после разрушения.

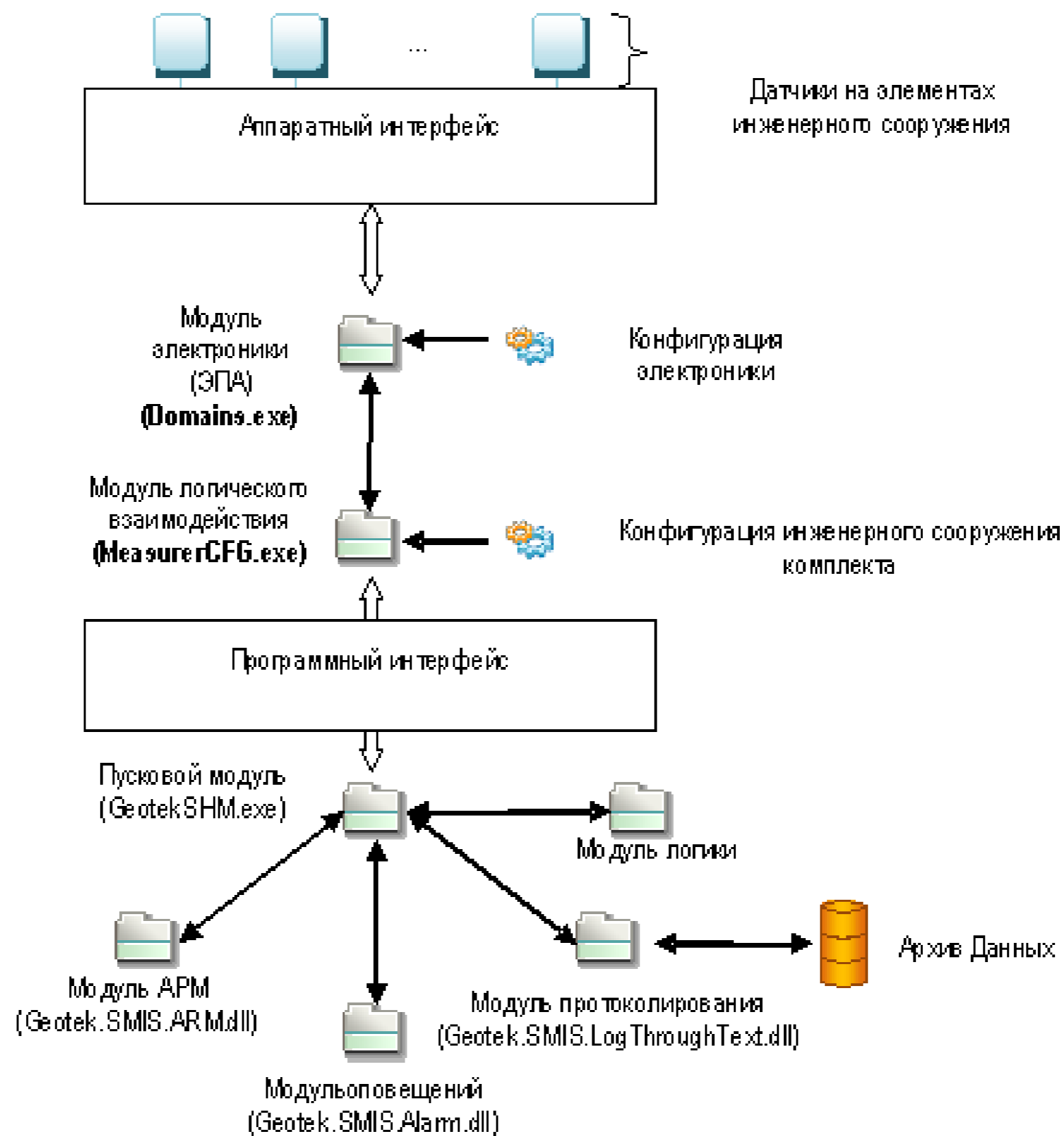
# Оценка текущего состояния



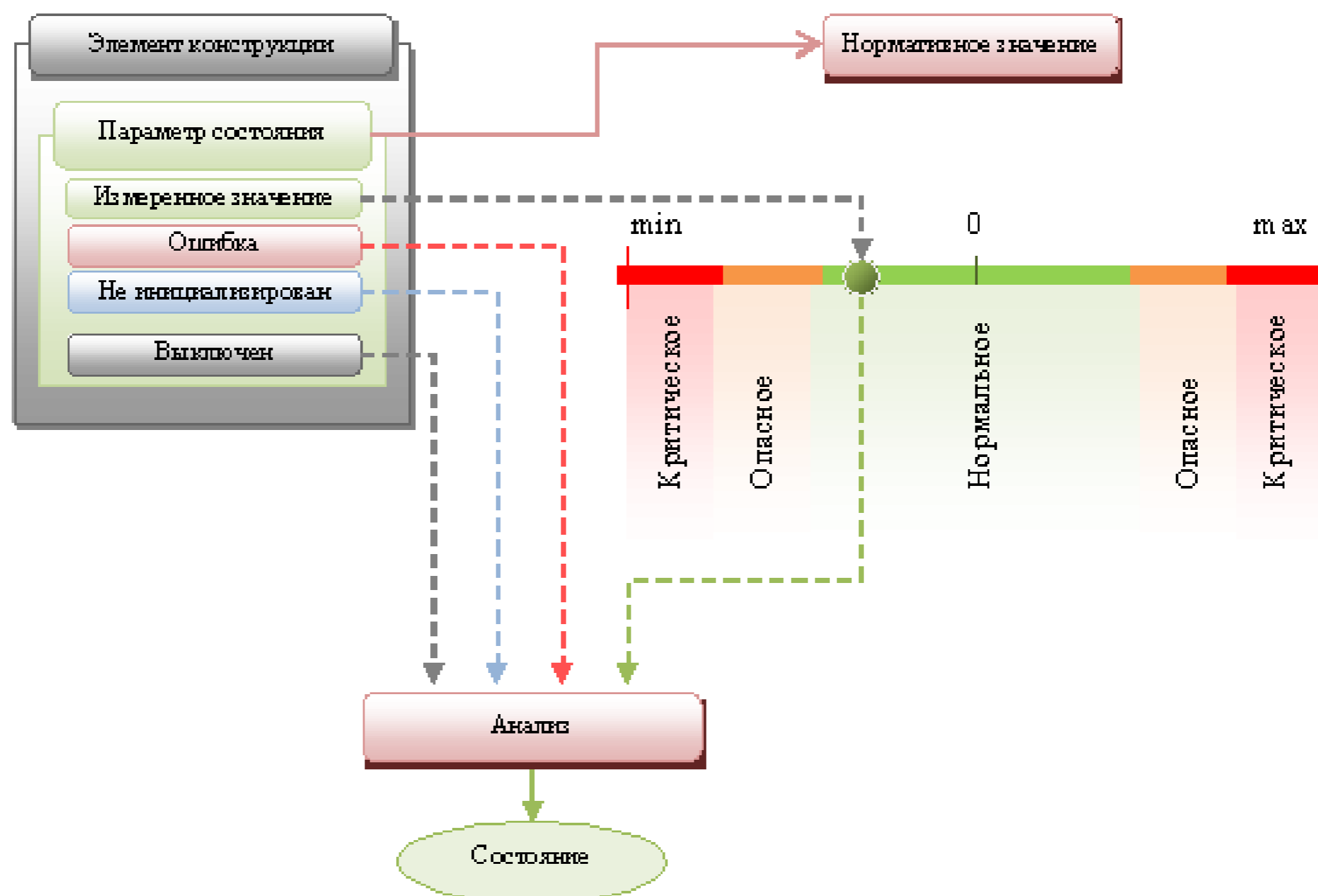
# Структура системы мониторинга строительных конструкций



# Модули системы GEOTEK SHM

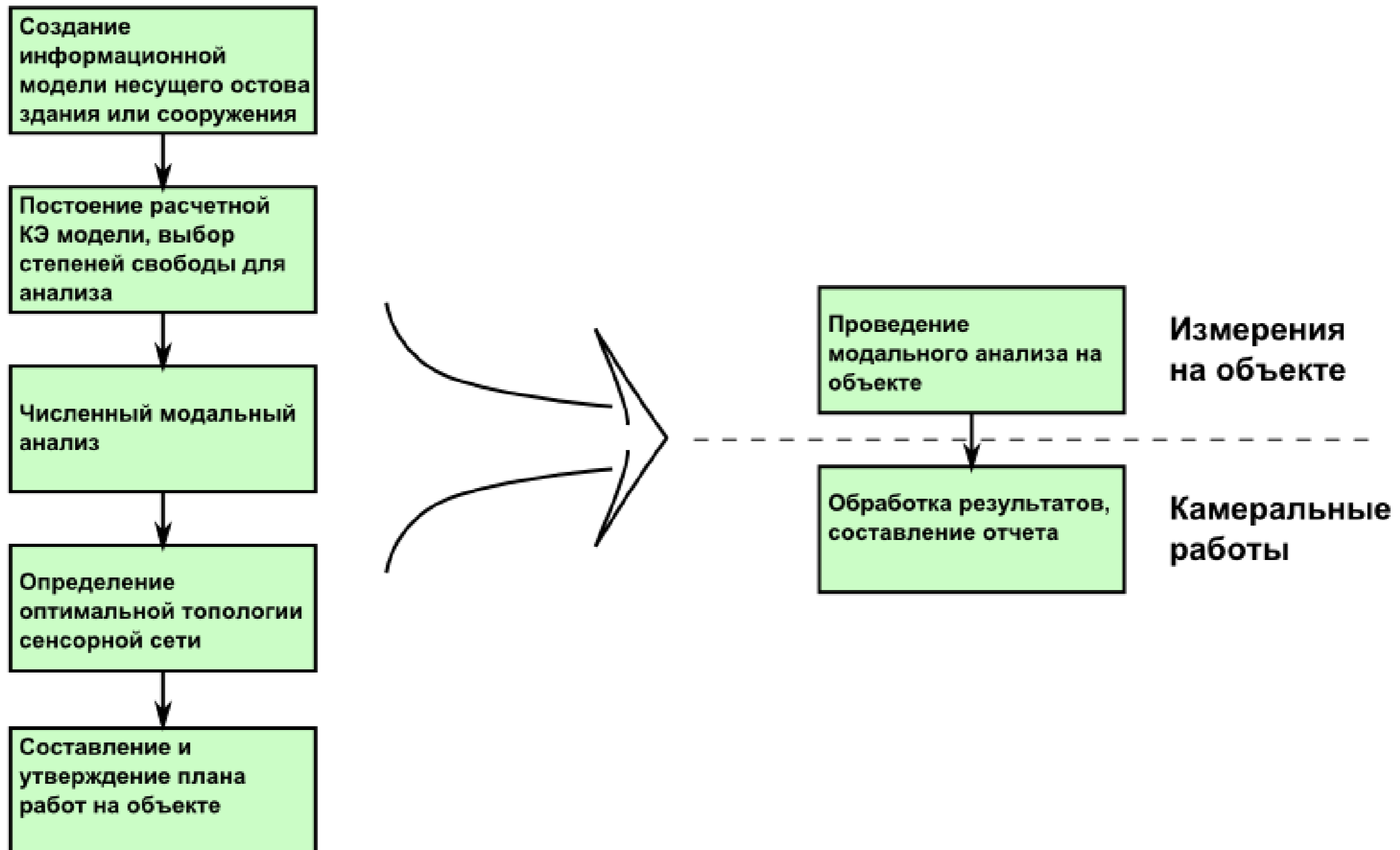


# Порядок определения состояния простого элемента конструкции

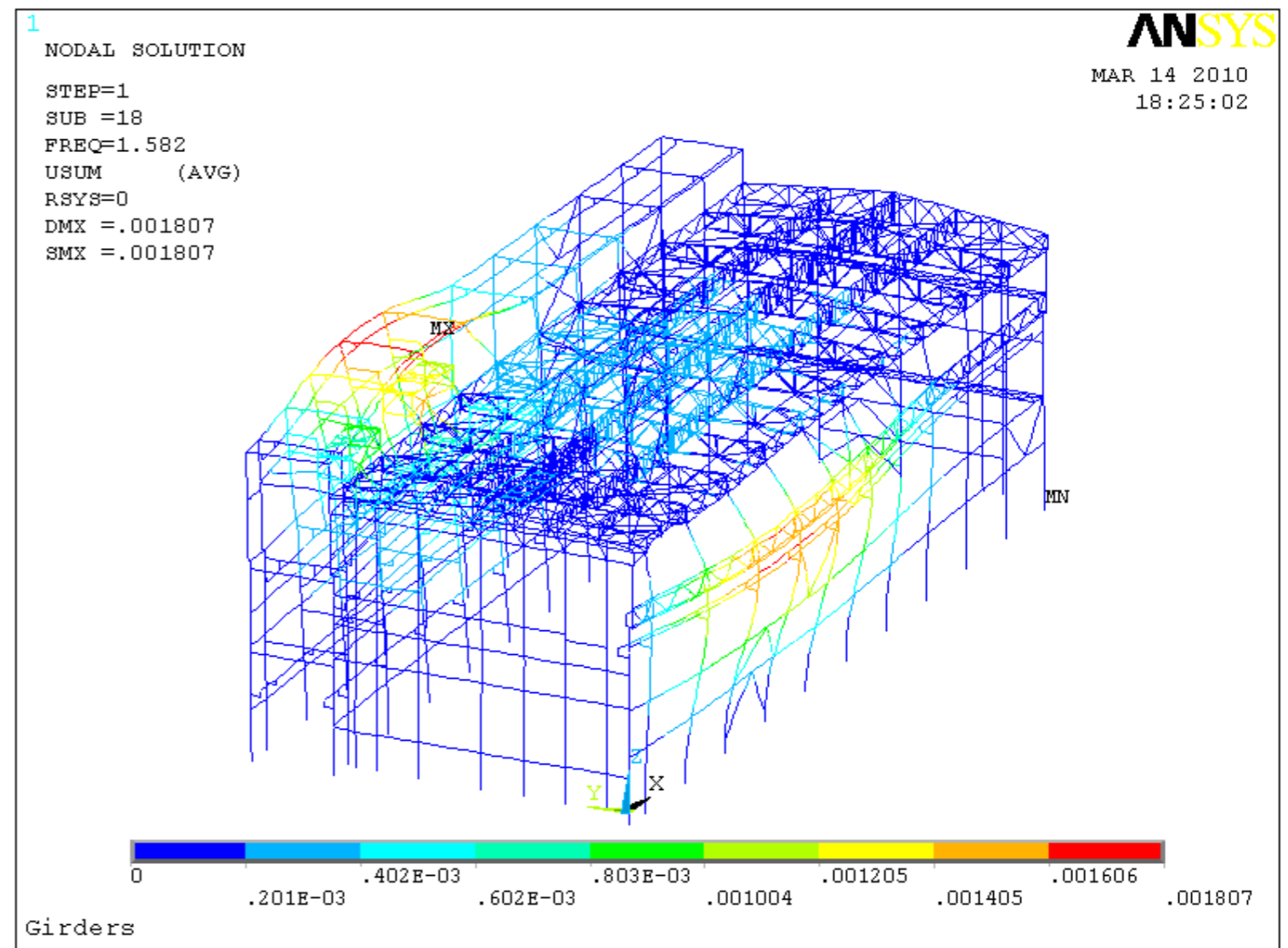
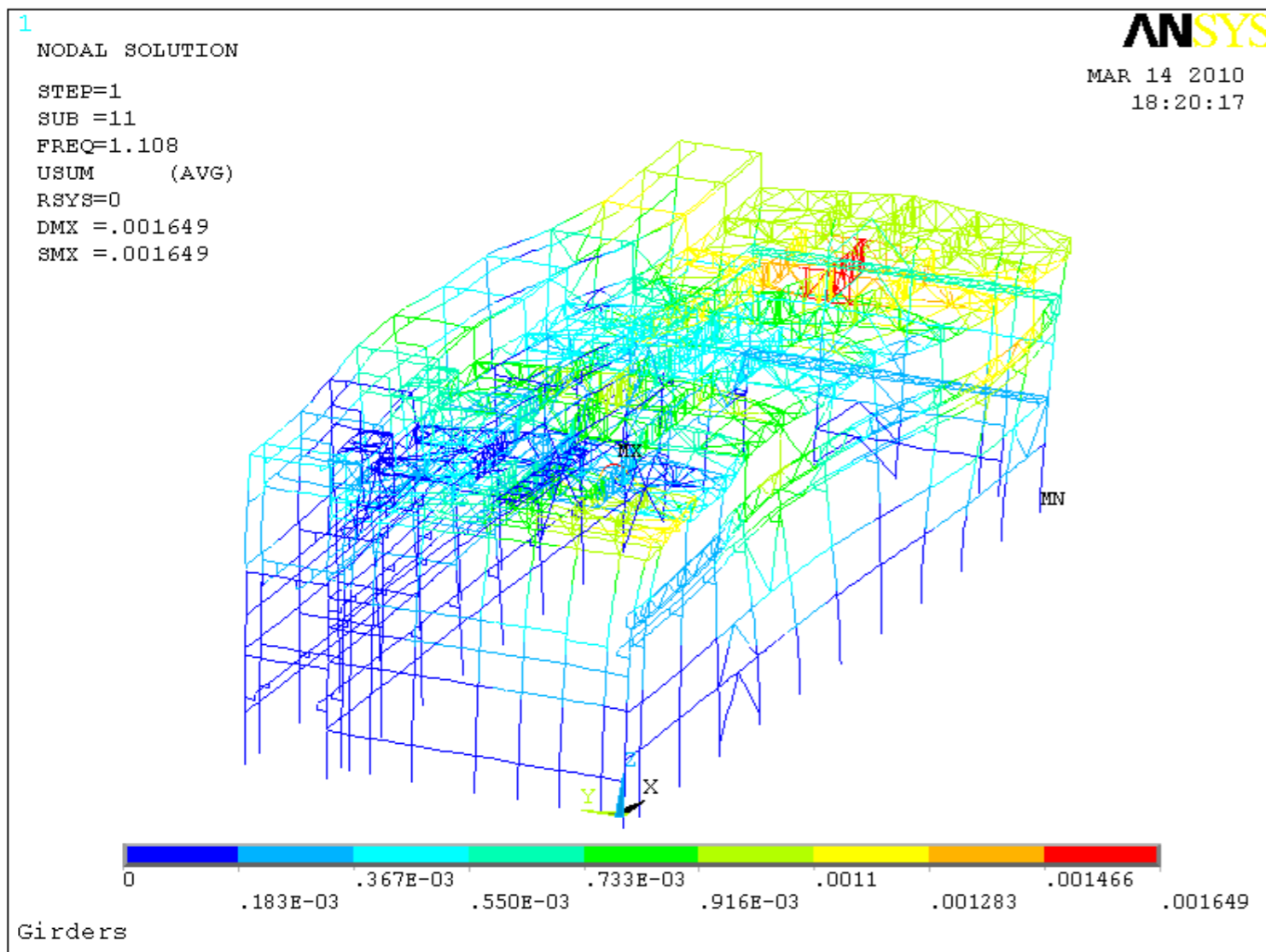


# Методика модального анализа

## Подготовительные работы

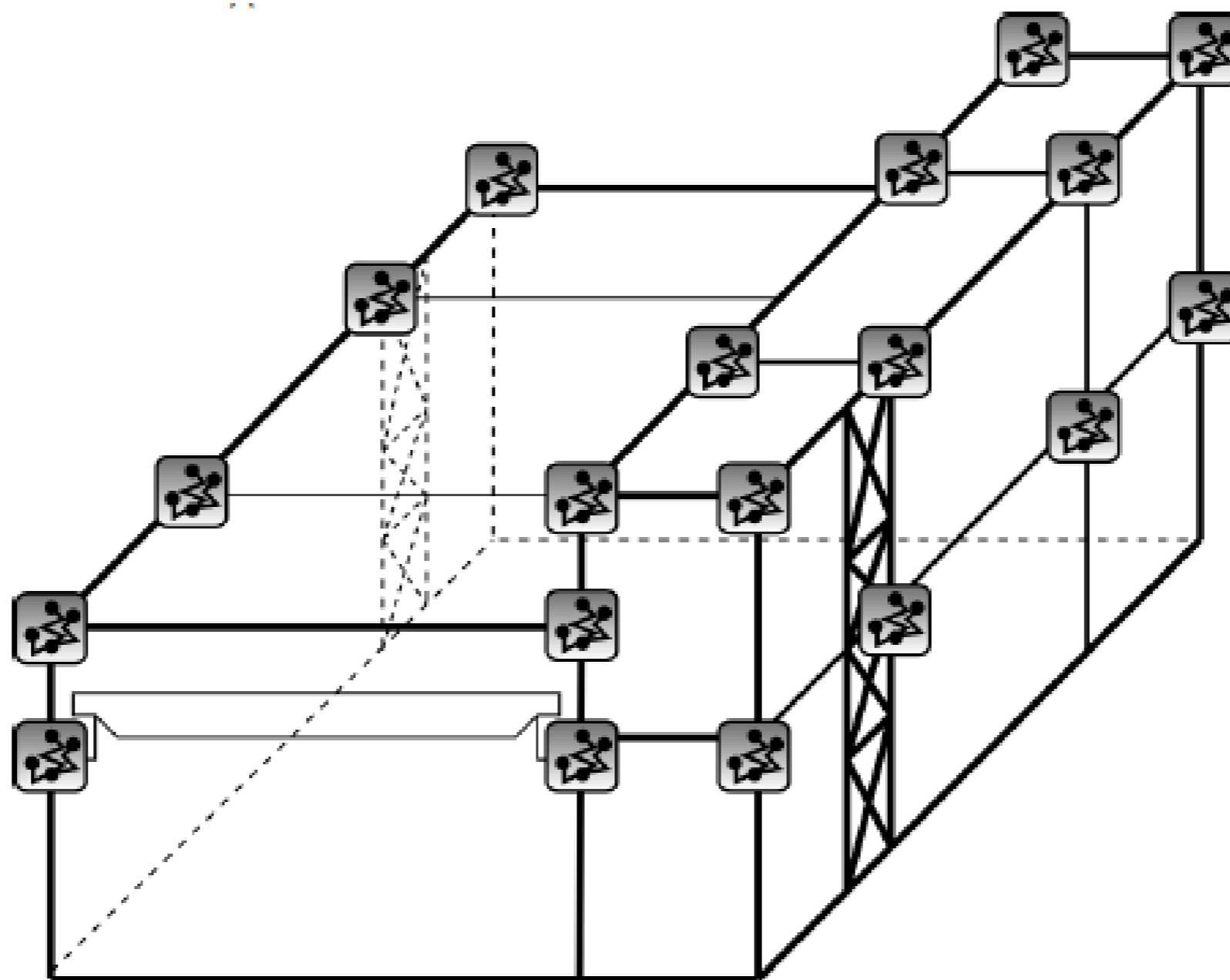



# Расчетный модальный анализ



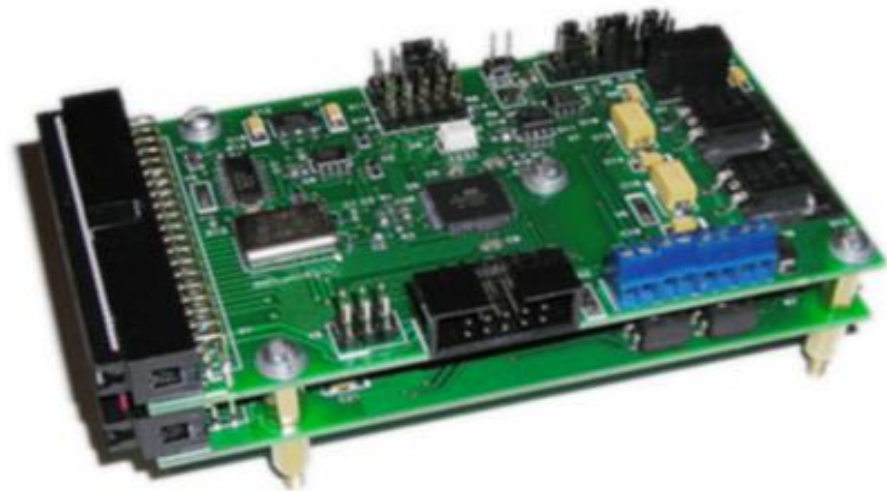


# Схема расположения акселерометров на каркасе машинного зала



 – акселерометр трехкомпонентный

# Разрабатываемое оборудование СИСТЕМ МОНИТОРИНГА



Модуль измерения ускорения

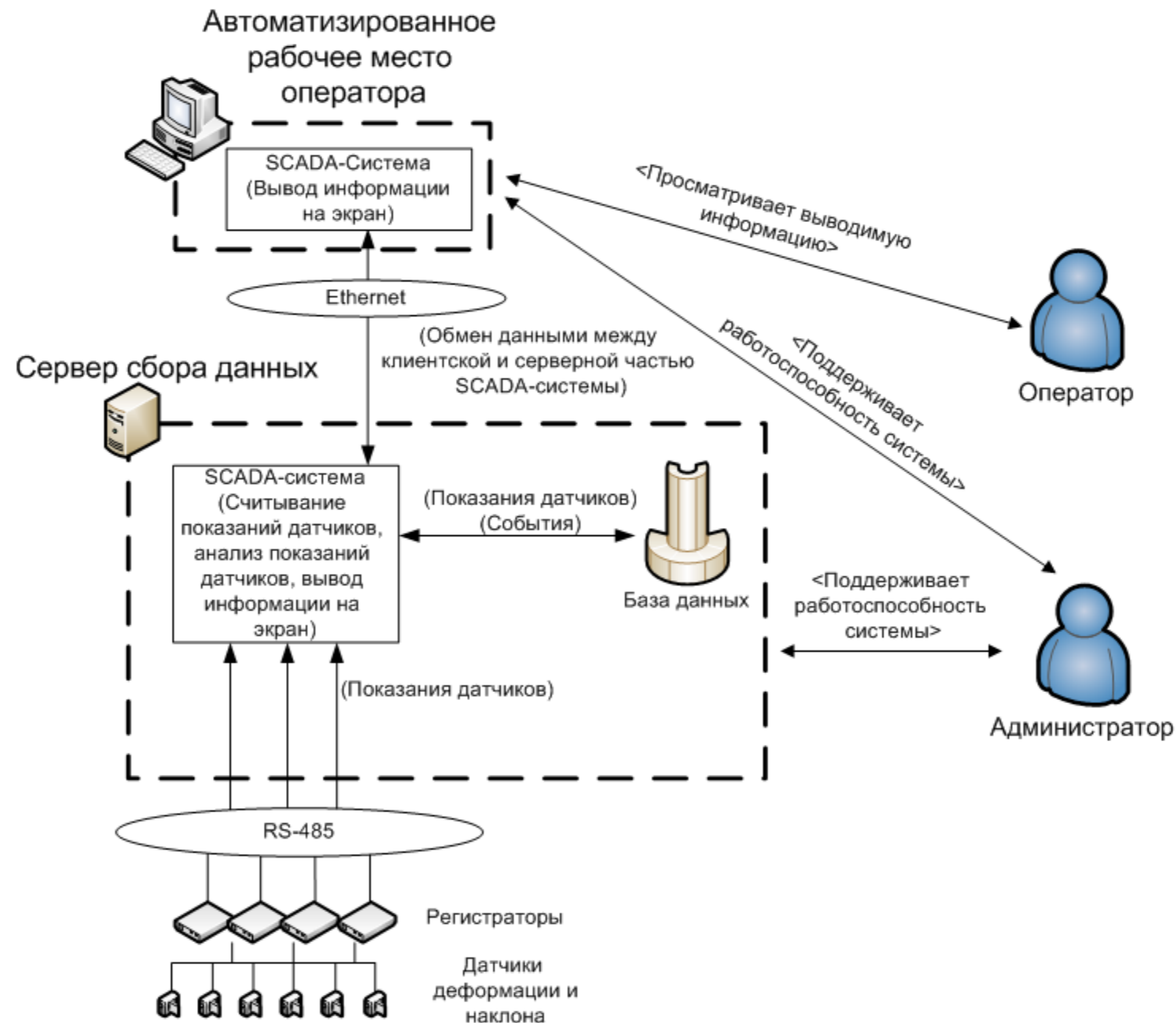


Модуль измерения наклона

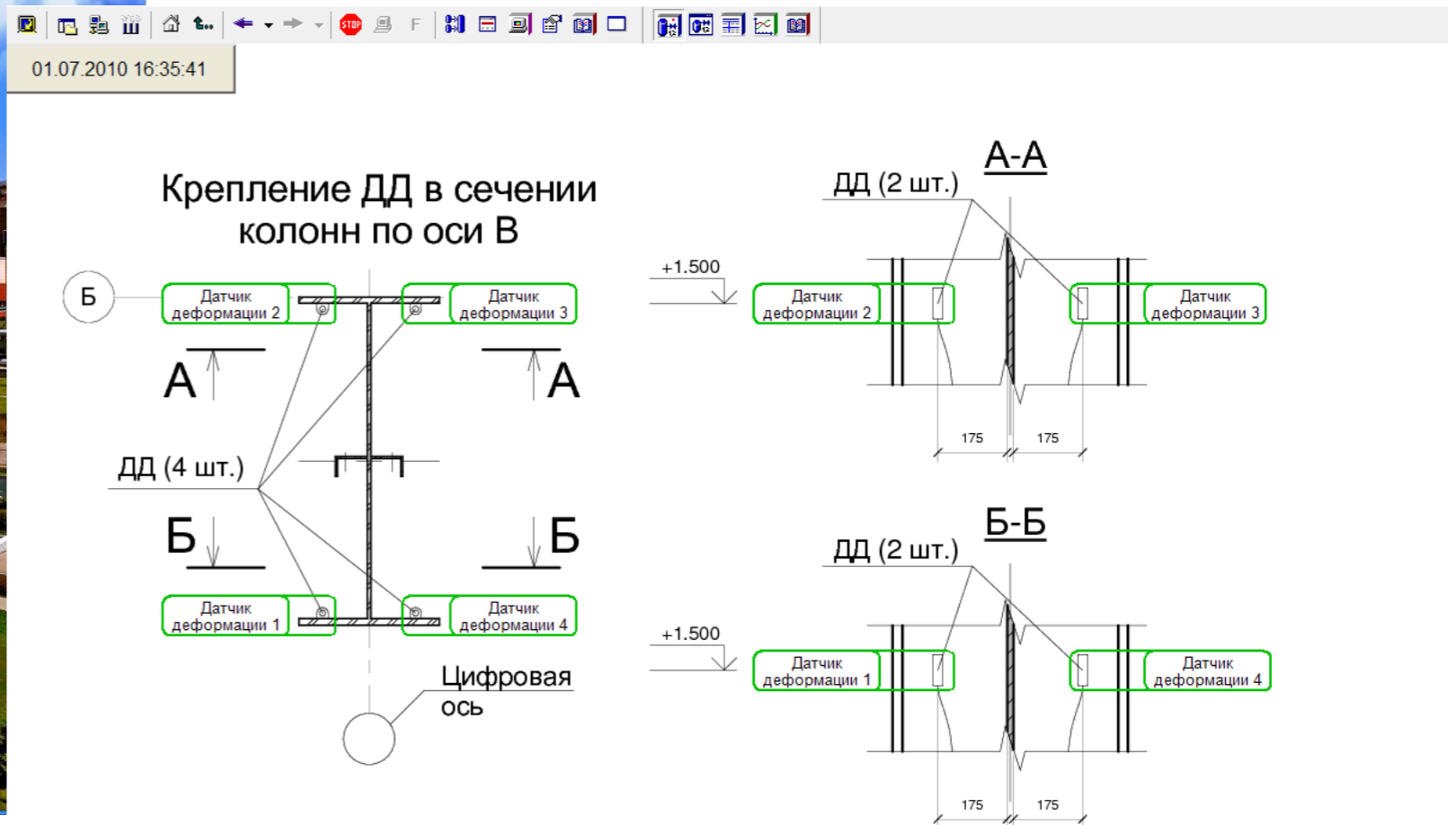
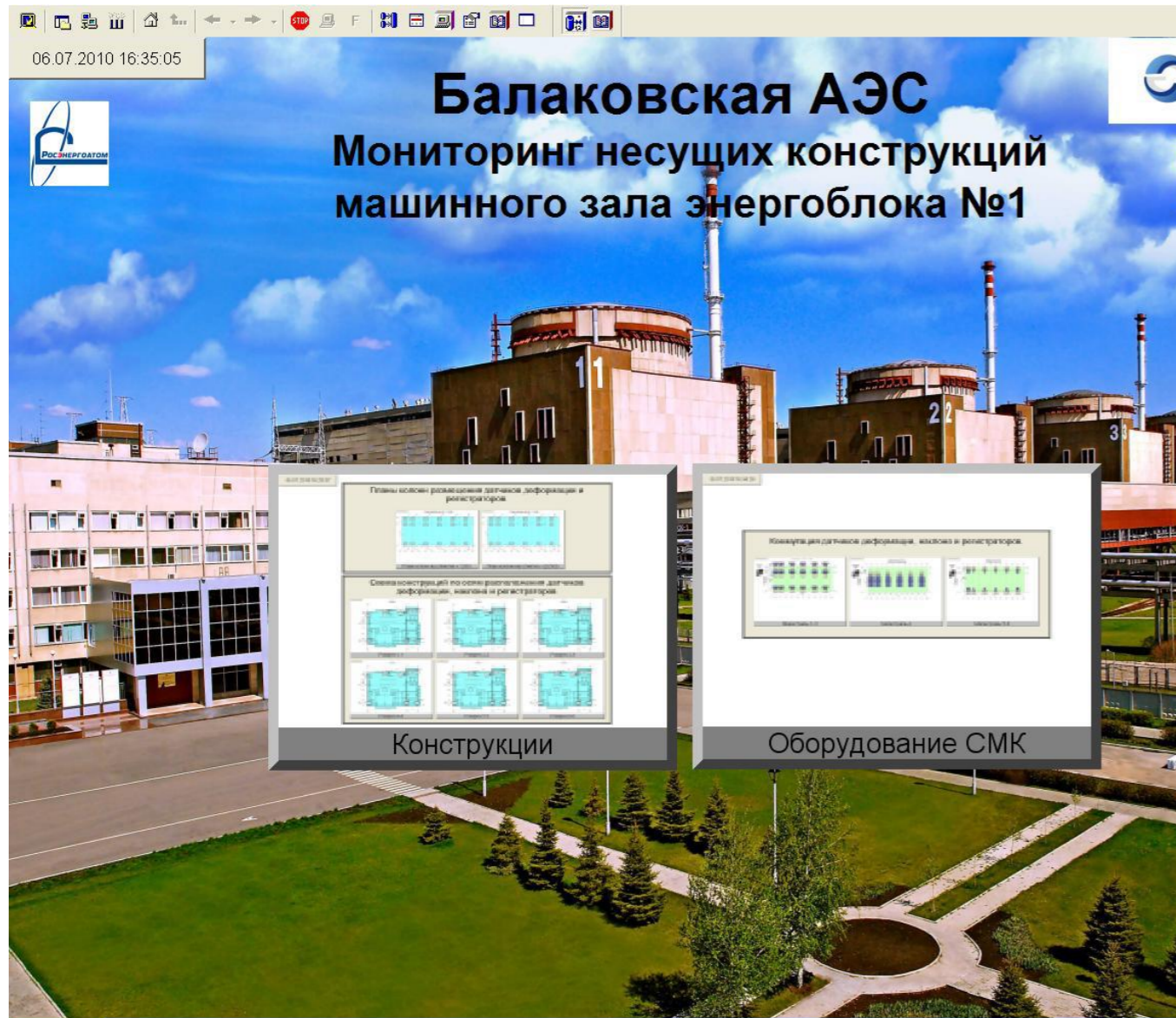


Модуль измерения деформации

# Структура системы мониторинга с использованием SCADA системы



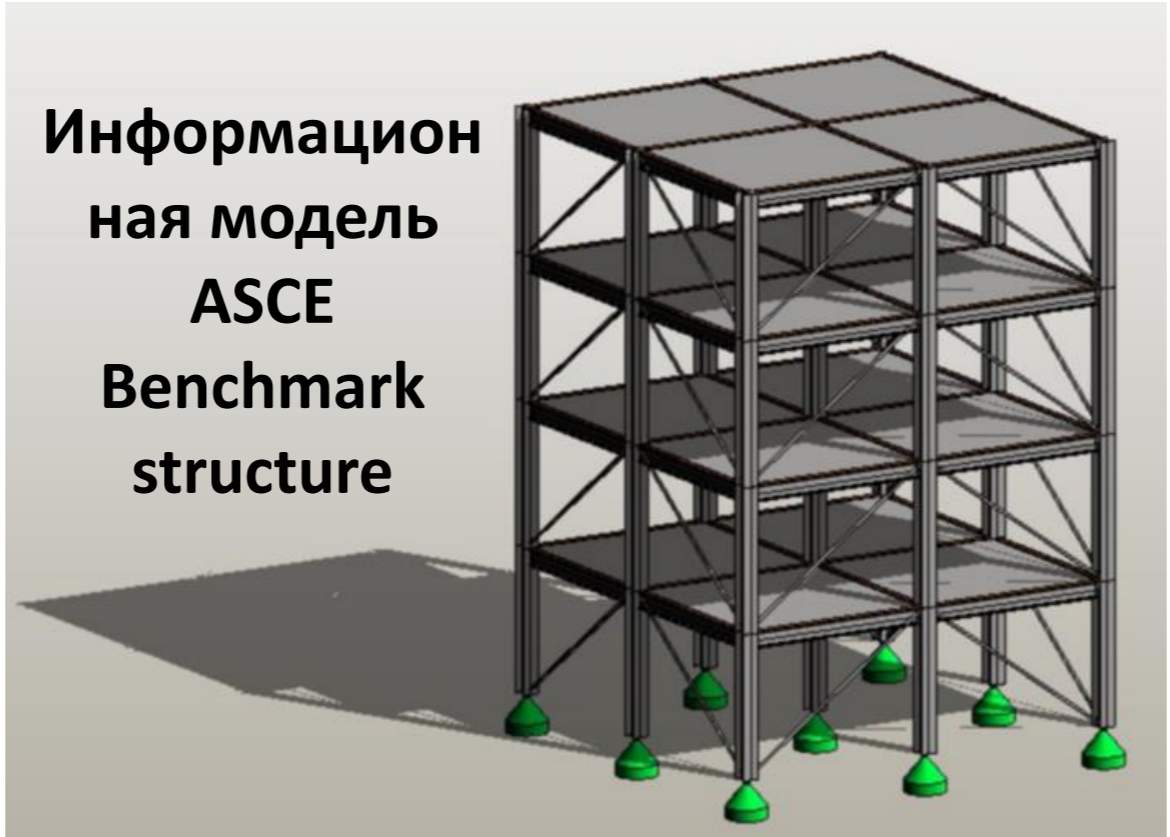
# Фрагменты интерфейса автоматизированного рабочего места оператора



Вкл	<b>Датчик деформации 2</b>	Вкл	<b>Датчик деформации 3</b>
Найти	<b>Показание: -2.535 МПа</b>	Найти	<b>Показание: -2.535 МПа</b>
Тренд	Температура: 37 С°	Тренд	Температура: 37 С°
Найти на схеме оборуд-я		Найти на схеме оборуд-я	
Вкл	<b>Датчик деформации 1</b>	Вкл	<b>Датчик деформации 4</b>
Найти	<b>Показание: -2.535 МПа</b>	Найти	<b>Показание: -2.535 МПа</b>
Тренд	Температура: 37 С°	Тренд	Температура: 37 С°
Найти на схеме оборуд-я		Найти на схеме оборуд-я	

# Пример применения информационного моделирования на опытной модели

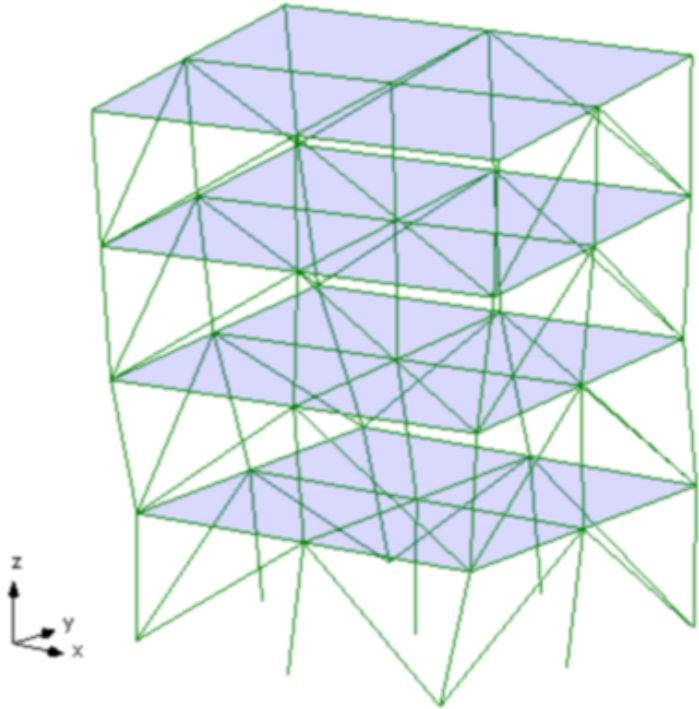
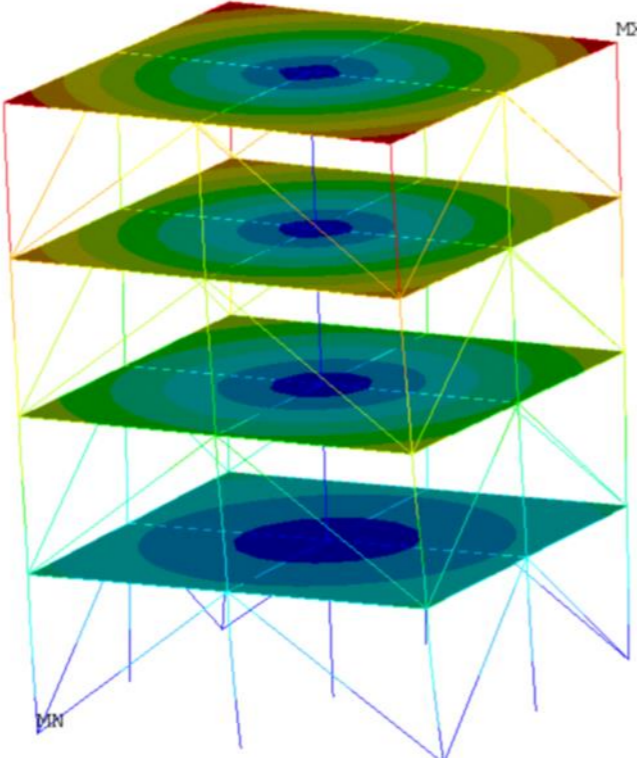
Этап 1



КЭ модель ANSYS

Экспериментальный модальный анализ в ARTeMIS Extractor

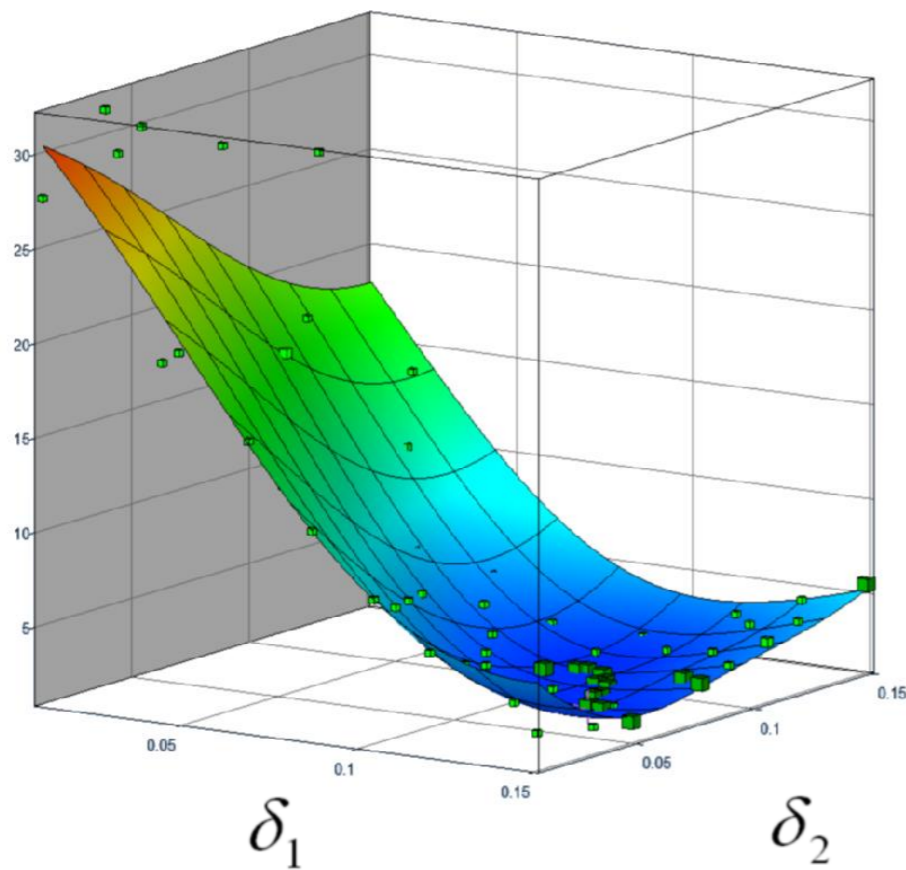
Этап 2



Этап 3

# Идентификация параметров КЭ модели

## Этап 4



Форма колебаний	Частота колебаний, Гц		
	Эксперимент	Исходная КЭ модель	КЭ модель с опт. параметрами
1-я форма изгиба вдоль Y	7,48	8,5	7,31
1-я форма изгиба вдоль X	7,76	8,98	7,79
1-я форма кручения	14,48	15,02	12,98
2-я форма изгиба вдоль Y	19,89	23,88	20,45
2-я форма изгиба вдоль X	21,02	25,42	21,96

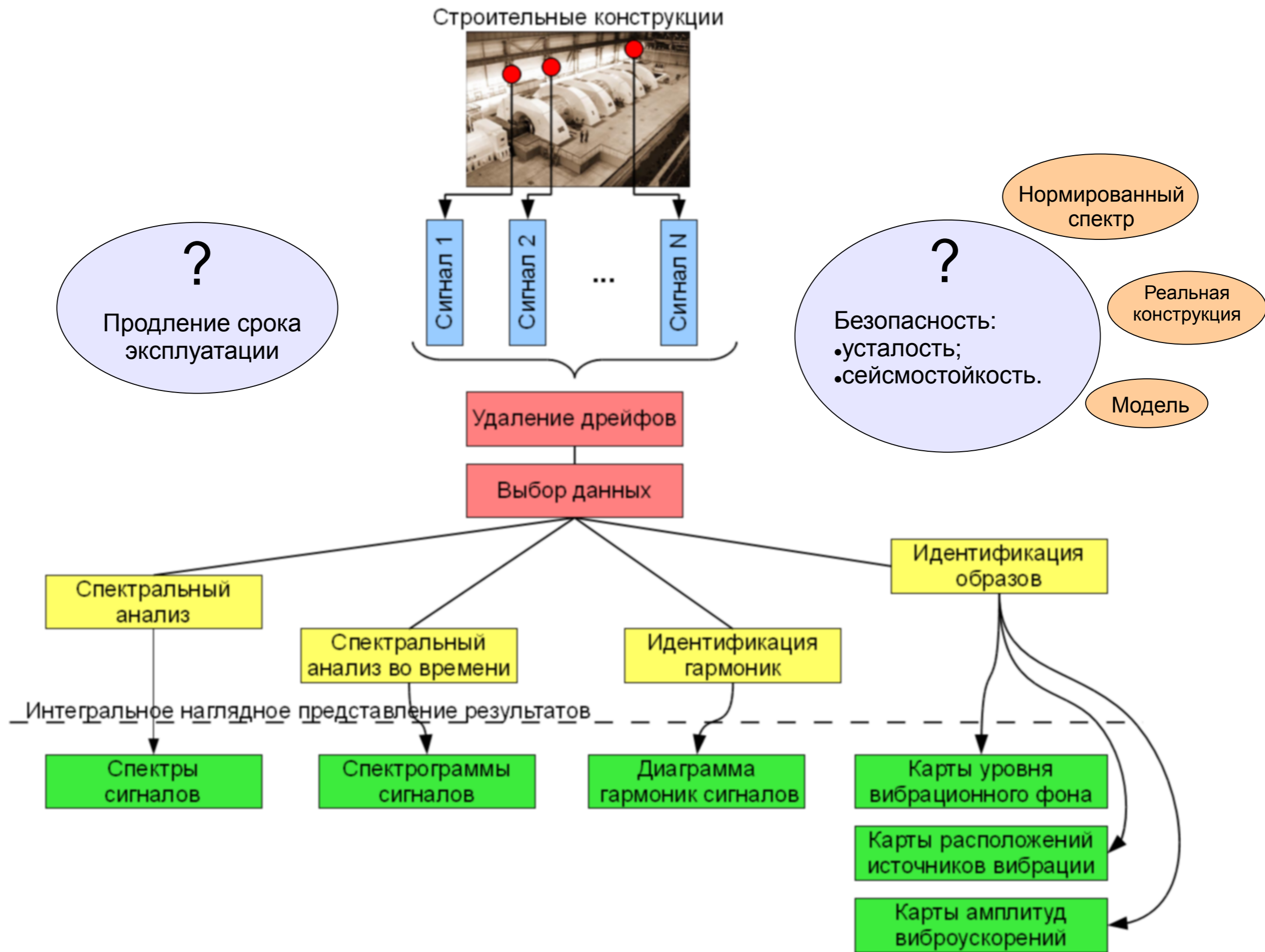
## Целевая функция

$$F_{obj} = \sqrt{\sum (f_{meas} - f_{FEM})^2}$$

# Структурная схема системы мониторинга конструкций



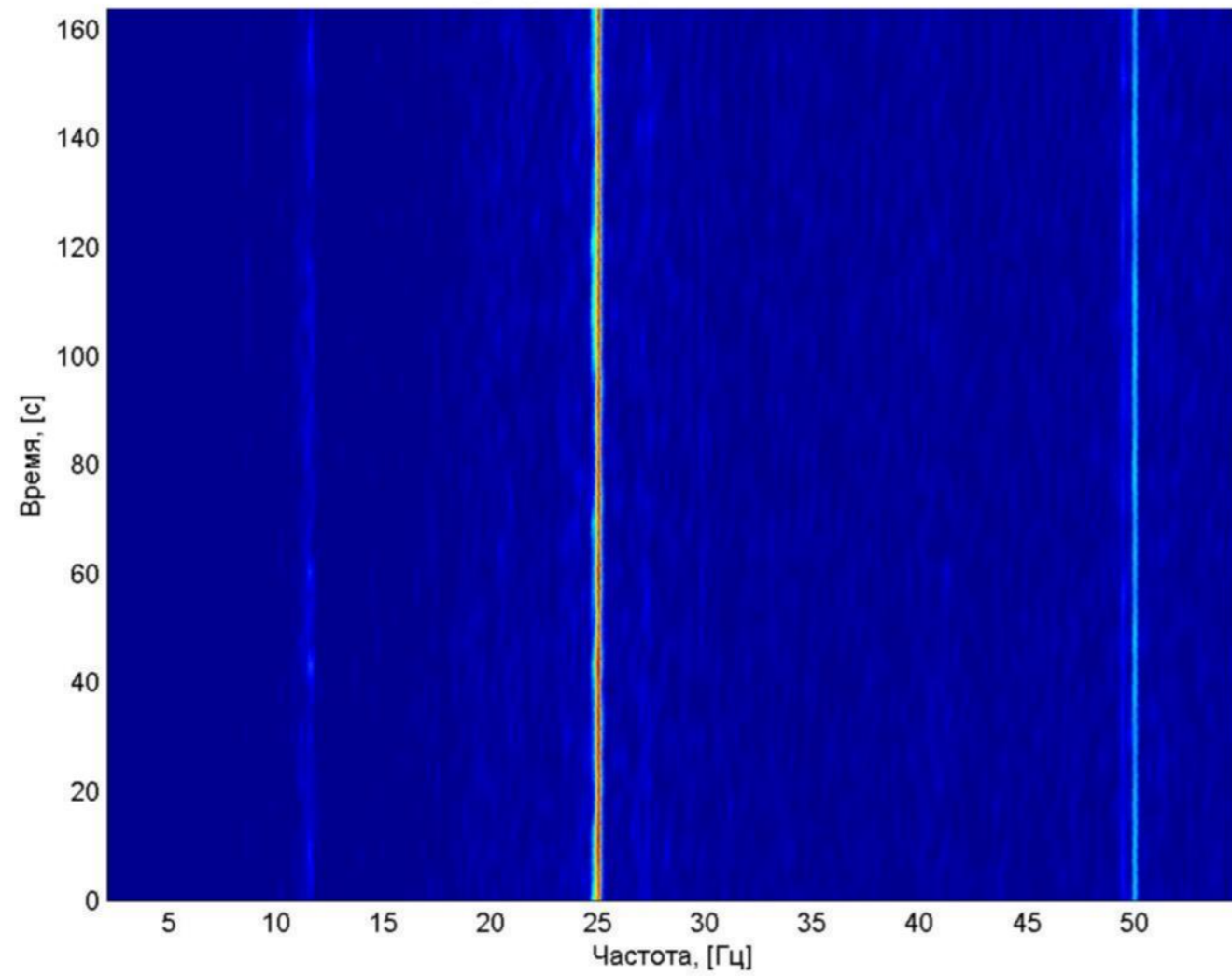
# Анализ виброускорений колонн МЗ АЭС



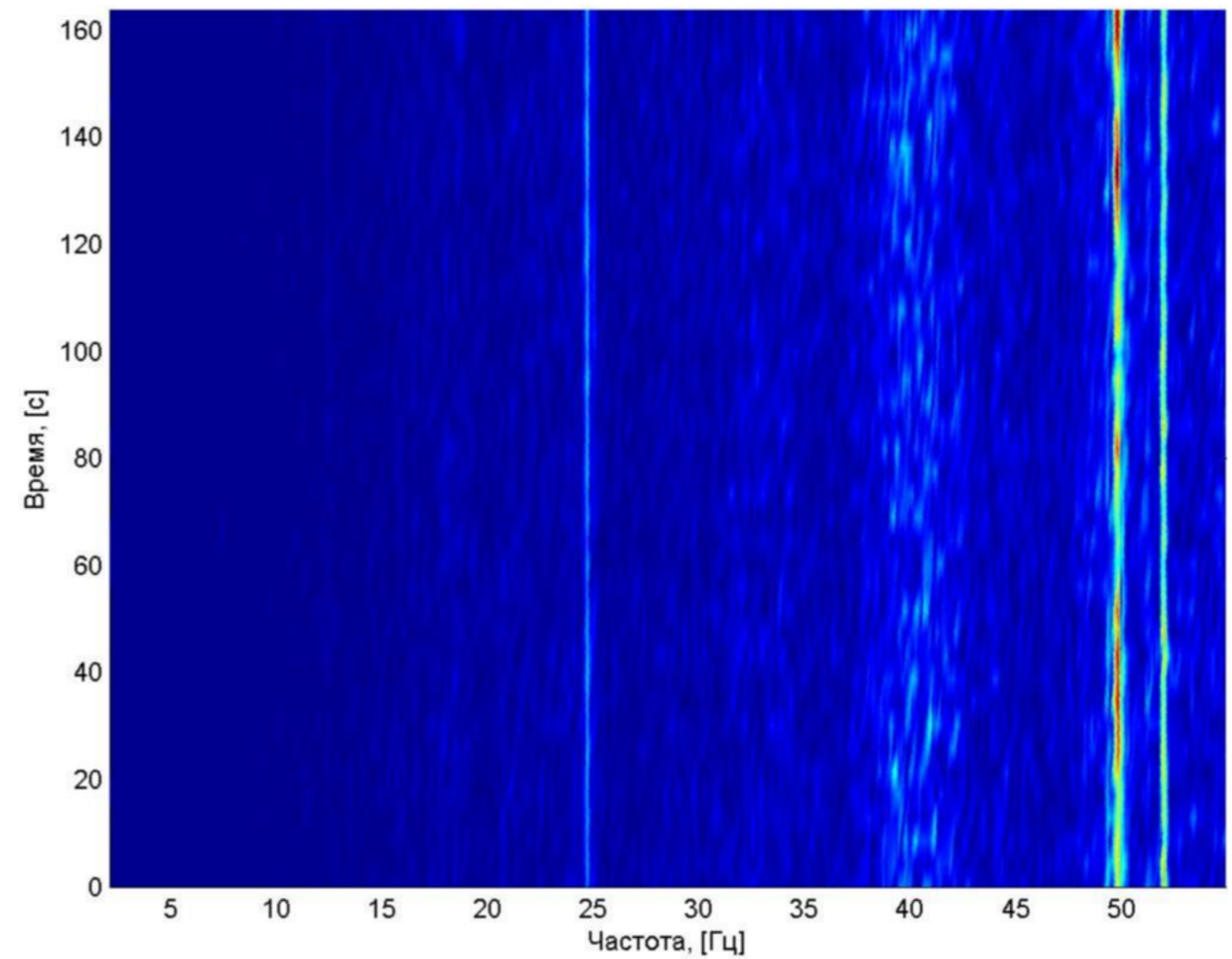


# Спектрограммы сигналов

Спектрограмма near-col-6A-0.000-Ch3

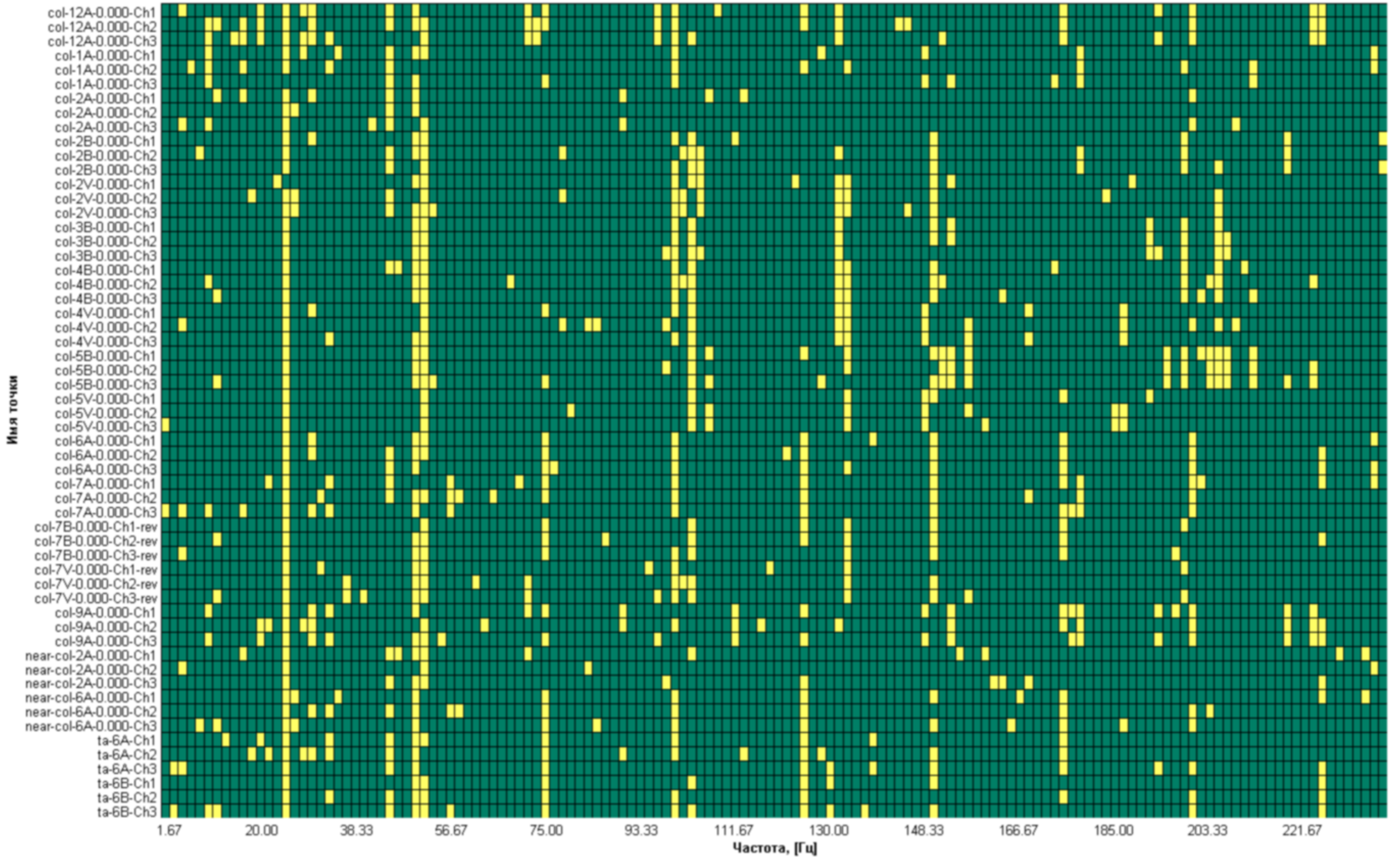


Спектрограмма col-7B-0.000-Ch3-rev



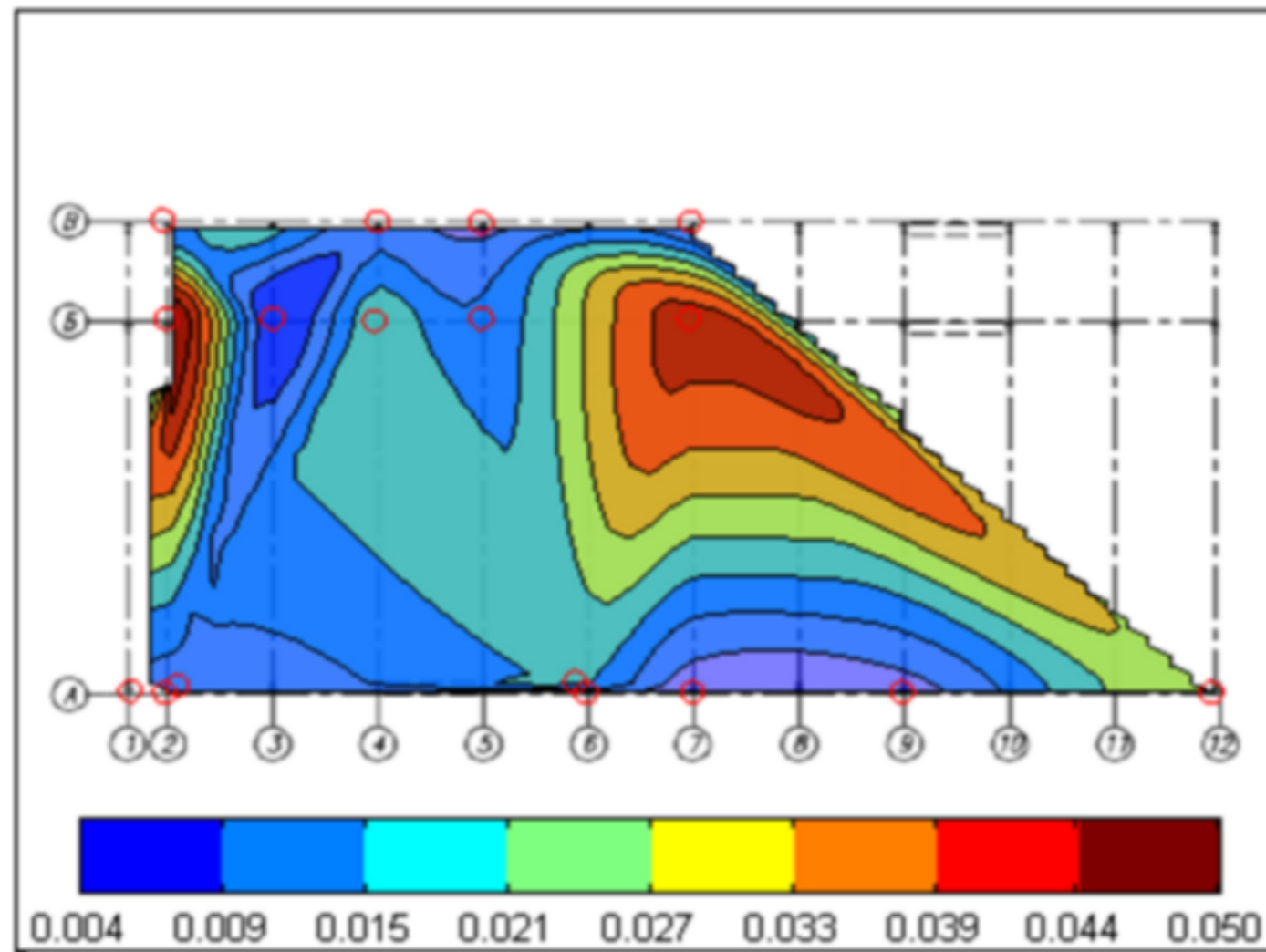
# Определение гармоник МЗ АЭС

Стабилизационная диаграмма гармоник



# Карта амплитуд ускорений на частоте 25 Гц

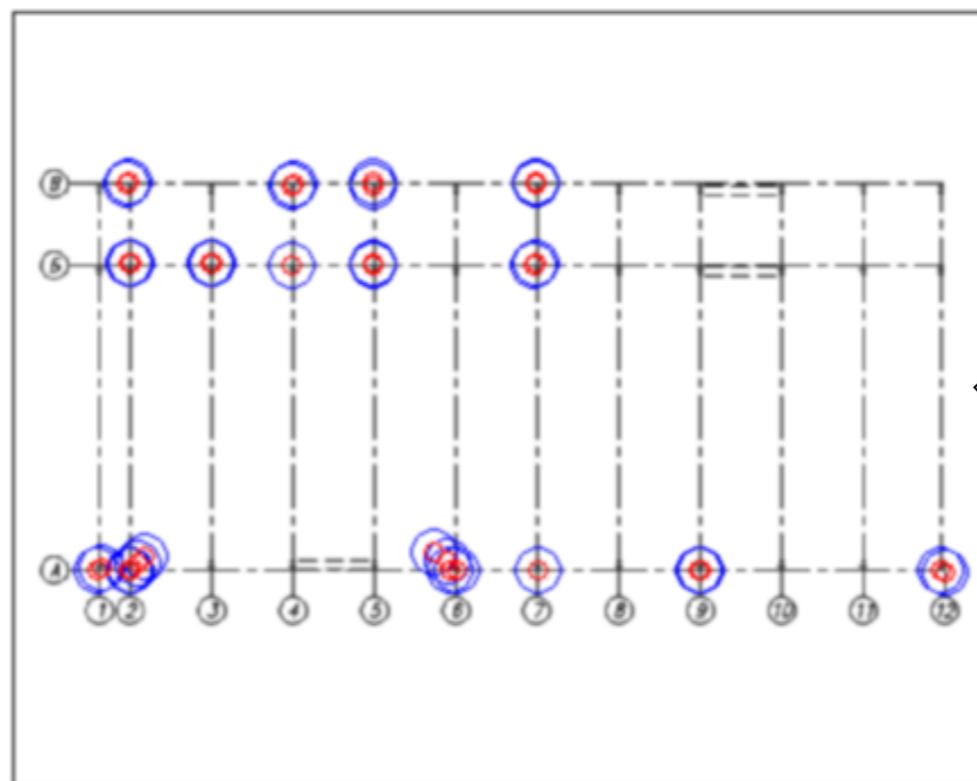
Карта амплитуд виброускорений по оси X на частоте 25[Гц]



Point name	Accel [m/s <sup>2</sup> ]
col-1A-0.000-Ch2	0.0036
col-2A-0.000-Ch3	0.0114
col-2B-0.000-Ch2	0.0503
col-2V-0.000-Ch2	0.0087
col-3B-0.000-Ch3	0.0051
col-4B-0.000-Ch2	0.0223
col-4V-0.000-Ch2	0.0113
col-5B-0.000-Ch2	0.0151
col-5V-0.000-Ch2	0.0065
col-6A-0.000-Ch3	0.0113
col-7A-0.000-Ch3	0.0059
col-7B-0.000-Ch2-rev	0.0417
col-7V-0.000-Ch2-rev	0.0050
col-9A-0.000-Ch3	0.0067
col-12A-0.000-Ch3	0.0270
near-col-2A-0.000-Ch3	0.0125
near-col-6A-0.000-Ch3	0.0201

# Карты расположения источников гармоник

Топология источников вибрации с частотой 1500[Об/мин]

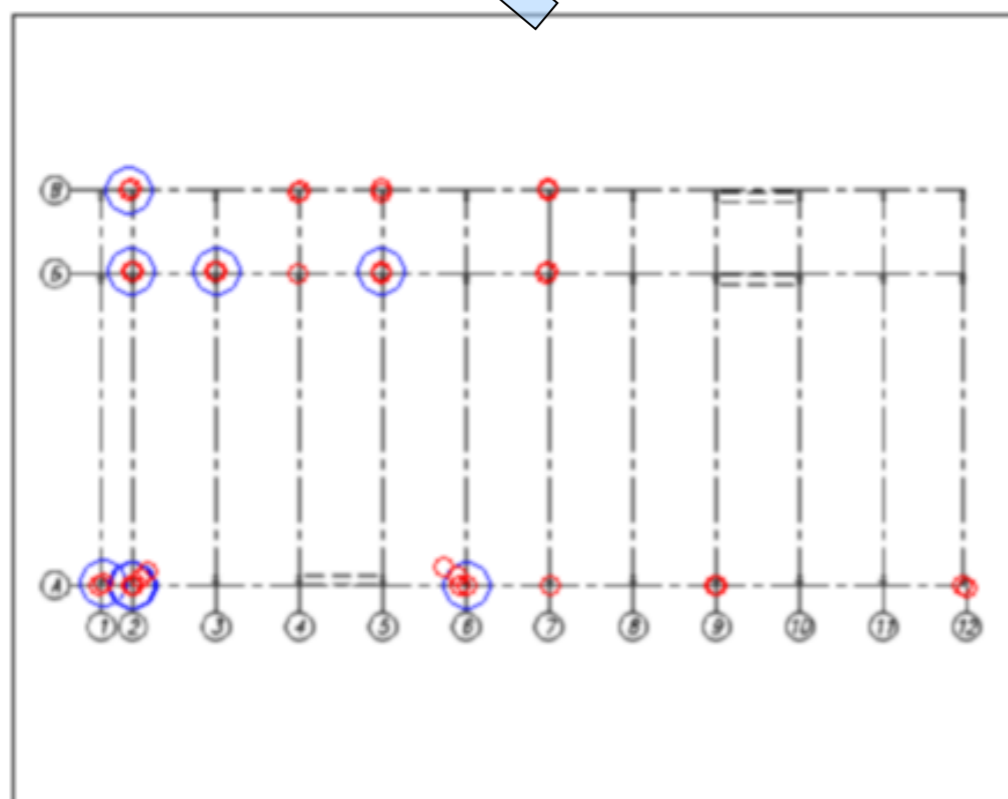


Глобальный источник - турбоагрегат!

Локальный источник

Локальный источник

Топология источников вибрации с частотой 600[Об/мин]



Топология источников вибрации с частотой 1800[Об/мин]

