

ВКВО 2011

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Г.Я. БУЙМИСТРЮК

д. т. н.

Департамент ВОИС

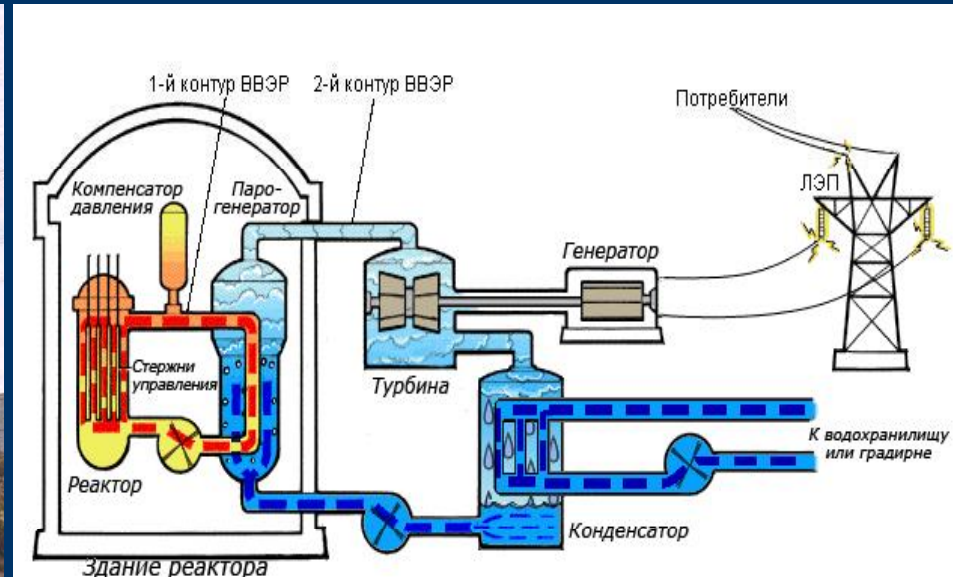
ОАО Приборостроительный завод «ВИБРАТОР»

Пермь -2011

ПРИНЦИП ВСТРОЕННОСТИ

- Эффективное применение волоконно-оптических систем мониторинга (ВОСМ) технического состояния сооружений **требует** ВО датчиков, встроенных постоянно в структуру объектов.
- ВО датчики, закладываемые в бетонные, композитные или свариваемые с металлическими оболочками невозможно калибровать (поверить) способами традиционной метрологии эталонов в лабораториях, так как они **не снимаемы** в течение всего срока эксплуатации объектов – десятки лет !

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ



Датчики АЭС:

Замена резьбовых и фланцевых соединений сварными стыками

- In book: *Nuclear Power*, 2011, chapter 7.



МОНИТОРИНГ УЧАСТКОВ ГАЗОПРОВОДОВ



Требование применения точечной сварки ВО датчиков под изоляцию подземных труб компрессорных станций и подводных переходов.

- СТО Газпром 2-2.3-220-2008

БЕТОННЫЕ И КОМПОЗИТНЫЕ ОБЪЕКТЫ

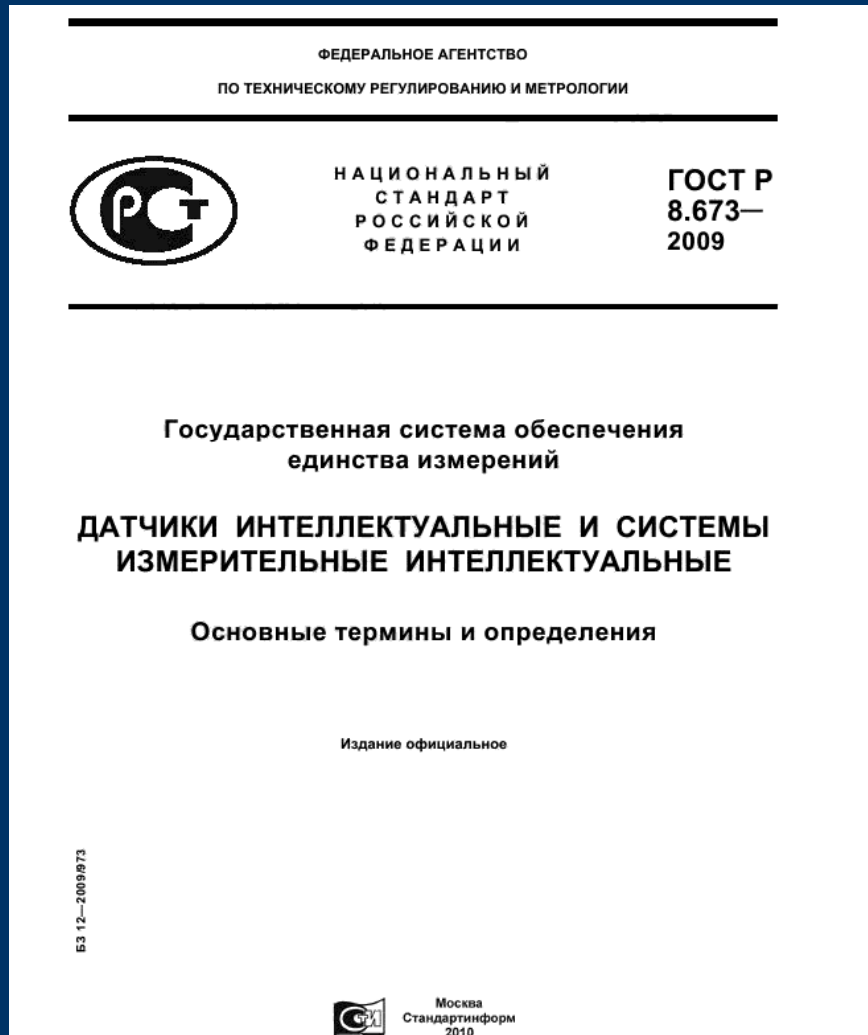


Требование калибровки
закладных датчиков деформации
в бетонных гидротехнических
сооружения ГЭС



Требование постоянного контроля
целостности топливных баков
аэро - космических аппаратов
встроенными ВО датчиками

ПРИНЦИП САМОКАЛИБРОВКИ



**Интеллектуальным датчиком
является адаптивный датчик
с функцией метрологического
самоконтроля (ФМСК),
осуществляемой им в процессе
непрерывной эксплуатации.**

- ГОСТ Р 8.673-2009

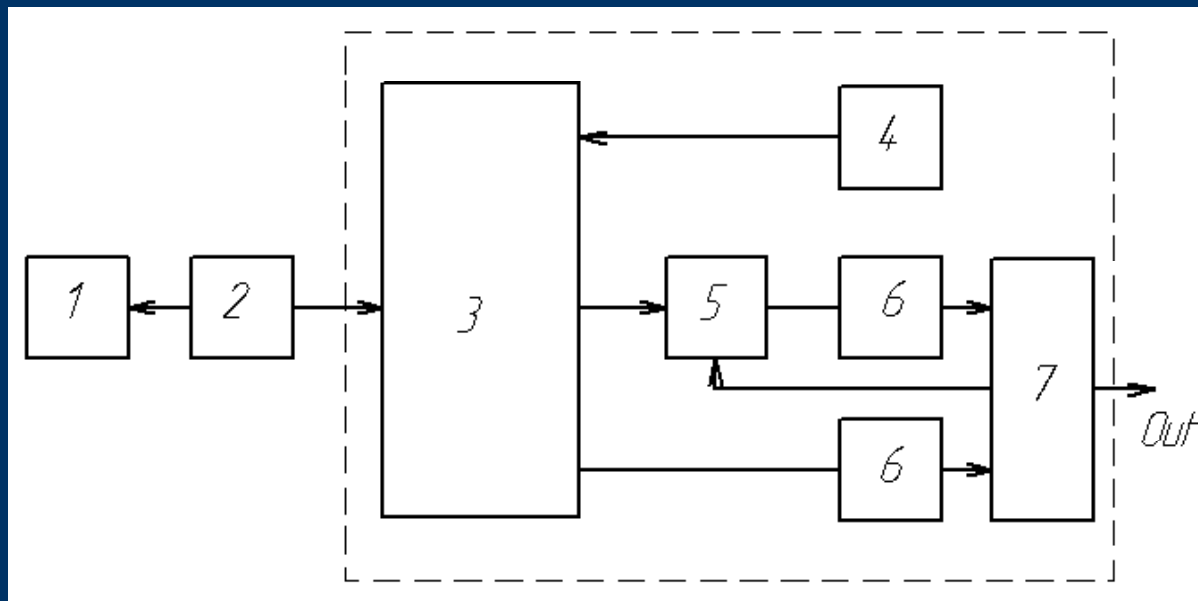
ПРИНЦИП ИЗБЫТОЧНОСТИ

Информационная

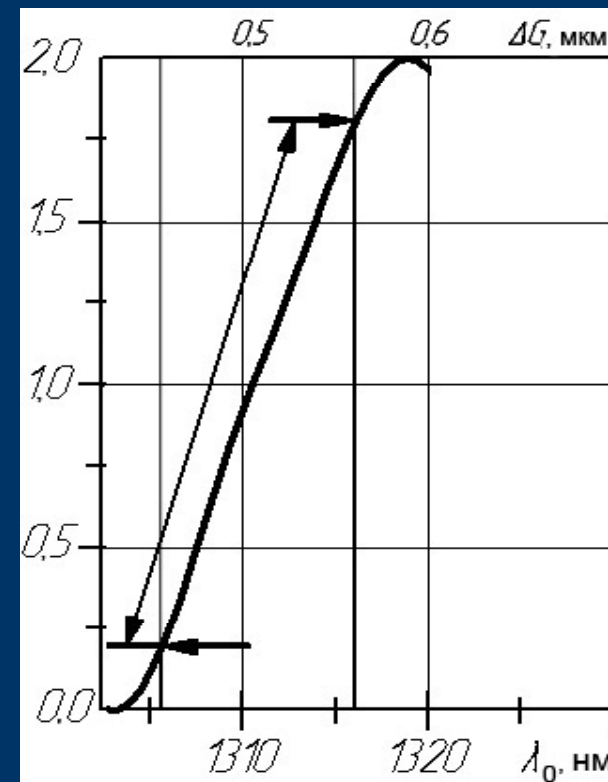
Структурная

Интеллектуальные волоконно-оптические датчики (ИВОД) физических величин формируют мультимодальный выходной сигнал \vec{U} , зависящий, по меньшей мере, от двух параметров датчика.

ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ИВОД



1 – интерферометр Фабри-Перо; 2 – оптический кабель
3 – разветвитель; 4 – СИД; 5 – перестраиваемый фильтр;
6 – фотоприемники; 7 – микроконтроллер и интерфейс



$$I_s = \left[1 - \cos\left(\frac{4\pi}{\lambda_0} \cdot \Delta G\right) \right]$$

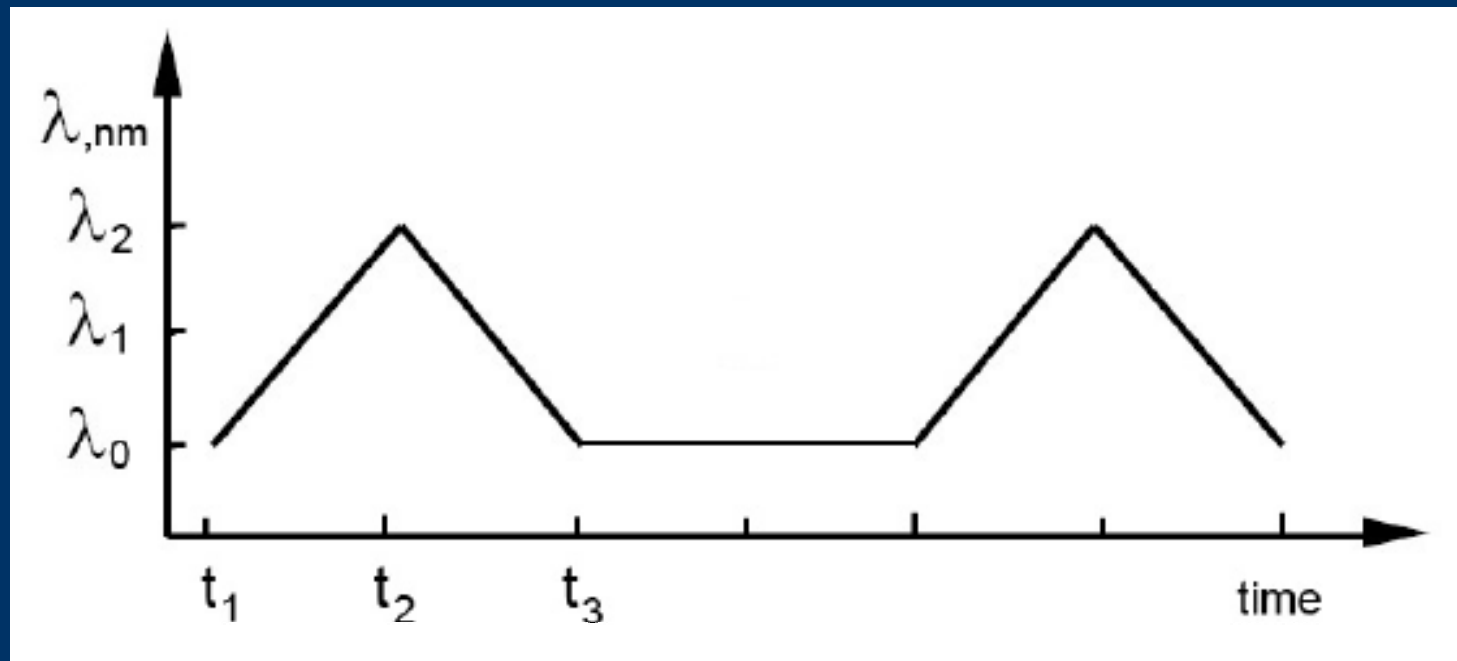
I_s - выходной сигнал датчика

G – длина резонатора Фабри-Перо

λ_0 - длина волны пропускания фильтра

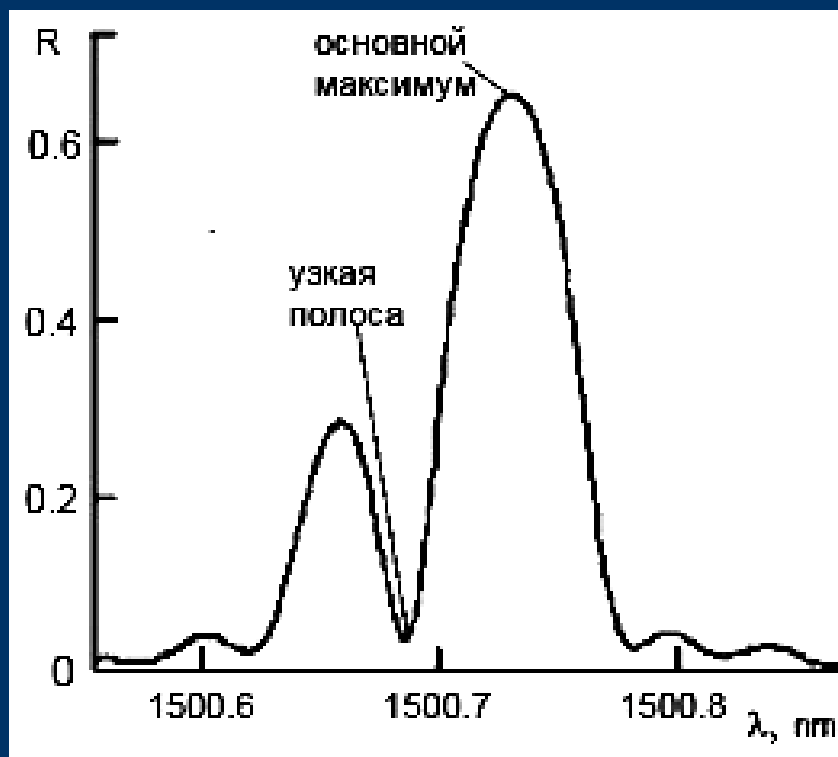
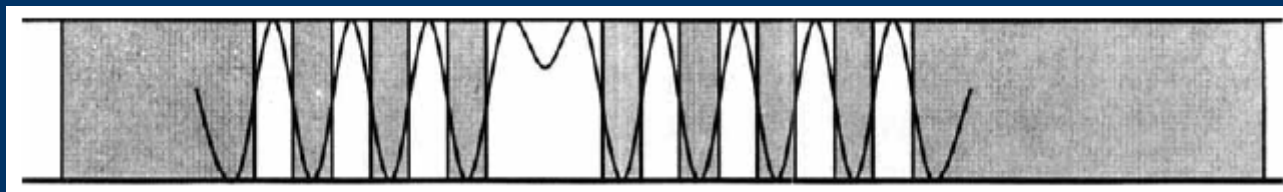
АЛГОРИТМ ПЕРЕСТРОЙКИ ФИЛЬТРА ПРИ САМОКАЛИБРОВКЕ ИВОД

$$I_c = f(\Delta G\{P\}) \text{ at } \lambda_0 = \text{const}$$



$$I'_c = f(\lambda_0) \text{ at } \Delta G\{P\} = \text{const}$$

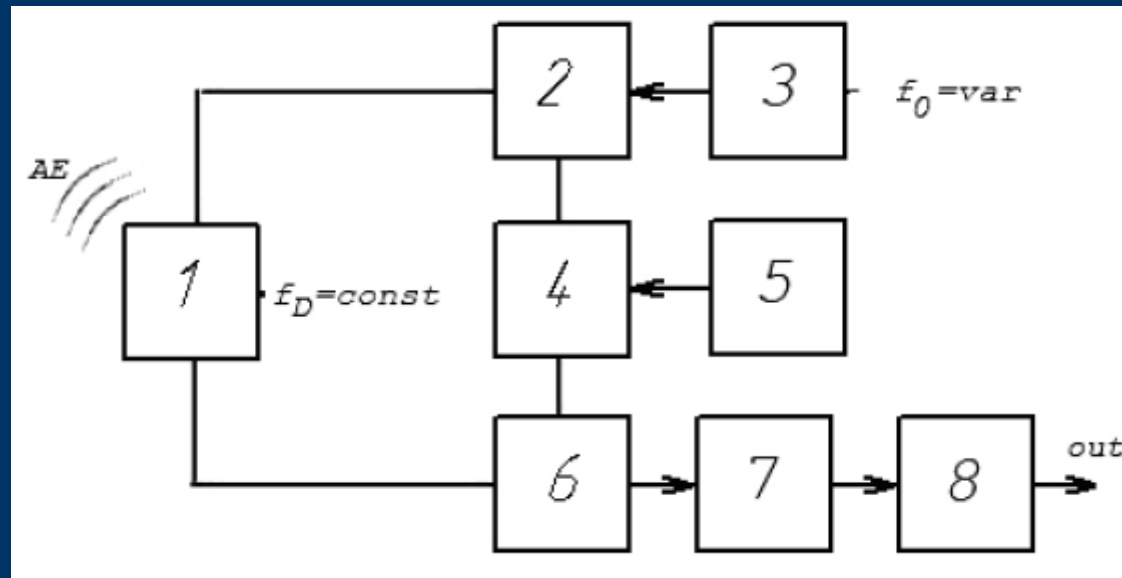
ДИФРАКЦИОННЫЕ ИВОД



Спектр сигнала
от решётки Брэгга
с фазовым скачком

$$R(\Lambda) = \tanh^2 \left[\pi \cdot n \left(\frac{L}{\lambda_B(\Lambda)} \cdot \frac{\Delta n}{n} \right) \left(1 - \frac{1}{V^2} \right) \right]$$

ДОПЛЕРОВСКИЕ ИВОД



$$f_D = -\frac{n}{\lambda_0(t)} \cdot \frac{dL(a;t)}{dt}$$

a – акустическая частота;
 f_D – сдвиг частоты
 λ_0 – длина волны ЛД

1 – волоконный доплеровский чувствительный элемент; 2,6 – разветвители;
3 – перестраиваемый лазерный диод; 4 – акустооптический сдвигатель частоты;
5 – генератор радиочастоты; 7 – частотный детектор; 8 – микроконтроллер;

Самокалибровка ВО датчика акустической эмиссии сводится к определению его АЧХ путём перестройки длины волны лазерного диода λ_0 при $a = const$.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИВОД

- ИВОД в силу присущей им:
многопараметровой природы оптического излучения и
мультимодальной чувствительности
позволяют реализовать метрологический самоконтроль без
дополнительных калибровочных каналов.
- Простота и эффективность - для построения ИВОД требуются
только спектрально перестраиваемые оптические излучатели и
фильтры, которые являются разновидностью стандартных.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ !