

**К ВОПРОСУ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА
ДАТЧИКОВ ИНТРОСКОПА**

А. А. КОЗЛОВ

(Представлена научным семинаром сектора автоматике НИИ ЭИ)

Возрастающие требования к улучшению методов и способов неразрушающего контроля протяженных изделий привели к появлению новой области контроля — интроскопии.

Разработка методов интроскопии потребовала качественно нового подхода к построению систем контроля. В этих системах стало необходимым выполнять не только условие обнаружения дефекта, но и условие детального описания дефекта, для того, чтобы оператор мог определить его класс.

Возникла проблема определения требований, которым должен удовлетворять весь сигнальный тракт интроскопа для решения данной задачи.

Еще большего внимания эта проблема требует при использовании вместо оператора машины, способной автоматически распознавать дефекты.

Преимуществами машин является то, что они позволяют повысить надежность контроля, исключить субъективный характер оценки оператора и существенно увеличить скорость контроля изделий.

Но, очевидно, введение такой машины связано с такими техническими проблемами, как сложность, стоимость. Поэтому возникает задача снижения сложности и стоимости машин. В интроскопе сигнал от источника излучения через контролируемый объект попадает на блок детекторов или датчиков, затем, после соответствующих преобразований (усиление, нормирование и др.), поступает либо на экран к оператору, либо в решающий блок машины. Количество информации, поступающее на обработку (об одном дефекте), как видим, зависит от числа датчиков. С точки зрения распознавания неплохо, если бы датчиков было как можно больше, но в этом случае резко возрос бы объем оборудования, потребовалась огромная память, и, следовательно, возросла бы стоимость интроскопа. Поэтому желательно минимизировать число датчиков (ФЭУ, сцинтилляционные кристаллы) и при этом сохранить возможность классификации дефектов.

Для простоты положим, что дискретизация сигнала от источника определяется только датчиками. Все другие операции по дискретизации, имеющие место в сигнальном тракте интроскопа, считаем приведенными к блоку датчиков. Такой подход позволит, на наш взгляд, упростить решение задачи.

Для того, чтобы оценить влияние блока датчиков на описание дефекта, необходимо знать точность или верность воспроизведения. Трудность заключается в описании функции, которую выполняет блок датчиков, насколько оно (описание) минимизирует количество энтропии изображения объекта и вносит искажения в описание дефекта, поэтому необходимо критерий верности (оценка качества). В этом случае можно предложить следующую модель интроскопа с включением критерия верности в блоке решения (рис. 1).

Положим, что некоторый сигнал в виде непрерывной по амплитуде и по времени последовательности, с ограниченным спектром шириной $2F$ поступает на поле датчиков. Тогда сигнал на входе блока датчиков

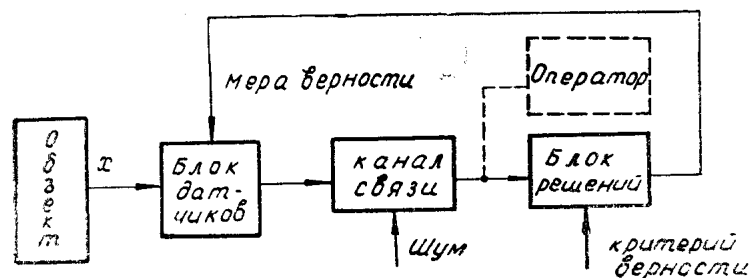


Рис. 1. Информационная модель интроскопа с включением критерия верности в блок решений

будет представлен переменной $X \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ и имеющей n независимых или коррелированных отсчетов (координат). Эту переменную X можно представить точкой в n -мерном векторном пространстве изображений. В результате этого представления (дискретизации) происходит необратимый процесс, т. е. n -мерное пространство изображения разбивается на конечное число областей. Все попадающие в некоторую область изображения заменяются одним характеристическим X_i^* (где i — номер области).

Тогда следует, что при передаче из области i какого-либо сообщения X (за исключением $X = X_i^*$) будет появляться ошибка, определенная выражением

$$\delta = X_i^* - X. \quad (1)$$

Для данного процесса дискретизации выражение, определяющее верность воспроизведения, предложенное Шенноном [1] можно записать в виде:

$$Q = \sum_{(i=1,2, \dots, n)} \int \dots \int P(X) v(X, X_i^*) dX, \quad (2)$$

где $P(X)$ — плотность вероятности,
 v — критерий качества,
 n — число областей.

Формула (2) позволяет оценить качество любой системы датчиков, исходя из известных статистических характеристик дефекта и функции критерия качества (оценки).

Энтропия сигнала на выходе системы датчиков определяется по формуле

$$H(X^*) = - \sum P(X_i^*) \log P(X_i^*), \quad (3)$$

где

$$P(X_i^*) = \int \dots \int_{i-\text{обл.}} P(X) dX.$$

Таким образом, величина энтропии определится положением границ областей, т. е. числом датчиков, и независима от величины X_i^* . Меняя число датчиков, можно минимизировать величину $H(X_i^*)$ и в то же время удовлетворить принятые требования в отношении качества. Качество при этом будет зависеть от положения X_i^* .

Задачу минимизации $H(X_i^*)$ при принятых требованиях к качеству изображения на выходе назовем задачей оптимального выбора числа датчиков. Т. е. имеем функцию плотности вероятности $P(X)$ и некоторую функцию критерия (оценки) $v(X, X^*)$. Выполняя неравенство $Q \geq Q_1$, где Q определяем из (2), а Q_1 задает качество системы датчиков, требуется найти такое число датчиков, какое бы минимизировало выражение (3).

Аналитического решения этой задачи пока нет, за исключением вырожденного случая, когда функция плотности вероятности предполагается постоянной и используется критерий среднеквадратической ошибки.

Однозначно определить функцию $P(X)$ довольно трудно, но тем не менее анализ $P(X)$ принципиально проще оценки функции качества v . Оценка функции качества носит субъективный характер и зависит от существа поставленной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. Шеннон. Математическая теория связи. Сб. «Работы по теории информации и кибернетики». Изд-во «Советское радио», М., 1963.
 2. Д. Пирсон. Сокращение избыточности. Выпуск темат. ТИИЭР, т. 55, № 3, стр. 152, М., 1968.
-