

**МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМБИНИРОВАННОГО  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ  
ЛОПАТОК ТУРБОАГРЕГАТА**

У.В. Бояркина, А.А. Грецков, С.А. Данилин, Е.Е. Дудкина  
Самарский университет, г. Самара

При определении параметров крутильных колебаний лопаток турбоагрегата, важным фактором, влияющим на точность измерения, являются изгибные деформации. По этой причине для достоверного определения параметров колебаний необходимо проводить селекцию крутильных и изгибных деформаций в процессе измерения.

Одним из перспективных направлений решения данной задачи является применение комбинированных оптоэлектронных-СВЧ преобразователей. Для оценки изгибной составляющей деформации лопатки используется СВЧ канал, который осуществляет контроль зазора между его приемно-передающим элементом и торцом лопатки. В случае, если лопатка подвергается изгибу, зазор будет увеличиваться, при этом датчик остается нечувствительным к крутильным колебаниям, так как в случае скручивания лопатки зазор остается неизменным. По этой причине для определения параметров крутильных колебаний лопатки необходимо выбрать фрагмент информационного сигнала, который соответствует моменту времени, когда зазор между торцом и приемно-передающим элементом равен установочному зазору, то есть когда лопатка не подвергается изгибу. Мгновенные положения торца лопатки регистрируются многоканальным оптоэлектронным преобразователем, который формирует информационный сигнал, в результате анализа которого определяется амплитуда, частота и фаза крутильных колебаний.

Время получения информационного фрагмента сигнала датчика связано с накоплением информации, при этом выбор времени накопления обуславливается вероятностью зафиксировать информационный фрагмент сигнала и погрешностью измерений из-за возможных изменений режима работы турбоагрегата [1].

Пусть изменения зазора между торцом лопатки и датчиком в результате изгибных колебаний представляют собой детерминированный или стационарный случайный процесс  $y_F(t)$ . Значения зазора  $y_{Fi}$  отсчитываются каждый оборот, через равные интервалы времени  $T_0$ . Значение зазора при отсутствии изгибных деформаций лопатки равно  $y_0$ . Для оценки минимального времени накопления информации о колебательном процессе, требуется определить такое число отсчетов  $N$ , чтобы разница между значением зазора между торцом недеформированной

лопатки и датчиком  $y_0$  и хотя бы одним отсчетом  $y_{Fi}$ , с заданной вероятностью  $P$  была меньше, чем  $\Delta$ , т.е.

$$P = P\{y_0 - y_{Fi} \leq \Delta\}$$

Плотность вероятности распределения определяется методом Монте-Карло. Для каждого числа отсчетов  $N$  проводится  $10^5$  испытаний, в каждом из которых определяется  $N$  значений  $y_{Fi}$  с помощью генератора случайных чисел с равномерным распределением в диапазоне  $[0,1]$ .

На рисунке 1 представлены результаты таких испытаний для количества отсчетов  $N$  от 10 до 100 оборотов [2]. В каждой серии испытаний определяется вероятность для различных значений ошибки  $\Delta$ .

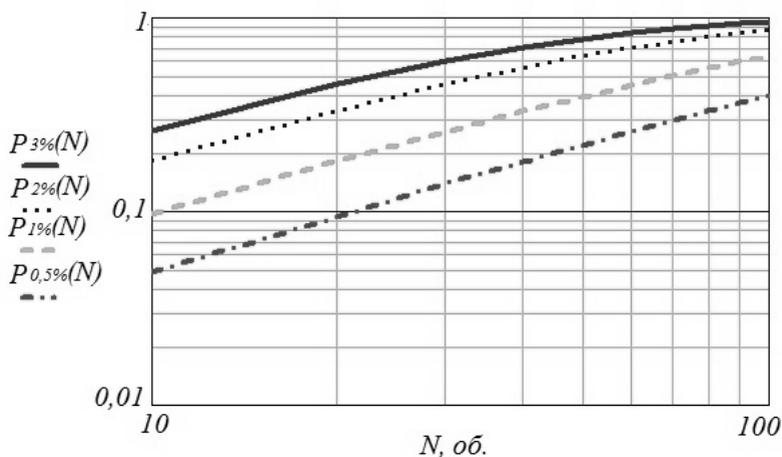


Рисунок 1 – Зависимость вероятности регистрации недеформированной лопатки от числа отсчетов  $N$  для различных значений допустимой ошибки  $\Delta$

#### Список использованных источников

1. Данилин, А. И. Бесконтактные измерения деформационных параметров лопаток в системах контроля и управления турбоагрегатами / А. И. Данилин. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2008. – С.189-198.

2. Заблочкий, И. Е. Бесконтактные измерения колебаний лопаток турбомашин / И.Е. Заблочкий, Ю.А. Коростелев, Р.А. Шипов. - М.: Машиностроение, 1977. – 160 с.