

Второй этап – построение модели в трехмерной системе координат. Датчик и исследуемый объект изображены условно на рисунке 2.

Здесь датчик из отрезка трансформируется в круг. Зубец колеса представляет собой трапециевидный параллелепипед. Область излучения датчика разбивается прямоугольной сеткой на фрагменты с определенным шагом, заданным заранее. Из каждого фрагмента строятся лучи с определенным угловым шагом, заданным заранее. Для учета диаграммы направленности датчика используется весовой коэффициент для группы лучей, имеющих одинаковый телесный угол. Весовой коэффициент уменьшается обратно пропорционально увеличению телесного угла относительно нормали. Для построения взаимодействия лучей с зубчатым колесом в пространстве используются результаты, полученные для модели на плоскости, с внесением соответствующих изменений для возможности их применения в пространственной модели.

Построение математической модели позволяет: создать теоретическое обоснование для исследования результатов практического эксперимента, обосновать оптимальное взаимное расположение датчика и исследуемого зубчатого колеса, учесть влияние свойств среды между датчиком и исследуемым объектом.

Список использованных источников

1 Данилин, А.И. Способы оценки рабочего состояния зубчатых колес энергонагруженных редукторных систем [Текст]/ А.И. Данилин, В.В. Неверов //Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции – СГАУ. – Самара, 2014. с. 138.

УДК 620.179.18

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА ОТРАЖЕННОГО ОТ ЛОПАСТИ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЕТА

С.В. Жуков, М.С. Попов

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»

От исправности лопастей несущего винта вертолета зависит сохранность вертолета, здоровье и жизни людей, поэтому контроль целостности лопастей является актуальной проблемой, решение которой позволит существенно сократить риски крушения вертолета. Поскольку установка измерительных датчиков непосредственно на лопасти

нецелесообразно, было отдано предпочтение бесконтактному методу контроля, основанному на облучении гармоническим СВЧ сигналом объекта исследования. Метод заключается в приеме и обработке отраженного информационного потока излучения, модулирующим элементом для которого служат сами лопасти несущего винта. Анализ, принятого отраженного от лопасти СВЧ сигнала, позволяет судить о целостности горизонтального шарнирного крепления лопасти путем определения временных интервалов между соседними лопастями, по амплитуде принятого отраженного сигнала определяется расстояние до лопасти, по которому можно судить о целостности вертикального шарнирного крепления лопасти, также анализ сигнала позволяет выявить и контролировать скручивание, изгиб лопасти и частоту вращения несущего винта вертолета.

Целью настоящей работы является моделирование вышеупомянутого отраженного сигнала на основе основного уравнения радиолокации. Мощность отраженного сигнала у принимающей антенны, в соответствии с положениями [1] задается уравнением:

$$P_r = \frac{P_t G_t A_r \sigma F^4}{(4\pi)^2 R^4}$$

где

P_t – мощность радиопередатчика;

G_t – коэффициент усиления передающей антенны;

A_r – эффективная площадь (апертура) приемной антенны;

$$A_r = G \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

где G – коэффициент усиления приемной антенны;

λ – длина волны;

σ – эффективная площадь рассеяния цели в данном ракурсе;

F – коэффициент потерь при распространении сигнала;

R – расстояние от цели до приемника.

В данном случае облучаемая поверхность – лопасть несущего винта вертолета, например, Ми – 8. Поверхность лопасти данного вертолета [2] имеет металлическую обшивку, эффективную площадь рассеяния (далее ЭПР) можно рассчитать по алгоритму для плоских металлических поверхностей [3]:

$$\sigma = \frac{4\pi S^2}{\lambda^2} \cdot \left(\frac{\sin \frac{2\pi a}{\lambda} \alpha}{\frac{2\pi a}{\lambda} \alpha} \cdot \frac{\sin \frac{2\pi b}{\lambda} \beta}{\frac{2\pi b}{\lambda} \beta} \right)^2$$

где

$S = \mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$ – площадь облучаемой поверхности

α, β – углы падения зондирующего излучения (как показано на рис.1)

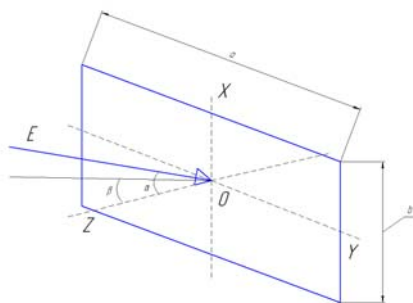


Рисунок 1– Падение зондирующего луча на контролируемую поверхность

ЭПР зависит от площади облучаемой поверхности и от направления зондирующего излучения на контролируемую поверхность и направления на точку наблюдения. Поскольку лопасть совершает вращение вокруг оси ротора несущего винта вертолета то площадь облучаемой поверхности изменяется во времени. Поэтому, используя выше представленные выводы и соотношения можно смоделировать отраженный сигнал в зависимости от времени и расстояния от источника зондирующего излучения до лопасти.

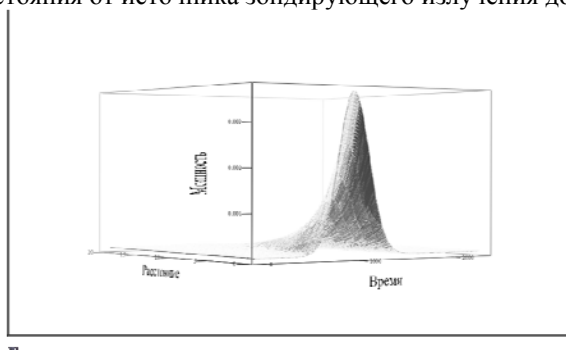


Рисунок 2 – Модель отраженного сигнала

Список использованных источников

- 1 Сайбель, А.Г. Основы радиолокации [Текст]/ А.Г. Сайбель– М.: Советское радио, - 1961. - 41с.
- 2 Вертолет МИ-8. Техническое описание. Книга 1. [Текст]/ М.: Внешторгиздат. – 1986. - 12с.
- 3 Степанов. Ю.Г. Противорадиолокационная маскировка [Текст]/ Ю.Г. Степанов. – М.: Советское радио, - 1968. - 12с.