

электрического поля. Датчик обладает достаточной чувствительностью при малых значениях напряженности электрического поля, что позволяет использовать его для определения критических зарядов станков и транспортеров, которые могут вызвать искру на взрывоопасных производствах, измерение поля от телевизоров и компьютеров в целях экологической безопасности человека, определение свойств одежды накапливать статическое электричество.

Список использованных источников

1. Л. М. Андрушко, В. А. Вознесенский и В. Б. Каток, Справочник по волоконно-оптическим линиям связи, Киев: Техника, 1988.

2. С. А. Гриднев, «Электрические кристаллы,» *Соровский образовательный журнал*, № 7, pp. 99-104, 1996

3. К. С. Петров, Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника, Санкт-Петербург: Питер, 2003

4. С. А. Гриднев, «Диэлектрики с метастабильной диэлектрической поляризацией,» *Соровский образовательный журнал*, № 5, pp. 105-111, 1997.

5. С. Н. Каллаев, З. М. Омаров, Р. Г. Митаров и С. А. Садыков, «Теплофизические свойства сегнетокерамики ПКР-7М в области размытого фазового перехода,» *Физика твердого тела*, т. 53, № 7, pp. 1307-1311, 2011.

6. Материалы пьезокерамические. Технические условия(отраслевой стандарт) ОСТ 110444-87, Москва, 1987.

7. А. А. Есис, Электромеханический гистерезис, обратный пьезоэффект и реверсивная нелинейность сегнетокерамик различной степени сегнетожесткости, диссертация, Ростов-на-Дону, 2007

8. В. А. Лазарев, Быстродействующая система измерения деформации и температуры на основе волоконно-оптических брэгговских датчиков, Москва, 2013.

9. Исследование поляризации сегнетоэлектриков. Методические рекомендации., Иркутск: Иркутский Государственный Университет, 2005.

УДК 531.7.08

## **ПОГРЕШНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЕРВИЧНОГО СВЧ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ**

А.И. Данилин, В.В. Неверов  
Самарский университет, г. Самара

Целью данной работы является рассмотрение трех видов погрешностей для математической модели взаимодействия первичного СВЧ преобразователя с объектом контроля и для бесконтактного способа

определения технического состояния зубчатых колес, а именно: погрешность задачи, погрешность метода и погрешность округления.

При проведении экспериментов используется генератор электрических колебаний СВЧ диапазона с частотой 12 ГГц. Расстояние между торцом волновода, выполняющего роль первичного преобразователя, и объектом контроля составляет 3мм. Это расстояние лежит в пределах ближней зоны излучателя, приблизительно равной двум длинам волн [3]. Поэтому можно пользоваться законами геометрической оптики. Однако некоторые волновые процессы окажутся неучтенными. Объект контроля – зубец шестерни, решено представить в виде пирамидального параллелепипеда, хотя в реальности шестерён с такими зубцами не существует. Торце круглого волновода, являющийся первичным преобразователем, решено представить в виде круга с диаметром, равным диаметру диэлектрического заполнения круглого волновода. Такие приближения упрощающие построение модели будем считать неустраняемыми погрешностями задачи.

При построении математической модели вводится некоторая дискретизация процессов, когда область излучения датчика разбивается прямоугольной сеткой на фрагменты с определенным шагом, который задается заранее. Так же задается заранее шаг угла поворота шестерни, и шаг поворота луча в пределах диаграммы направленности. Для учета интенсивности каждого зондирующего и отраженного луча используется соответствующий весовой коэффициент, определяемый их угловым положением в диаграмме направленности датчика. Весовой коэффициент уменьшается с увеличением угла падения относительно нормали к приемно-излучающему торцу датчика. Диаграмма направленности первичного преобразователя в декартовых координатах будет представлять собой колоколообразный импульс. Соответственно весовые коэффициенты для лучей будут дискретными значениями функции, описывающей колоколообразный, гауссов, импульс. Соответственно, увеличивая или уменьшая шаги дискретизации можно увеличивать или уменьшать точность расчетов, так же шаг дискретизации напрямую влияет на скорость расчетов. Кроме этого, при вычислении весовых коэффициентов необходимо решать трансцендентное уравнение, не решаемое в аналитическом варианте. Поэтому для его решения необходимо воспользоваться численными методами или применять разложение в ряд. Данные способы решения уравнений позволяют получить ответ лишь с определенной точностью. Поэтому данный вид погрешности можно отнести к погрешности метода. Так же диаграмма направленности в декартовых координатах описывается функцией для колоколообразного импульса только приблизительно, соответственно и дискретные значения этой функции будут соответствовать реальным значениям диаграммы направленности с определенной погрешностью.

## Список использованной литературы

1. Баскаков, С.И. Электродинамика и распространения радиоволн: учебное пособие [Текст]/ С.И. Баскаков. – Москва: Высшая школа, 1992.-416с.
2. Горбаченко В. И. Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB [Электронный ресурс] //Интернет-адрес: <http://matlab.exponenta.ru/books/default.php>.

УДК 629.7.08

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЧИСТОТЫ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

И.А. Попельнюк, А.М. Гареев  
Самарский университет, г. Самара

Известно, что состояние рабочей жидкости (РЖ) гидравлической системы во многом определяется уровнем её загрязненности [1]. В связи с этим актуальной является задача повышения точности и достоверности оценки данного параметра, в первую очередь за счет совершенствования конструкции датчиков встроенного контроля чистоты РЖ.

Из всего многообразия существующих датчиков в авиационной и ракетно-космической технике широкое применение нашли фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) [3]. Они имеют малые габариты и массу, работоспособны без ухудшения основных метрологических характеристик при изменении в широких пределах климатических условий, вибраций и пульсаций РЖ.

Для проведения теоретических исследований с оптическим трактом датчика, была разработана математическая модель. При разработке математической модели фотоэлектрического датчика были учтены взаимосвязь энергетических характеристик всех узлов его оптического тракта и влияние конструктивно-технологических параметров на интегральную чувствительность ФЭП.

Разработка математической модели велась на основе физической модели ФЭП (рисунок 1), с применением вектора Пойтинга и с учётом Френелевских потерь.

В результате было получено уравнение функции светопропускания фотоэлектрического датчика в общем виде:

$$P_{\text{вых}}(\Delta S) = \tau_1 \tau_2 \int_{\Omega} \int_{\Delta S} B_m^2 d\sigma_n d\Omega \quad ,$$

$\tau_1$  - коэффициент пропускания устройства ввода оптической энергии,  $\tau_2$  - коэффициент пропускания устройства вывода оптической энергии,  $B_m$