

Самоопределение космическим аппаратом своей трассы позволяет ему самостоятельно включать и выключать передатчик телеметрической информации при пролёте над станцией слежения, отказавшись от услуг командной радиолинии.

Знание местоположения спутника позволяет использовать вектор магнитного поля Земли в системе ориентации космического аппарата.

Кроме малых любительских спутников вычислитель можно для упрощения отслеживания устанавливать на космических объектах, которые после использования по назначению становятся «космическим мусором». За сутки общее время нахождения в зоне видимости наземного измерительного пункта объекта с высотой орбиты до полутысячи километров около получаса.

Пять минут пролёта вполне хватает, чтобы ненаправленной антенной принять и выделить пакет из двух десятков байтов, даже если весь пролетающий «мусор» будет сбрасывать свои пакеты на одной радиочастоте.

Случайный интервал времени между пакетами сведёт коллизии к минимуму.

## **ОПТИМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ СТАБИЛЬНЫХ ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКИХ МОС-ДАТЧИКОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ**

М.В. Степанов

Среди известных типов датчиков перемещения, применяемых в системах автоматического управления летательными аппаратами (САУ ЛА), широкое распространение получили оптоэлектронные датчики, позволяющие строить помехоустойчивые и быстродействующие по сравнению с существующими системы. Но при разработке оптоэлектронной аппаратуры для САУ ЛА нужно учитывать необходимость ее работы в жестких условиях эксплуатации (диапазон рабочих температур от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $185^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность до 98% и т. д.). Также для большинства оптоэлектронных элементов и устройств характерна низкая температурная стабильность. Сильное влияние на характеристики оптоэлектронных датчиков оказывают ионизирующее излучение, влажность, вибрационное воздействие, деградация характеристик оптоэлектронных элементов. Наблюдается высокая чувствительность оптоэлектронного тракта к загрязнению оптической системы [1].

Использование волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) для передачи информации от датчиков к системам управления создает возможность для применения различных видов уплотнения. Это позволяет передавать информацию от комплекса датчиков через одну ВОЛС. В этом случае является оправданным использование волоконно-оптических МОС-

датчиков, отличающихся сравнительной простотой оптомеханического узла, стабильностью и высокой чувствительностью [1, 4].

Важнейшим этапом при проектировании любого типа датчика является вопрос его оптимального синтеза. Одним из основных критериев качества при синтезе датчиков является минимум величины нелинейности позиционной характеристики [2]. Алгоритм расчета МОС- датчика в этом случае будет следующий:

1. Задаемся диапазоном измеряемых перемещений  $\pm \varphi_{\max}$  и величиной нелинейности  $\delta_{\max}$  позиционной характеристики датчика;
2. Исходя из энергетических соображений, спектрального диапазона и др. выбираем источник и приемник излучения;
3. По справочным данным определяем параметры, характеризующие неравномерность спектральной характеристики источника излучения (амплитудное значение неравномерности СХ источника излучения, характеристики дисперсии неравномерности, длину волны максимума неравномерности СХ источника излучения);
4. Задаемся величиной погрешности  $\delta(\varphi)$ , обусловленной неравномерностью спектральной характеристики ИИ;
5. Строим семейство позиционных характеристик  $J(\varphi)$  (рис. 1) по выражению (1) [3] и по ним определяем полосу пропускания  $\Delta\lambda$  спектроформирующего элемента (СФЭ):

$$Y = -B(t) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \left[ \frac{k_{1,1} \cdot J_1(\lambda, \varphi + \Delta\varphi) - k_{1,2} \cdot J_2(\lambda, \varphi - \Delta\varphi)}{1 - K_3 \cdot (k_{1,1} \cdot J_1(\lambda, \varphi + \Delta\varphi) + k_{1,2} \cdot J_2(\lambda, \varphi - \Delta\varphi))} \right], \quad (1)$$

где  $J_1(\lambda, \varphi + \Delta\varphi)$ ,  $J_2(\lambda, \varphi - \Delta\varphi)$  - выходные сигналы приемников излучения;  $k_{1,1}$ ,  $k_{1,2}$  - коэффициенты усиления усилителей сигналов приемников излучения;

$K_2$  - коэффициент усиления дифференциального усилителя;

$K_3$  - коэффициент усиления следящего усилителя;

$B(t)$  - опорный импульсный сигнал следящего усилителя.

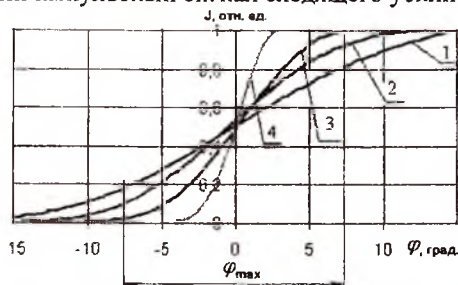


Рис. 1. Вид позиционной характеристики в зависимости от полосы пропускания подвижного СФЭ: 1- $\Delta\lambda=0,07\text{мкм}$ , 2- $\Delta\lambda=0,04\text{мкм}$ , 3- $\Delta\lambda=0,025\text{мкм}$ , 4- $\Delta\lambda=0,01\text{мкм}$

Далее определяем допуски на отклонения параметров элементов датчика по критерию минимума величины основной погрешности.

Общая относительная погрешность датчика, определяется как

$$\delta_c = \sum_{i=1}^n \frac{\partial J(\phi, t)}{\partial x_i} \cdot J(\phi) \cdot \Delta_{ci}, \quad (2)$$

где  $\Delta_{ci}$  – абсолютное отклонение  $i$ -го влияющего фактора;

$x_i$  –  $i$ -ый влияющий фактор.

Рассмотрим составляющие погрешности. Для анализа влияния составляющих погрешности датчика определим коэффициенты чувствительности  $\alpha$  к влияющим факторам (табл. 1).

Таблица 1. Составляющие погрешности МОС-датчика перемещения

№ п/п	Относительный коэффициент чувствительности	Составляющие погрешности МОС-датчика перемещения	Значение
1	$\alpha_{\lambda r1}$	Чувствительность к изменению центральной частоты спектральной характеристики СФЭ	$5 \cdot 10^5$
2	$\alpha_{\lambda r2}$	Чувствительность к изменению центральной частоты спектральной характеристики СФЭ	$5 \cdot 10^5$
3	$\alpha_{\beta}$	Чувствительность к изменению величины начального угла $\beta$	0,65
4	$\alpha_{\alpha}$	Чувствительность к изменению величины начального угла $\alpha$	0,65
5	$\alpha_{Tm1}$	Чувствительность к изменению пропускания в максимуме СФЭ	$-2,12 \cdot 10^{-7}$
6	$\alpha_{Tm2}$	Чувствительность к изменению пропускания в максимуме пропускающего фильтра	$-2,12 \cdot 10^{-7}$
7	$\alpha_{K\tau1}$	Чувствительность к изменению ширины полосы пропускания СФЭ	$-1,614 \cdot 10^6$

Таблица 1. Продолжение

8	$\alpha_{K\tau2}$	Чувствительность к изменению ширины полосы пропускания СФЭ	$-1,612 \cdot 10^6$
9	$\alpha_{\lambda\phi}$	Чувствительность к изменению центральной частоты спектральной характеристики фотодиода	$4,8 \cdot 10^5$
10	$\alpha_{\lambda s}$	Чувствительность к изменению центральной частоты спектральной характеристики фотоприемника	$4,2 \cdot 10^5$
11	$\alpha_{\phi}$	Чувствительность к изменению максимума спектральной характеристики источника излучения	0,132
12	$\alpha_s$	Чувствительность к изменению максимума спектральной характеристики фотодиода	$-1,412 \cdot 10^7$
13	$\alpha_{K\phi}$	Чувствительность к изменению ширины спектральной характеристики источника излучения	$-1,614 \cdot 10^6$
14	$\alpha_{Ks}$	Чувствительность к изменению ширины спектральной характеристики фотоприемника	$-1,614 \cdot 10^6$

15	$\alpha_{к2}$	Чувствительность к изменению коэффициента усиления дифференциального усилителя	0,1
16	$\alpha_{к}$	Чувствительность к изменению коэффициента усиления фотопреобразователя	-0,101
17	$\alpha_{к3}$	Чувствительность к изменению глубины обратной связи	$-1,01 \cdot 10^{-4}$
18	$\alpha_{\phi}$	Чувствительность к неравномерности спектральной характеристики	0,5
19	$\alpha_r$	Чувствительность к изменению спектрального коэффициента пропускания волоконно – оптической линии связи	-0,1

Так как значения коэффициентов чувствительности в табл. 1 имеют разные знаки, то существует возможность минимизации основной погрешности датчика путем распределения допусков на отклонения параметров элементов датчика обратно пропорционально коэффициентам чувствительности. Задачу минимизации основной погрешности датчика запишем в виде:

$$\delta_c = \sum_{i=1}^n \frac{\partial J(\phi, t)}{\partial x_i} \cdot J(\phi) \cdot \Delta_{ci} \rightarrow \min; \quad (3)$$

$$\delta_{\bar{n}} \leq \delta_0 \text{ при ограничениях:}$$

$$J(\phi) - J_{\min}(\phi) = J_0,$$

$$\Delta_{ci \min} \leq \Delta_{\bar{n}i} \leq \Delta_{ci \max}, \quad i=0, 1 \dots n,$$

где  $\Delta_{ci \min}$ ,  $\Delta_{ci \max}$  - минимальное и максимальное значения абсолютного отклонения  $i$ -го влияющего фактора;

$\delta_0$  - допустимое значение относительной погрешности датчика.

Решая задачу минимизации (3), найдем значения допусков на отклонения параметров элементов датчика.

Используя предложенную методику расчета, получили, что для волоконно-оптического датчика угловых перемещений оптимальным значением ширины полосы пропускания СФЭ является величина 20 нм при диапазоне перемещения  $0 \dots 360^\circ$ . При этом в результате распределения допусков на отклонение параметров элементов датчика величина основной относительной погрешности датчика не превосходит 0,2 %.

#### Список использованных источников

1. Матюнин, С.А. Многокомпонентные оптронные структуры [Текст] / С.А. Матюнин. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2001. – 260 с.

2. Матюнин, С.А. Оценка влияния неравномерности спектральных характеристик оптоэлектронных элементов на позиционную характеристику МОС – датчика перемещения [Текст] / С.А. Матюнин, М.Ю. Иноземцев //

3. Степанов, М.В. Функция преобразования дифференциального оптического датчика угловых перемещений с подвижным спектроформирующим элементом [Текст] / М.В. Степанов // Сб. науч. тр. по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2007». Том 2. Технические науки. – Одесса : Черноморье, 2007. – С. 15–18.

4. Степанов, М.В. Волоконно-оптическая система сбора информации на многокомпонентных оптронных структурах [Текст] / М.В. Степанов // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций» / Под ред. И.Г. Мироненко, М.Н. Пиганова. – Самара: Изд-во СГАУ, 2008. – С. 236–239.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ИНТЕРЕСАХ ЭКОНОМИКИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

А.В. Чернов

Некоммерческое партнерство «Поволжский центр космической  
геоинформатики», г. Самара

Некоммерческое партнерство "Поволжский центр космической геоинформатики" (ПЦКГИ) создано в соответствии с постановлением Правительства Самарской области от 27.09.2006 г. № 120. Главные цели создания новой организации - развитие космических информационных технологий для удовлетворения потребностей экономики области, геоинформационная поддержка управленческой деятельности и принятия решений органами власти, развитие рынка услуг в области геоинформатики и космических информационных технологий, обучение студентов и повышение квалификации специалистов. ПЦКГИ позволяет нам найти новые эффективные решения обозначенных выше проблем за счет координации деятельности региональных органов власти, космической индустрии, университета (СГАУ) и высокотехнологичного бизнеса.

ПЦКГИ имеет возможности использовать набор данных дистанционного зондирования (ДДЗ) от спутников, представленных на рис.1. Результаты обработки ДДЗ формируют региональный банк космических снимков (РБКС) для их использования в различных отраслях экономики Самарской области, открытая часть которого доступна пользователям через Интернет. В 2008-2009 году составлено 3 полных покрытия территории области снимками