

В некоторых случаях, если это позволяют условия, при пропадании сигнала датчика, можно выполнять автоматическое включение движения, направленное на возврат механизма в положение, которое механизм покинул.

#### Список использованных источников

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: СИНТЕГ, 1999. -128с.
2. Гречников А.Ф., Гришанов Д.Г. и др. Согласованное управление технологическим комплексом с последовательно соединенными элементами. Самара. Вестник СГАУ, №2, 2003. –с.29-34.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. М.: Наука, 2004.-752с.
4. Ю.В. Псигин. Управление системами и процессами машиностроения. Ульяновск: Ул-ГТУ, 2003. – 76 с..

## ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫЕ МОС-ДАТЧИКИ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛА

Матюнин С.А., Болотин Ю.В.

Экономическая обстановка в стране диктует необходимость повышения конкурентоспособности и качества выпускаемой продукции. В частности, перед разработчиками и промышленностью страны поставлена задача разработки и выпуска воздушных летательных аппаратов (ЛА) 5-го поколения, что невозможно без создания новых планеров, двигательных установок, без совершенствования систем автоматического управления (САУ) ЛА и их элементной базы, в том числе, первичных преобразователей.

Известно, что применение оптоэлектроники позволяет добиться высоких метрологических характеристик первичных преобразователей, их устойчивости к электромагнитным воздействиям, позволяет создавать помехоустойчивые каналы связи, элементы практически идеальной гальванической развязки измерительных, управляющих и силовых цепей и т.д. Например, применение оптоэлектронных датчиков положения объектива слежения в системах звездной (солнечной) ориентации космических аппаратов (КА), не содержащих полупроводниковых электронных элементов, позволяет существенно повысить помехоустойчивость датчиков и каналов связи, а замена электромеханического привода объектива слежения системы прицеливания современного истребителя на оптическое сканирующее устройство – в 2-3 раза повысить быстродействие.

Анализ элементной базы САУ современных ЛА показывает, что более 80% первичных преобразователей представляют собой датчики перемещения резистивного типа с основной погрешностью от 3 до 4%, а масса электрических кабелей составляет величину порядка 10-15% от общей

массы летательного аппарата. Замена этих датчиков на более точные и стабильные волоконно-оптические и замена электрических кабелей связи на ВОЛС позволяют при массе ЛА 15000 кг и полезной нагрузке 3000 кг снизить массу ЛА на 350-400 кг, увеличить дальность полета на 9%, повысить тактико-технические характеристики самолета

Однако, использование оптоэлектронных преобразователей сдерживается наличием у них такого недостатка, как сильная зависимость характеристик от внешних условий. Например, полупроводниковые оптоэлектронные элементы характеризуются низкой температурной стабильностью. Мощность излучения инфракрасных светодиодов снижается в 2-3 раза при увеличении температуры на 100-150 °С, температурный коэффициент изменения чувствительности фоторезисторов составляет величину  $0,2-2\% / ^\circ C$ , а температурный коэффициент изменения чувствительности фотодиодов - 0,1 - 0,5  $\% / ^\circ C$  и т.д. Сильное влияние на характеристики оптоэлектронных устройств оказывают ионизирующее излучение, влажность, вибрационное воздействие, деградация характеристик оптоэлектронных элементов. Наблюдается высокая чувствительность оптоэлектронного тракта к загрязнению оптической системы, изменению степени поглощения излучения, радиационному воздействию. Даже волоконно-оптические датчики, не содержащие полупроводниковых элементов, остаются чувствительными к возникающему во время эксплуатации загрязнению оптической системы, к изменению степени поглощения, к временным изменениям характеристик элементов.

Стабилизация характеристик ОС путем введения дополнительного оптического канала обратной связи не дает особого эффекта, так как требует идентичности изменения под влиянием внешних дестабилизирующих факторов характеристик основного и дополнительного каналов.

Сложные проблемы существуют в канале связи датчиков с вычислительно-управляющим центром. Для согласования датчиков с волоконно-оптическими каналами связи необходимо предварительное преобразование электрических сигналов датчиков в оптические, их спектральное разделение и уплотнение.

Эффективный выход из сложившейся ситуации – применение многокомпонентных оптоэлектронных систем (МОС) и элементов (МОЭ), в которых спектральное кодирование информации, компенсация инструментальных погрешностей и влияния внешних дестабилизирующих факторов осуществляется по оптическому каналу путем взаимодействия спектральных характеристик МОЭ [1, 2]. Данный подход позволяет восполнить существующие пробелы теоретического и прикладного аспектов и обеспечить создание гаммы датчиков и систем контроля параметров перемещения объектов с повышением устойчивости к внешним и внутренним дестабилизирующим факторам в 20...30 раз при существенном

снижение энергетических затрат на стабилизацию.

Проведенный анализ САУ современных ЛА и КА, позволил выявить следующие направления повышения их эффективности:

*повышение устойчивости САУ и их элементов к дестабилизирующим воздействиям;*

- *повышение надежности и степени резервирования САУ;*
- *повышение точности и стабильности первичных преобразователей;*

- *повышение эффективности комплексирования первичных преобразователей;*

- *снижение массы электрических кабелей связи первичных преобразователей с управляющей ЭВМ САУ заменой их на волоконно-оптические линии связи (ВОЛС).*

Анализ известных методов стабилизации характеристик оптоэлектронных элементов и устройств позволил сформулировать общие принципы повышения эффективности стабилизации:

- *разделение параметров, на которые воздействуют информативно-полезные и дестабилизирующие факторы;*

- *использование одних и тех же оптоэлектронных элементов для получения и передачи информативно-полезных воздействий и для компенсации воздействий дестабилизирующих факторов;*

- *использование стабильных оптоэлектронных элементов;*

- *совмещение элементов пространственного и спектрального преобразования (кодирования);*

- *разнесение в пространстве мест установки чувствительных элементов (первичных преобразователей) и блоков электроники (вторичных преобразователей);*

- *организация работы первичных преобразователей на модулированном световом потоке, а блока электроники – на переменном токе.*

В МОС-элементах в качестве тонкопленочных покрытий используются, в основном, различные окислы и соли. Стабильность характеристик этих материалов по сравнению со стабильностью характеристик полупроводниковых оптоэлектронных элементов на несколько порядков лучше. Поэтому, в МОС достаточно эффективно происходит разделение сфер влияния – деградация параметров оптоэлектронных элементов, загрязнение и изменение пропускания оптической системы и оптических каналов связи проявляются, в основном, в виде амплитудной составляющей погрешности. Информативно-полезное воздействие проявляется в изменении частоты (длины волны) максимума пропускания спектроформирующих элементов. Для многих материалов данный параметр, практически, не подвержен влиянию ВДФ [1]. Метод спектрального взаимодействия позволяет реализовать простые, точные и стабильные датчики больших и малых линейных и угловых перемещений (рисунок 2).



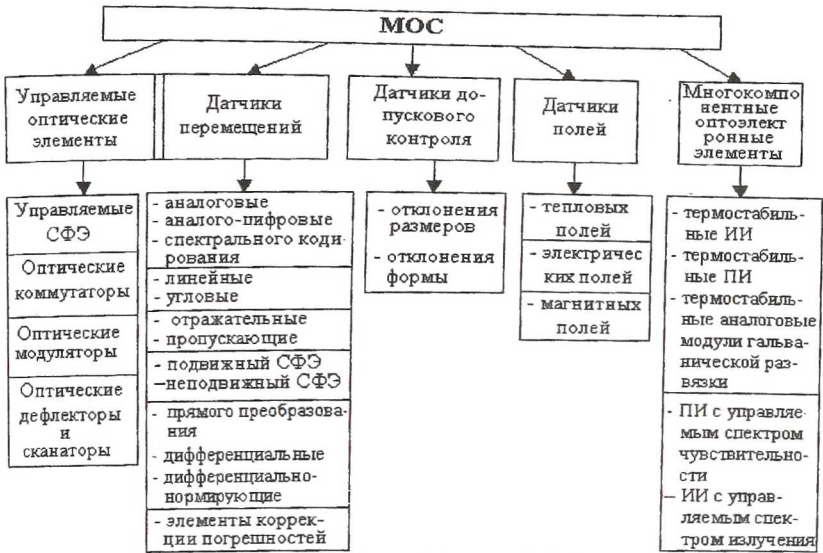


Рисунок 1 – Классификация МОС

Такие датчики состоят из источника излучения, как минимум двух спектроформирующих элементов и приемников излучения. Поскольку спектр выходного сигнала таких датчиков может быть простыми конструктивными мерами разделен, то появляется возможность комплексирования датчиков на общую волоконно-оптическую линию связи без дополнительных элементов спектрального уплотнения (рисунок 2).

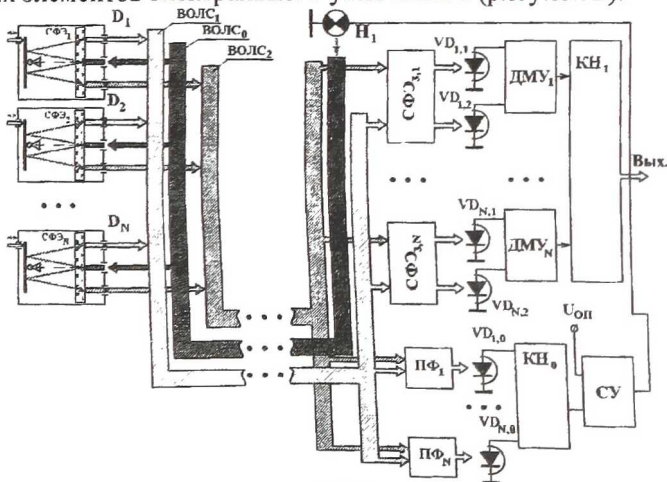


Рисунок 2 – Мультиплексирование МОС-преобразователей на общую ВОЛС

Как показано в [1, 2], деградационные изменения характеристик ОЭЭ и изменение свойств оптической системы приводят к появлению мультипликативной и аддитивной составляющих погрешности. Аддитивная со-

ставляющая погрешности в значительной мере уменьшается организацией работы электронных схем ОЭУ на переменном токе. А для уменьшения мультипликативной составляющей необходимо разделение параметров, на которые действуют информативно-полезные и дестабилизирующие элементы и использование одних и тех же элементов для передачи информативно-полезных и компенсации дестабилизирующих факторов.

На рисунке 3 изображена структурная схема МОС, реализующая указанные условия. Здесь первичный и вторичный преобразователь пространственно разнесены и связаны между собой ВОЛС. Такая компоновка датчика позволила снизить уровень помех, наводимых на канал связи и снизить требования, предъявляемые к блоку электроники. На первичный преобразователь действуют информативно-полезные параметры – результат их действия проявляется в изменении спектра выходного сигнала. Результат действия дестабилизирующих параметров на первичный преобразователь проявляется в изменении пропускания оптической системы – интенсивности светового потока. Во вторичном преобразователе происходит разделение спектральной и амплитудной составляющих. Амплитудная составляющая стабилизируется контуром следящей обратной связи. Спектральная составляющая, в результате взаимодействия со вторым спектроформирующим элементом (СФЭ), преобразуется в прямом канале в выходной сигнал преобразователя. Здесь, на элементах VD1, A1, VD4, A2, A3 собраны дифференциальные усилитель переменного тока информационного канала датчика, а на элементах VD2, A4, A5, VD3 – следящая система стабилизации интенсивности светового потока, падающего на приемники излучения VD1, VD4.

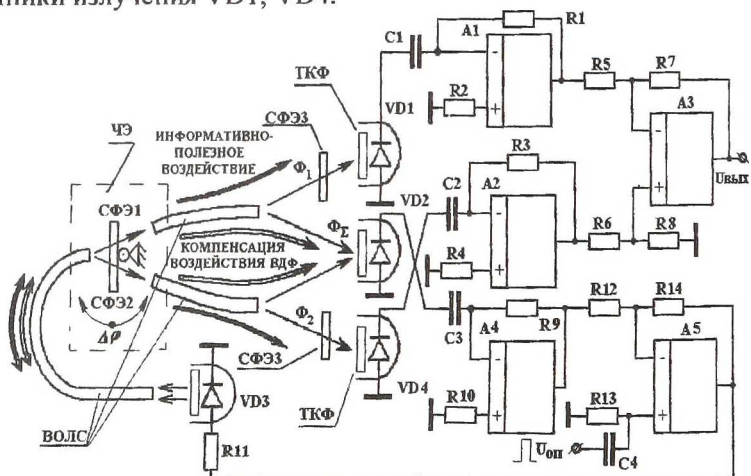


Рисунок 3 – Разделение сфер влияние информативно-полезных и дестабилизирующих воздействий в МОС-преобразователях

Расчеты и экспериментальные исследования показывают высокую эффективность такого решения. Экспериментально достигнуто снижение чувствительности МОС к изменению свойств оптической системы на 37 дБ. На рисунке 4 приведены экспериментальные зависимости выходного сигнала датчика (выходной сигнал усилителя АЗ, рисунок 3) от изменения пропускания оптической системы датчика (загрязнение оптической системы, изменение поглощения волоконно-оптического кабеля связи, а так же изменение квантовой эффективности светодиода  $VD_1$  и чувствительности фотодиода  $VD_2$ ).

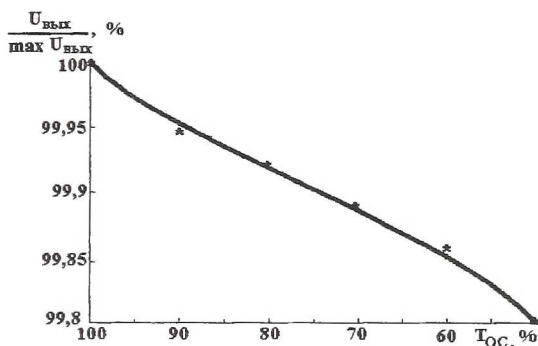


Рисунок 4 – Экспериментальная характеристика чувствительности МОС к изменению пропускания оптической системы

При уменьшении пропускания ОС в два раза выходной сигнал изменяется на 0,014% (подавление 37 дБ).

#### Список использованных источников

1. Матюнин С.А. Многокомпонентные оптронные структуры. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2001. –260 с.
2. Матюнин С.А. Многокомпонентные оптоэлектронные аналоговые и аналого-цифровые преобразователи //Датчик-2001 /Материалы Международной науч. техн. конф. –МГИЭМ, 2001. –С.319-321.

УДК 621.3.019

## СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ МИКРОСБОРОК НА ЭТАПЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Карпов О.В., Пиганов М.Н.

Современные схемы и системы управления качеством базируются на стандартах ИСО семейства 9000 и маркетинга. Основными общими принципами при этом являются: управление качеством на всех этапах жизненного цикла; постоянное повышение качества; сертификация продукции; сертификация систем качества; совершенствование или использование