

СИСТЕМА СБОРА ИНФОРМАЦИИ С МОС–ДАТЧИКОВ СО СПЕКТРАЛЬНЫМ УПЛОТНЕНИЕМ

© 2009 М.В. Степанов

Самарский государственный аэрокосмический университет

Поступила в редакцию 14.04.2009

Рассмотрены вопросы построения системы сбора информации с МОС-датчиков со спектральным уплотнением. Описан принцип работы такой системы.

Ключевые слова: спектральное уплотнение, система сбора информации, МОС - датчик, волоконно-оптическая линия связи, уплотнение каналов

Основными источниками получения информационных сигналов в системах контроля и управления современных летательных аппаратов (ЛА) являются датчики. Такие системы управления имеют в своем составе датчики различных физических величин (перемещения, давления, скорости, ускорения и др.), более 80% из которых представляют собой датчики перемещения резистивного и электромагнитного типов с основной погрешностью 2-5%.

Каждый такой датчик требует для своей работы подвода к нему достаточно стабильного напряжения питания, а так же информационных кабелей. При этом масса электрических кабелей, необходимых для подведения питания и передачи информационных сигналов, составляет 10-15% от общей массы самолета [3].

Новым направлением в разработке элементов авиационных систем контроля и управления является использование датчиков, например, волоконно-оптических, не требующих подвода питающих напряжений, и многоканальных систем сбора информации с датчиков, использующих уплотнение информационных сигналов. Соответственно такие многоканальные системы сбора информации требуют разработки оптоэлектронных датчиков, допускающих их объединение на общую информационную магистраль. Кроме того, отличительными чертами волоконно-оптических датчиков являются:

- отсутствие воздействия на объект измерения;
- высокая устойчивость к электромагнитным помехам;
- высокое быстродействие.

В последнее время в мировой практике появилась концепция построения летательных аппаратов без кабелей или каких-либо механических соединений между двигателем, навигационной сис-

темой и бортовым компьютером (только беспроводная связь для пересылки сообщений между важнейшими системами. Эта технология получила название "fly-by-wireless". При этом остается острым вопрос об электромагнитной совместимости систем самолетов (особенно это актуально при реализации концепции самолета 5-го поколения в вопросе уменьшения заметности самолета) и об их защите от радиотехнических помех.

Выходом из положения может стать использование вместо электрических кабелей волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), способных к одновременной передаче десятков и сотен управляющих сигналов, повышению надежности коммуникационной системы самолета и его помехозащищенности. Также это позволяет снизить массу ЛА, увеличивая тем самым дальность полета и повышая тактико-технические характеристики [3].

Использование ВОЛС, обладающих широким частотным диапазоном, создает возможность для применения различных видов уплотнения. Что позволяет передавать информацию от комплекса датчиков через одну ВОЛС.

В настоящее время совершенствование волоконно-оптических систем передачи в первую очередь связано с развитием технологий спектрального уплотнения каналов WDM (Wavelength Division Multiplexing) [6]. В табл. 1 приведены наиболее распространенные варианты спектрального уплотнения, а на рис. 1 представлено распределение длин волн по диапазонам.

Распределение длин волн по диапазонам оптических каналов систем WDM формируется на основании формулы:

$$f = 193,1 \pm m \cdot 0,1 \text{ (ГГц)},$$

где 193,1 – опорная частота (опорная длина волны 1,55252 нм); m – целое число.

Равномерное распределение оптических каналов систем WDM позволяет оптимизировать работу оптических транспондеров, перестраиваемых лазеров и других устройств систем спект-

Степанов Максим Владимирович, аспирант кафедры электронных систем и устройств
E-mail: st_maxim@mail.ru.

Таблица 1. Варианты спектрального уплотнения

Вид и параметры спектрального уплотнения	CWDM неплотное спектральное уплотнение	DWDM плотное спектральное уплотнение	HDWDM высокоплотное спектральное уплотнение
Расстояние между каналами, нм	20, 25	1,6	0,4
Диапазон	O, E, S, C, L	S, C, L	C, L
Число каналов	максимум 18	десятки-сотни	десятки

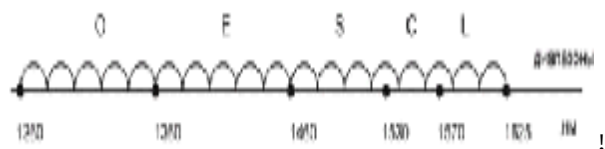


Рис. 1. Распределение длин волн по диапазонам

рального уплотнения в оптической сети связи, а также облегчает возможность ее дальнейшего наращивания.

Кроме диапазонов, представленных на рис. 1, для построения систем сбора информации с МОС-датчиков могут использоваться видимый и ближний инфракрасный диапазоны длин волн 400...1000 нм. Для этих диапазонов характерно относительно высокое затухание в волоконно-оптическом кабеле, составляющее величину более 3 дБ/км. Но, учитывая, что средняя длина самолета не превышает 30...50 м, то при такой длине кабеля затухание в ВОЛС не превысит 0,15 дБ, что соизмеримо с потерями в волоконно-оптических разъемах, разветвителях и других пассивных элементах. Для видимого и ближнего инфракрасного диапазонов длин волн характерно наличие большого количества полупроводниковых источников излучения (рис. 2).

Единственным серьезным недостатком видимого и ближнего инфракрасного диапазонов

длин волн является отсутствие источников и приемников излучения с волоконно-оптическими разъемами, что затруднит ввод излучения в ВОЛС и его вывод.

Структурная схема типичной волоконно-оптической системы сбора информации с датчиков, использующей спектральное уплотнение представлена на рис. 3 [1, 4].

Необходимым и достаточным условием разделения группового сигнала $Y_{гр}$ является линейная независимость канальных сигналов Y_k . В данном случае условие линейной независимости выполня-

ется, так как $\sum_{i=1}^N C_i \cdot Y_{ki} \equiv 0$ справедливо только когда все коэффициенты C_i равны нулю [4].

Недостатком данной волоконно-оптической системы сбора информации является сложность выполнения управляемого источника света и наличие мультиплексора и демультиплексора.

От этого недостатка свободны волоконно-оптической системы сбора информации со спектральным уплотнением с использованием МОС-датчиков (рис. 4) [3, 5].

Система представляет собой ряд рассредоточенных в пространстве МОС-датчиков, соединенных между собой и системой управления общей волоконно-оптической магистралью, на-

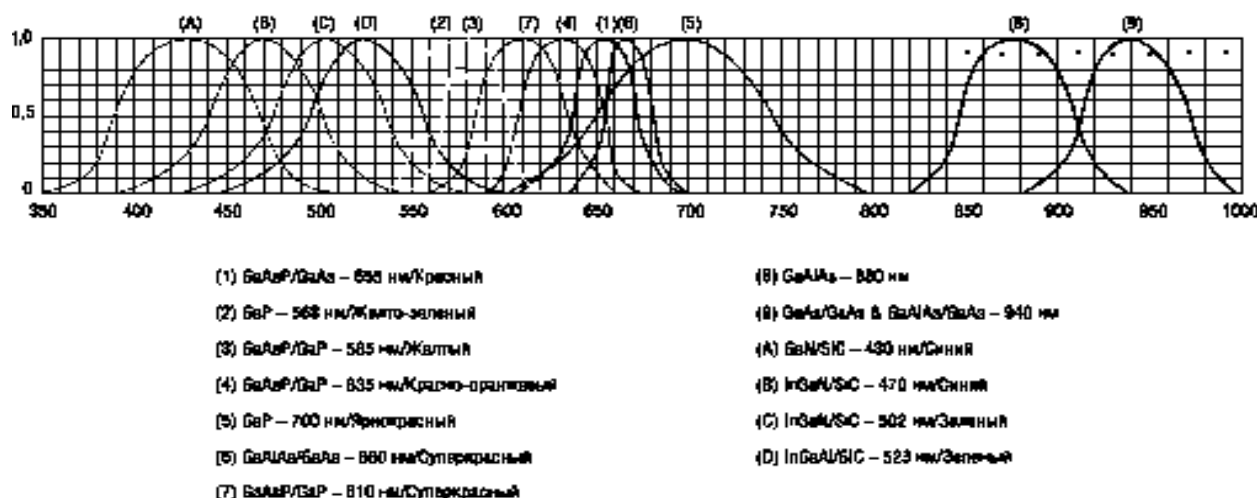


Рис.2. Спектральные характеристики полупроводниковых источников излучения видимого и ближнего инфракрасного диапазонов длин волн

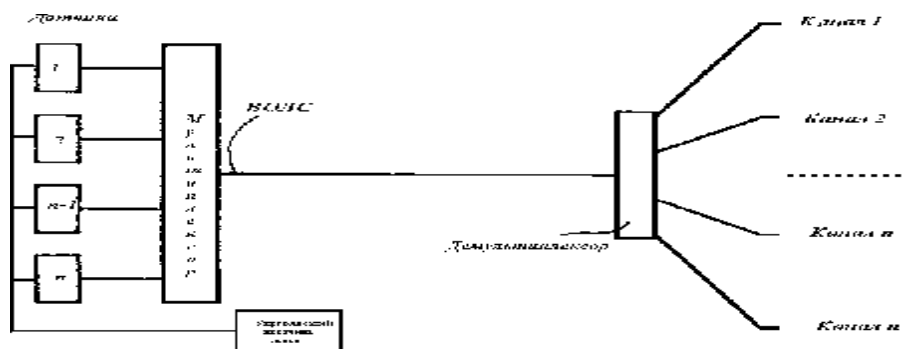


Рис. 3. Типичная волоконно-оптическая система сбора информации с датчиков, использующая спектральное уплотнение

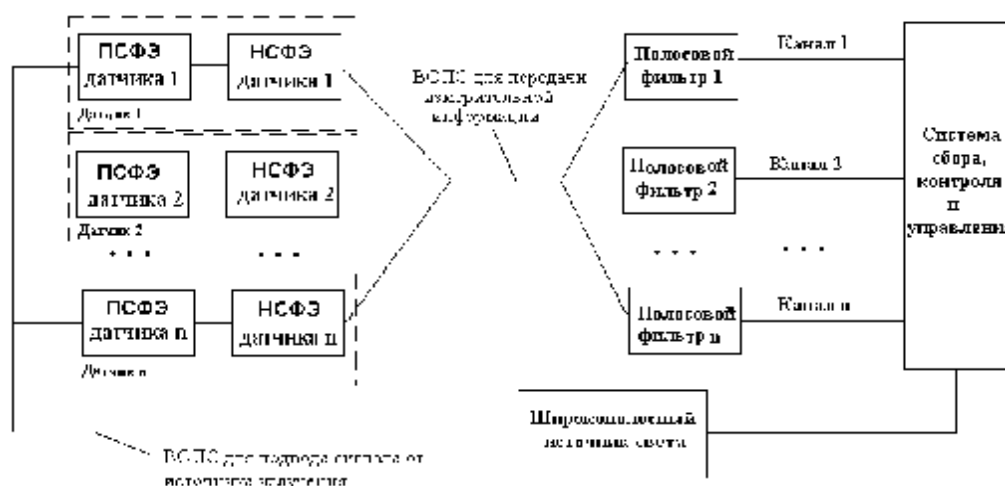


Рис. 4. Структурная схема волоконно-оптической системы сбора информации с МОС-датчиков со спектральным уплотнением (ПСФЭ – подвижный спектроформирующий элемент, НСФЭ – неподвижный спектроформирующий элемент)

пример типа “звезда”. Спектроформирующие элементы (СФЭ) МОС-датчиков проектируются так, что бы диапазоны изменения их спектральных характеристик не пересекались (рис. 5).

При углового перемещении ПСФЭ, связанного с объектом перемещения, относительно НСФЭ изменяется степень перекрытия их спектральных характеристик и, соответственно, выходной сигнал датчика. Расположив элементы оптического блока так, что в исходном положении их спектральные характеристики частично перекрываются, можно вывести “рабочую точку” на линейный участок позиционной характеристики. Кроме того, СФЭ, являясь конструктивными элементами датчиков, выполняют и функции мультиплексора, упрощая всю систему сбора информации и снижая ее стоимость.

Далее сигнал от каждого датчика передается в ВОЛС. На приемной стороне установлен набор полосовых фильтров, выделяющих каналные сигналы, которые поступают в блок сбора информации, контроля и управления.

Выбор ширины полосы пропускания СФЭ

МОС-датчика зависит от измеряемой им физической величины (так для концевых выключателей с уменьшением ширины полосы пропускания СФЭ увеличивается точность срабатывания, а для датчика угловых перемещений с увеличением полосы пропускания СФЭ уменьшается влияние неравномерности спектральных характеристик оптоэлектронных элементов на позиционную характеристику).

От ширины полосы пропускания зависит так же величина нелинейности позиционной характеристики МОС-датчика, энергетические характеристики и т.д. [3, 5].

При этом, в зависимости от вышеуказанных требований спектр сигнала от i -ого датчика системы может занимать как одну спектральную полосу (рис. 1), так и несколько.

В [3] было показано, что для аналогового МОС-датчика перемещения оптимальной является ширина полосы пропускания СФЭ 20 – 40 нм (зависит от величины допустимой погрешности нелинейности позиционной характеристики). А для аналого-цифрового датчика ширина

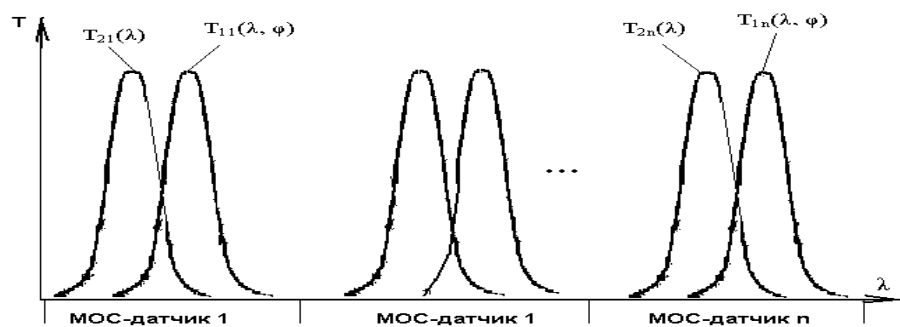


Рис. 5. Распределение спектральных характеристик спектроформирующих элементов МОС-датчиков по длинам волн

Таблица 2. Варианты подключения МОС-датчиков к ВОЛС

Тип датчика	Используемые диапазоны длин волн, нм		Количество датчиков	
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 1	Вариант 2
Аналоговый	400... 1000	400... 1000	Более 19	Более 15
	1260... 1460	-		
Аналого-цифровой	1460... 1625	1260... 1460	13 (12-разрядных)	30 (12-разрядных)
	-	1460... 1625		

полосы пропускания составляет может составлять величину менее 1 нм.

В табл. 2 проведена оценка максимального количества датчиков, подключаемых к одному оптическому волокну для ЛА типа МИГ-29.

Из анализа [2,4] и таблицы 2 можно сделать вывод, что одного оптического волокна достаточно для сбора информации с датчиков системы автоматического управления и системы ограничительных сигналов современных самолетов (например, МиГ – 29), при условии, что все датчики построены на основе спектрального взаимодействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2313827 Российская Федерация, МПК⁷ G 06 F

17/40, G 06 F 7/00. Система сбора и регистрации полетной информации [Текст] / Скубилин М.Д.; заявитель и патентообладатель Скубилин М.Д. - №2006128667/09; заявл. 07.08.06, Бюл. № 36 (II ч.). - 3 с.: ил.

2. Воробьев В.Г., Глухов В.В. и др. Авиационные приборы и измерительные. М.: Транспорт, 1981. 391 с.
3. Матюнин С.А. Многокомпонентные оптронные структуры. Самара: Самарский научный центр РАН, 2001. 260 с.
4. Борисов В.А., Калмыков В.В., Ковальчук Я.М. и др. Радиотехнические системы передачи информации: учеб. пособие для вузов. М.: Радио и связь, 1990. 304 с.
5. Степанов М.В. Волоконно-оптическая система сбора информации на многокомпонентных оптронных структурах // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций». Самара: Изд-во СГАУ, 2008. С. 236–239.
6. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. М.: Техносфера, 2007. 512 с.

SYSTEM OF COLLECTING INFORMATION FROM OF MULTICOMPONENT OPTICAL STRUCTURE SENSOR WITH WAVE-LENGTH MULTIPLEXING

© 2009 M.V. Stepanov

Samara State Aerospace University

In this article the problems of construction of system of collecting information from of multicomponent optical structure sensor with wave-length multiplexing are concerned and the principles of system's action are described.

Key words: spectral compaction, system of the collection to information, multicomponent optical structure sensor, fiber-optic communication link, compaction channel

Maxim Stepanov, Graduate Student at the Electronic Systems and Devices Department
E-mail: st_maxim@mail.ru.