

Рисунок 5 – ЛАФЧХ замкнутого контура стабилизации

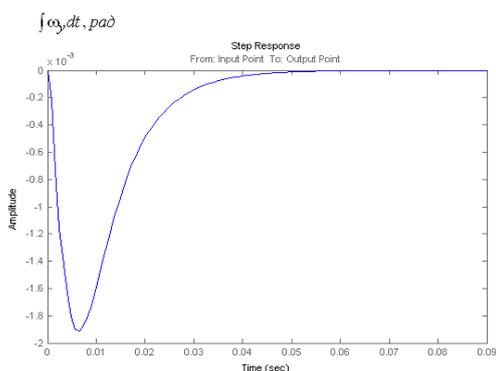


Рисунок 6 – Реакция на единичное ступенчатое возмущение

Заключение. Реализация усилительно-преобразующих трактов контуров стабилизации ГС,

УДК 621.382

БАЗОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ ШИРОКОДИАПАЗОННЫХ ОДНОЭЛЕМЕНТНЫХ ФОТОПРИЕМНИКОВ

Воробей Р.И.¹, Гусев О.К.¹, Свистун А.И.¹, Жуковский П.², Тявловский А.К.¹, Тявловский К.Л.¹,
Шадурская Л.И.¹

¹Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

²Люблинский технический университет
Люблин, Польша

Измерительные преобразователи современных интеллектуальных систем оптической диагностики должны автоматически оценивать параметры оптического сигнала и переключаться между различными диапазонами энергетической и спектральной характеристик чувствительности, осуществлять пространственный контроль измеряемых параметров. Даже при использовании многофункциональных фотоэлектрических преобразователей это требует применения нескольких фотоприемников и сложных алгоритмов обработки измерительных сигналов.

В основе предлагаемых для построения измерительных преобразователей систем оптической

которая предложена в работе, позволяет повысить точность функционирования двухосного индикаторного управляемого ГС на датчиках угловой скорости.

Литература

1. Малютин, Д.М. Комбинированная двухосная гироскопикаль / Д.М. Малютин // Авиакосмическое приборостроение. – 2005. – № 3. – С. 6–10.
2. Патент РФ на полезную модель № 120491 МПК G01C 10/00. Двухосный индикаторный гиросtabilизатор / М.Д. Малютин, Д.М. Малютин. – Опубл. 20.09.2012.
3. Пельпор, Д.С. Расчёт и проектирование гироскопических стабилизаторов / Д.С. Пельпор, Ю.А. Колосов, Е.Р. Рахтеенко. – М.: Машиностроение, 1972. – 325 с.
4. Малютин, Д.М. Управляемый гиросtabilизатор повышенной точности на микромеханических чувствительных элементах / Д.М. Малютин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2018. – № 6. – С. 326–339.
5. Малютин Д.М. Динамические характеристики управляемого гиросtabilизатора на датчиках угловой скорости / Д.М. Малютин // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2018. – № 6(332). – С. 126–141.
6. Гордиенко, В.И. Двухосный гиросtabilизатор поля зрения на микроэлектромеханических гироскопах / В.И. Гордиенко, А.Г. Голуб // Механика гироскопических систем. – 2014. – № 28. – С. 45–49.
7. Распопов, В.Я. Гироскопы в системах гироскопической стабилизации / В.Я. Распопов, Д.М. Малютин, Ю.В. Иванов // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2009. – № 7 (148). – С. 52–58.

диагностики фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) лежит физическая интеграция процессов внутри объема чувствительного элемента. При этом, относительная сложность физических процессов при перезарядке нескольких энергетических уровней многозарядной глубокой примеси позволяет реализовать многофункциональность фотоэлектрического преобразователя при простой конструкции чувствительного элемента [1]. Физической основой работы объемно перезаряжаемых светом или электрическим смещением структур является изменение времени жизни и подвижности неравновесных носителей заряда в результате их перераспределения по уровням ре-

комбинации и прилипания многозарядной примеси. Причем для полупроводников с примесью акцепторного типа изменение постоянных времени жизни и рекомбинации достигает нескольких десятичных порядков [1]. В фотоприемниках, слабо легированных рядом примесей с акцепторными свойствами, примесь формирует два или три глубоких уровня в нескольких зарядовых состояниях. При этом характеристики приборной структуры с глубокими многозарядными примесями определяются, в основном, характером рекомбинационных процессов через уровни примеси. Такая структура представляет собой по существу функциональный преобразователь, в котором взаимосвязь нескольких параметров, характеризующих оптический измерительный сигнал, дает возможность функционального выражения одной физической величины через другую и использования прибора в качестве фотоприемника для сравнения интенсивностей излучения в разных спектральных диапазонах, детектора длины волны монохроматического излучения, координатно-чувствительного элемента и др. [2]. Характеристиками: функциональностью и параметрами ФЭП можно управлять выбором структуры и материала основного полупроводника, технологией изготовления, режимами питания и смещения, дополнительным оптическим излучением. Структура многофункционального датчика, используемого в составе измерительных преобразователей систем оптической диагностики, может включать совокупность одного или нескольких конструктивно объединенных чувствительных элементов, размещенных в зоне действия нескольких физических величин, а также формирующих соответствующие сигналы посредством преобразовательных (передаточных) функций. Для управления функциями преобразования и переключения между поддиапазонами измерения используются различные управляющие сигналы и воздействия (рисунок 1). Высокие метрологические характеристики, а в ряде случаев и сама возможность выполнения достоверных измерений, реализуются при учете и компенсации дополнительных внешних и внутренних факторов, непосредственно не входящих в измерительный сигнал S .

В измерительном преобразователе системы оптической диагностики сигнал с выхода ФЭП поступает на входы микроконтроллера МК, содержащего встроенные узлы АЦП, ЦАП, адаптеры интерфейсов для связи с остальными узлами системы оптической диагностики. МК выполняет формирование управляющих сигналов для изменения режимов работы и питания ФЭП, может производить и простые операции предварительной обработки информации, в том числе, в зависимости от результата предыдущих процедур из-

мерения. Формирование сигналов управления может производиться или только под действием программы, или в зависимости от сигналов датчиков состояния окружающей среды и внутренних узлов измерительного преобразователя. Выходным сигналом измерительного преобразователя является совокупность значений измерительного сигнала D , содержащая информацию о значимых параметрах образа S^* входного оптического сигнала S .

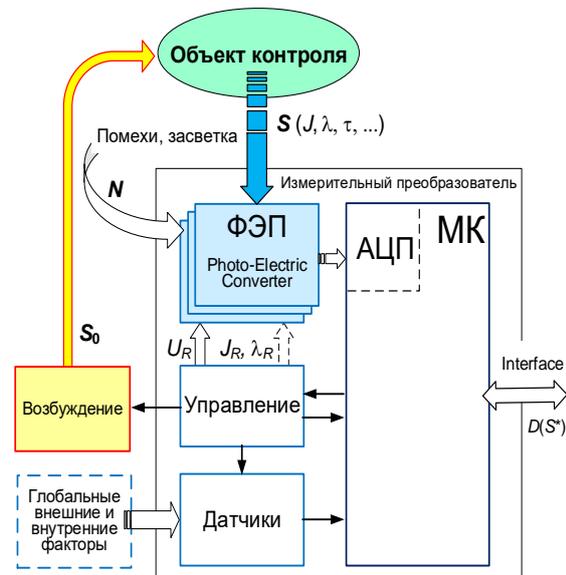


Рисунок 1 – Схема многофункционального измерительного преобразователя системы оптической диагностики

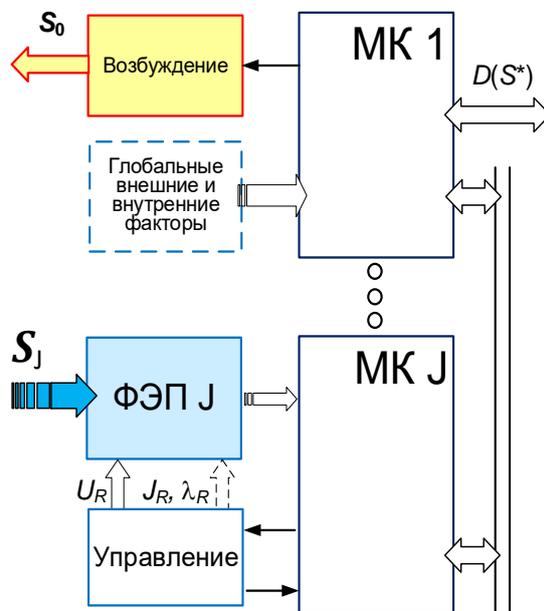


Рисунок 2 – Схема многофункционального измерительного преобразователя на нескольких микроконтроллерах

Увеличение количества обрабатываемых информационных сигналов и существенное усложнение алгоритма измерительной процедуры делает целесообразным построение измерительного преобразователя на базе нескольких микроконтроллеров с двухуровневой иерархической структурой. При этом каждый микроконтроллер обрабатывает измерительную и управляющую информацию, относящуюся к одному фотоэлектрическому преобразователю или одному типу ФЭП. Электрически микроконтроллеры могут быть соединены между собой магистральным или радиальным интерфейсами, а логически управляющие микроконтроллерами и общим процессом измерения целесообразно организовать в конфигурации «звезда». Интерфейс измерительного преобразователя с информационно-измерительной системой можно организовать через любой из микроконтроллеров, но удобнее это сделать с использованием главного микроконтроллера, например МК 1, управляющего общим алгоритмом измерения (рисунок 2). При этом главный микроконтроллер будет освобожден от многочисленных и разнообразных частичных алгоритмов выполнения процедур измерения каждого из функциональных ФЭП. Общая задача обработки измерительного сигнала S разбивается на несколько J частных задач измерения сигналов S_j . Обработка данных об изменении неинформационных факторов и выработка сигналов управления возбуждением самого объекта контроля может быть возложена как на главный микроконтроллер МК1, так и на один из МК нижнего иерархического уровня. Благодаря разделению задач измерения многопараметрического информационного сигнала на несколько групп с одним

или малым числом параметров и параллельному разделению их обработки между несколькими микроконтроллерами на выходе каждого из микроконтроллеров в каждый момент времени присутствует информация о результате измерения по каждой частичной группе параметров S_j , что существенно снижает время измерения информационного сигнала S .

Несмотря на простоту конструкции ФЭП на основе полупроводников с собственной фотопроводимостью, на их основе можно построить ряд многофункциональных одноэлементных сенсоров, чувствительных к нескольким параметрам оптического излучения и к другим воздействующим факторам [2]. Оптимальная структура многофункционального измерительного преобразователя может включать совокупность нескольких чувствительных элементов, размещенных в зоне действия нескольких физических величин, формирующих соответствующие сигналы, обрабатываемых мультипроцессорной иерархической схемой обработки измерительной информации.

Литература

1. Vorobey, R.I. / R.I. Vorobey, O.K. Gusev, A.K. Tyavlovsky, K.L. Tyavlovsky, A.I. Svistun, L.I. Shadurskaya, N.V. Yarzhebbitskaya, K. Kierczynski // Photoelectric semiconductor converters with a large dynamic range. // Przegląd elektrotechniczny, – Nr 5/2014, – Pp. 75–78.
2. Воробей, Р.И. Измерительные преобразователи систем оптической диагностики с многофункциональными фотоприемниками / Р.И. Воробей, О.К. Гусев, А.И. Свистун, А.К. Тявловский, К.Л. Тявловский, Л.И. Шадурская // Приборы и методы измерений, 2018. – № 3. – С. 215–226.

УДК 003.26.004.7.004.9

МОДЕЛИРУЮЩИЙ СТЕНД ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГРАЖДАНСКОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Медведев Н.В.

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
Москва, Российская Федерация*

Введение. Объектом исследования являются средства защиты информации комплексов связи и навигации самолета, обеспечивающие безопасность всех этапов полета гражданского воздушного судна. В статье представлен разработанный в МГТУ имени Н.Э. Баумана программно-моделирующий стенд исследования подсистемы информационной безопасности (ИБ) воздушного судна, обеспечивающий разработку имитационных моделей угроз информационной безопасности элементов, оценку ИБ оборудования воздушного судна [1].

Программно-моделирующий стенд демонстрирует безопасную работу элементов оборудования ВС, позволяя осуществлять мониторинг их

технического состояния. Разработанное программное обеспечение (ПО) стенда исследования ИБ гражданского воздушного судна позволяет провести комплексирование элементов программного осуществлять мониторинг работы средств защиты информации (СЗИ) на всех этапах полета.

Исследования, проведенные в МГТУ имени Н.Э. Баумана в ходе выполнения ряда НИР сделали возможным сформулировать следующие требования к стенду исследования информационной безопасности воздушного судна:

Моделирующий стенд. Стенд исследования ИБ воздушного судна представляет собой программный имитатор, моделирующий потоки