

2. Ввиду установленного размера файлов, при малом размере файл дополняется нулями (без изменения размера самого файла), а при превышении произойдёт ошибка;

3. Поиск медленный, и осуществляется по именам без ХЭШ обработки, но в приоритете типа файл / папка. Т.е. сканируются строки с определённым ID объекта.

В дальнейшей работе планируется ускорение алгоритмов поиска и полноценная отладка на разных микросхемах NAND FLASH.

Список использованных источников

1. Сухачев К.И., Григорьев Д.П., Исмагилова Е.В. Разработка микроконтроллерного FPU ядра на базе ПЛИС для научной космической аппаратуры // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". — 2023. — Т. 16. № 5. — С. 12-23

2. Сухачев К.И., Григорьев Д.П. Модель микроконтроллерного FPU ядра на базе FPGA для научной космической аппаратуры // Всероссийская научно-техническая конференция "Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций". – 2023. – С. 29-31

3. Григорьев Д.П., Сухачев К.И. Структура компилятора и прошивки под микроконтроллерное FPU ядро на базе FPGA для научной космической аппаратуры // Всероссийская научно-техническая конференция "Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций". – 2023. – С. 26-28

Григорьев Данил Павлович, м.н.с. ИКП-214, аспирант гр. А302.  
E-mail: grigorev.dp@ssau.ru

УДК 621.396.41

## **ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ**

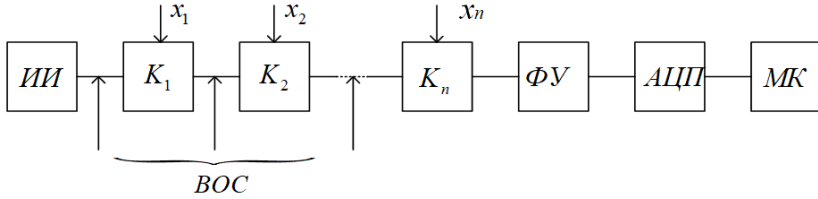
В.М. Гречишников, А.Е. Капитуров

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

Перспективную группу преобразователей информации в составе систем контроля и диагностики сложных промышленных объектов представляют мультисенсорные преобразователи бинарных механических сигналов в электрические. Такие преобразователи предназначены для контроля конечных положений объектов управления в 2D и 3D пространствах. Ранее была предложена конструкция мультисенсорного преобразователя на основе волоконно-оптического цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) с последовательной структурой, использующего аналоговую схему логарифмического усилителя [1]. Указанное обстоятельство ограничивает информационную емкость устройства на

уровне всего лишь 2...3 бит, что снижает возможности его практического применения. В связи с этим, предложена схема преобразователя с микропроцессорной схемой логарифмирования сигнала. Преимущество данного подхода заключается в том, что при математической обработке цифровых сигналов не накладываются требования по физическому диапазону их изменения, что создает потенциальные возможности увеличения информационной емкости.

Структурная схема мультисенсорного преобразователя приведена на рисунке 1.



АЦП – аналого-цифровой преобразователь, ВОС – волоконно-оптические световоды, ИИ – источник излучения, МК – микроконтроллер, ФУ – фотоусилитель

Рисунок 1 – Структурная схема мультисенсорного преобразователя

Преобразователь информации содержит последовательно соединенные с помощью волоконно-оптических световодов ВОС источник излучения ИИ, регулируемые оптические переключатели  $K_1, K_2, \dots, K_n$ , ( $n$  – число входных бинарных механических сигналов), фотоусилитель ФУ, аналого-цифровой преобразователь АЦП и микроконтроллер МК. Оптические переключатели предназначены для переключения поступающих на них оптических сигналов и умножения входных сигналов на весовой коэффициент

$$K_i = \frac{1}{2^{i-1}} \leq 1, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Оптический сигнал после прохождения через оптические ключи подается на фотоусилитель ФУ, преобразовывающий фототок в пропорциональное напряжение, которое оцифровывается в АЦП и передается для обработки в МК. С выхода МК снимается выходной электрический код преобразователя, значения разрядных цифр которого однозначно соответствуют значениям разрядных цифр входного механического кода.

По структурной схеме мультисенсорного преобразователя (рис. 1) видно, что основные ограничения при реализации данного устройства накладывают энергетические потери в ВОЛС [2], собственные шумы излучателя, фотоусилителя и нестабильность питания АЦП [3]. В связи с этим может уменьшаться информационная емкость. Волоконно-оптическая часть преобразователя может быть выполнена на стандартном

одномодовом волокне с использованием промышленных оптических разъемов. В качестве излучателя могут быть использованы лазерные диоды непрерывного излучения с номинальной мощностью 5-10 мВт. Схему фотоусилителя предпочтительно реализовывать на операционном усилителе (ОУ), поскольку он имеет достаточно большой коэффициент усиления, ограниченный зачастую напряжением питания. Большинство популярных современных малошумящих ОУ имеют уровень собственных шумов равный 5-8 нВ, что при стандартном опорном напряжении 5В не позволяет использовать современные 32-разрядные АЦП. Для этих целей имеет смысл использовать специализированные малошумящие ОУ, например AD797 [4], собственные шумы которого не превышают 1-1,2нВ. Пользуясь выражением (1), можно найти наименьший входной сигнал АЦП  $U_{\min}^*$  при  $E_{on} = 5В$  для входного механического кода с максимальным числом разрядов  $n = 5$ :

$$U_{\min}^* = \frac{E_{on}}{2^{2^n - 1}} = \frac{5}{2^{2^5 - 1}} \approx 2,5нВ. \quad (1)$$

В данном случае собственные шумы ОУ не превышают наименьший входной сигнал АЦП.

Также немаловажное ограничение на реализацию данного устройства накладывает дрейф напряжения смещения АЦП, равный 1 нВ/°С для ADS1262 [5].

Учитывая вышесказанное, мультисенсорный преобразователь информации на основе волоконно-оптического ЦАП с последовательной структурой может поддерживать максимальное число разрядов входного механического кода  $n = 5$ . Вариантом повышения информационной емкости мультисенсорного преобразователя информации также может являться использование секционированной структуры ВОЛС и использование на входе АЦП электронного коммутатора [6].

В заключение доклада сформулированы более подробные требования к элементной базе, используемой на практике для реализации преобразователя.

#### Список использованных источников

1. Гречишников В.М., Капитуров А.Е., Нерсисян К.Б. и др. Мультисенсорный волоконно-оптический преобразователь бинарных механических сигналов // Надежность и качество сложных систем. — 2022. — № 3 (39). — С. 95-103
2. Гречишников В.М. Схемотехника волоконно-оптических устройств: учеб. пособие / В.М. Гречишников. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 172 с.: ил.
3. Гречишников В.М. Метрология, стандартизация и технические измерения: учеб. пособие / В.М. Гречишников. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2023. – 220 с.: ил.
4. AD797. URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/48364/AD/AD797.html>
5. ADS1262. URL: <http://www.ebvnews.ru/technical/texas-instruments/6662.html>

6. Гречишников В.М., Комаров Е.Г. Повышение информационной ёмкости волоконно-оптического мультисенсорного преобразователя бинарных механических сигналов в электрические // Измерительная техника. — 2020. — № 9. — С. 15-23

УДК 681.586.732

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОУ НА ИЗМЕРЕННЫЕ УГЛЫ ДАТЧИКА СОЛНЦА

В.А. Олейничук

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

**Ключевые слова:** операционный усилитель, точность, дрейф нуля.

Определение точных углов положения солнца является критически важным для многих приложений, таких как солнечные панели, солнечные коллекторы и другие системы, зависящие от солнечной энергии. Для точного определения положения солнца используются датчики солнца, которые измеряют углы между направлением на солнце и направлением на землю [2]. Однако, точность измерения углов зависит от многих факторов, включая точностные характеристики операционных усилителей (ОУ). ОУ используется для усиления сигналов, полученных от датчиков солнца, и для их обработки. Погрешности, связанные с ОУ, могут значительно повлиять на точность измерения углов.

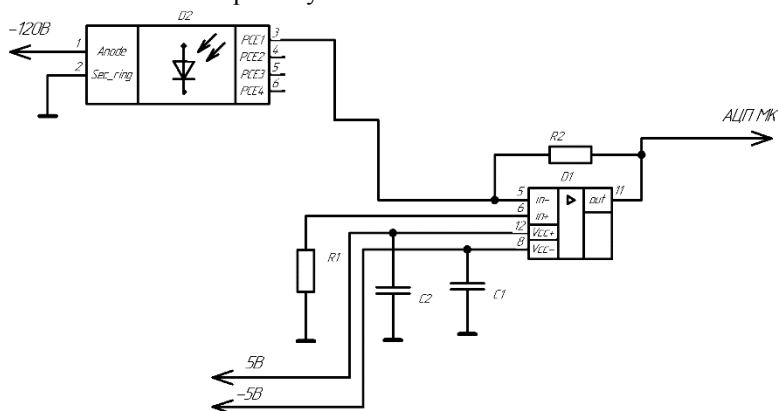


Рисунок 1 – Схема преобразователя тока в напряжение

Датчик солнца вынужден работать в условиях изменения температуры в диапазоне от  $-150$  до  $+150^{\circ}\text{C}$ . В таких условиях сильно выражено влияние дрейфа нуля выходного напряжения. Дрейф при различных значениях температуры может иметь различную величину и даже знак. Поэтому в справочниках дается либо среднее, либо максимальное значение дрейфа в