

процессы строительных и других машин в широком диапазоне их геометрических и кинематических параметров при варьировании характеристик грунтовой среды в реальном режиме времени, подключая до 32 измерительных каналов. Потребительские качества устройства и разработанная программа обработки данных обеспечивают удобство в пользовании, гарантируют высокую точность измеряемых характеристик и сохранность результатов экспериментов [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Швец В.А., Шестакова В.В., Бурцева Н.В., Мелешко Т.В. Одноплатные микроконтроллеры. Проектирование и применение.– М.: МК-Пресс, 2005.– 304 с.
2. Шилд Герберт. Полный справочник по С#. Пер. с англ.– М.: Издательский дом "Вильямс", 2004.– 752 с.
3. Сукач М.К., Хоменко Н.Ф., Литвиненко И.Н. Автоматизована система підготовки та оптимізації застосування будівельної техніки.– Гірн., буд., дор. та меліорат. машини, 2012, № 80, 72-77.

УДК 676.22.017

Е. А. Зайцев, вед. науч. сотр., д-р техн. наук  
(Институт электродинамики НАН Украины, г. Киев)

#### **МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ С ПРОСТРАНСТВЕННО- РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМОЙ СЕНСОРОВ**

Обеспечение бесперебойности и высокой надежности работы любого технологического оборудования требует использования средств получения информации о состоянии объекта наблюдения. Для обеспечения непрерывного сбора и обработки данных применяется гамма специализированных сенсоров. При этом, в большинстве случаев, сенсоры располагаются на значительном расстоянии друг от друга и от базовой станции обработки данных, образуя, таким образом, пространственно-распределенную сеть. Перспективным направлением при реализации подобных сетей есть использование оптоволоконной связи в совокупности с технологиями Energy Harvesting[1]. Применения такой гибридной технологии позволяет[2-4]:

- организовать гальваническую развязку между сенсорами и подсистемой сбора и управления системы технической диагностики.
- предотвратить воздействие электромагнитных помех на передаваемые информационные сигналы;
- произвести замену медных кабелей на легкое оптоволокно;

– предотвратить возникновения электрических искр между линиями передачи информационных сигналов и расположенными рядом с ней объектами;

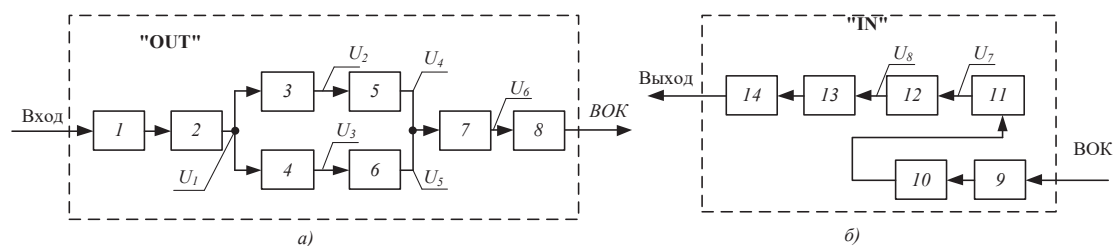
– обеспечить высочайшую надежность системы диагностики;

– реализовать передачу энергии по оптоволоконной линии.

Для реализации интеграции передачи энергии и данных в [5] автором рассмотрена возможная конфигурация системы. В случае практической реализации предложенной структуры, как показано в [6], возникла необходимость в разработке метода формирования сигналов и его согласованного приема.

Исходя из вышеприведенного, в докладе рассматриваются метод реализации формирования информационных сигналов оптоэлектронного преобразователя в системах технической диагностики с пространственно-распределенной системой сенсоров.

Оптоэлектронный преобразователь конструктивно состоит из двух частей: "OUT" (рис. 1, а), содержащий блоки 1-8, и "IN" (рис. 1, б) в состав, которого входят блоки 9-14. Часть "IN" предназначена для преобразования кода NRZ в оптический код для передачи по волоконно-оптическому кабелю (ВОК), а часть «OUT» - для обратного преобразования оптического сигнала с ВОК в код типа NRZ. На блок-схеме ОЭП (рис. 1) показано: 1, 14 - гальванические развязки и соответствующие интерфейсы; 2,5,6,11 - буферы на логических элементах; 3, 4 - дифференциальные звенья 7 - логический элемент "ИЛИ"; 8 - волоконно-оптический передатчик; 9 - волоконно-оптический приемник; 10 - полосовой фильтр; 12 - преобразователь; 13 - анализатор.

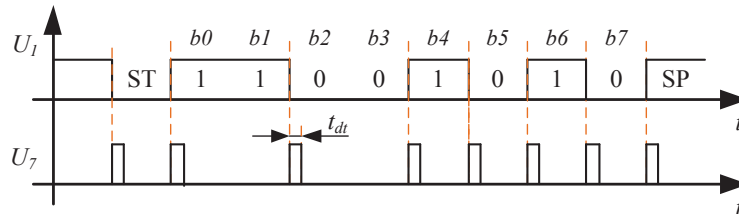


а) выходной каскад, б) входной каскад

**Рисунок 1 – Блок-схема оптоэлектронного преобразователя**

Принцип действия преобразователя подробно рассмотрен в [6], недостатком представленной схемы есть необходимость использования интегрирующих и дифференцирующих цепочек, параметры которых зависят от точности подбора пассивных аналоговых компонентов. Такого недостатка лишена схема, в которой элементы 1, 2, 3, и 4 образующие дифференциальное звено выполнены на триггерах Шмитта SN74LVC1G17. Буфер в таком случае выполняет функцию задержки

для формирования импульсов длительностью  $t_{dt}$  уровня ТТЛ. Промежуточная длительность задержки  $t_{dt}$  определяется характеристиками логических микросхем. Как логический элемент, применен элемент 5 - "исключающее ИЛИ". Для практической реализации использовано логический элемент SN74LVC1G86. Временная диаграмма дифференциального звена приведена на рис. 2. С выхода 7 импульсные сигналы непосредственно подаются на волоконно-оптический передатчик 8.



**Рисунок 2 – Временные диаграммы**

В процессе проведения экспериментальных исследований опытного образца (рис. 3) было установлено, что максимальная дальностью передачи данных может составлять до 1000 метров.



**Рисунок 3 – Макетный образец**

Разработанный макетный образец преобразователя представлен на рис. 3, где: 1.1, 2.1 - приемник; 1.2, 2.2 - передатчик; 3.1, 3.2 - блок питания; 4 - волоконно-оптическая линия связи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хужаниёзов М.О. Обзор технологии "Energy Harvesting" и перспективы ее применения. Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития. 2016. Том. 12. С. 127-132
2. Зайцев Є.О., Левицький А.С. Способи живлення гібридних волоконно-оптичних вимірювачів контрольно-діагностичних параметрів гідроенергетик. Гідроенергетика України. 2017. №1-2. С.14–19.
3. Zaitsev I.O. Hybrid capacitive sensor for hydro- and turbo generator monitoring system/ I.O. Zaitsev, A.S.Levytskyi, B.A. Kromplyas // Pro-

ceedings of the International conference on modern electrical and energy system (MEES-17) November 15 – 17, 2017. P.288-291.

4. Helmers H., Armbruster C., Ravenstein M., Derix D., Schöner C. 6-W Optical Power Link With Integrated Optical Data Transmission. IEEE Transactions on power electronics, VOL. 35, NO. 8, 2020. pp. 7904-7909.

5. Zaitsev Ie., Levytskyi A. Hybrid electro-optic capacitive sensors for the fault diagnostic system of power hydrogenerator. Clean Generators - Advances in Modeling of Hydro and Wind Generators / за ред. Dr. A. Ebrahimi. 185 p.: Intechopen, 2020, P. 25-42.

6. Information signals opto-electronic converter for hybrid electro-optical sensor for turbogenerator stator core pressing stabilization systems / Zaitsev I.O., Levytskyi A.S., Zhukynskyi I.M., Kromplyas B.A. / Measuring and computing devices in technological processes. 2017. № 4. pp. 31–37.

УДК 676.22.017

В. В. Кучанский, ст. науч. сотр., канд. техн. наук  
(Институт электродинамики НАН Украины, г. Киев)

### **АППРОКСИМАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИВЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

Перспективное проектирование электрических систем заключается в обосновании схем развития сетей, выборе состава и параметров входящих в них объектов и сроков их сооружения [1-2]. Задача оптимизации схем сети заключается в обеспечении минимума затрат на строительство и эксплуатацию всех электросетевых объектов при соблюдении нормированных требований к качеству и надежности электроснабжения [3]. В качестве критерия оптимальности при решении задачи оптимизации развития электрической сети используют сумму динамических дисконтированных затрат по всем элементам сети вида:

$$Z_{\text{дс}} = \sum_t^T (B_t + K_t - L_t) / (1 + E)^t \quad (1)$$

где  $B_t = B_{\text{ет}} + B_{\text{арпт}} + B_{\text{кпт}}$ ,  $t$  - год фактического осуществления расходов;  $B_t, K_t$  - капиталовложения и ежегодные расходы в год  $t$  расчетного периода;  $E$  - норма дисконта ( $E = 0,1$ );  $T$  - продолжительность периода строительства с расходами изменяющимся за пределами которого капиталовложения не осуществляются и ежегодные расходы постоянные.

Условие оптимальности формулируется в виде минимума суммы динамических дисконтированных затратах по всем элементам сети: