

значении ЭДС солнечного элемента и температуре выводятся на пользовательский интерфейс.

Стенд позволяет исследовать солнечные элементы в режимах: холостого хода, короткого замыкания и с произвольной нагрузкой, имитирующей реальную нагрузку в полевых условиях.

1. I. Peters, S. Karthik, H. Liu, T. Buonassisi, and A. Nobre, "Urban haze and photovoltaics," *Energy and Environmental Science*, vol. 11, no. 10, pp. 3043–3054, 2018.
2. V. Terekhin and A. Lagunov, "Telecommunications equipment power supply in the arctic by means of solar panels," vol. 1767, 2016.
3. A. Lagunov, A. Ladvishchenko and V. Terekhin, "Study of Solar Cells at Low Temperatures in the Arctic", 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019, 8933866, 2019.
4. A. Ladvishchenko and A. Lagunov, "Problems of operation of solar cells at low temperatures in the Arctic", *AIP Conference Proceedings*, 2313, 060010, 2020.
5. A. Lupu, V. Homutescu, D. Balanescu, and A. Popescu, "A review of solar photovoltaic systems cooling technologies," vol. 444, no. 8, 2018.

СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ ПОКАЗАНИЙ ЖИДКОСТНОГО КАЛОРИМЕТРА С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Лобанов Л.Н.¹, Шарыпов К.А.²

¹) Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²) Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук,
г. Екатеринбург, Россия

E-mail: lbnvln@gmail.com

MACHINE VISION BASED LIQUID CALORIMETER READINGS REGISTRATION SYSTEM

Lobanov L.N.¹, Sharypov K.A.²

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²) Institute of Electrophysics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

In this work machine vision based visual registration of liquid calorimeter readings system is described. The system includes meniscus position control unit and controls by program for personal computer.

В настоящее время активно исследуются методы получения мощных СВЧ-импульсов, в связи с чем существует необходимость в измерении их энергии. В релятивистской СВЧ-электронике одним из способов измерения энергии импуль-

сов является применение калориметров, действие которых основано на регистрации изменения параметров рабочего тела, поглощающего энергию СВЧ-излучения. Наиболее распространены жидкостные калориметры, в которых различными методами определяется изменение объема рабочей жидкости [1-3].

Целью данной работы является разработка системы для визуальной регистрации показаний жидкостного калориметра с помощью машинного зрения. Ядром системы является разработанная для ПК программа. С помощью видеокамеры она непрерывно получает изображения капилляра, соединенного с объемом рабочей жидкости калориметра. Используя алгоритмы машинного зрения, программа определяет положение мениска жидкости в капилляре, которое изменяется при поглощении жидкостью энергии СВЧ-излучения. Используя результаты предварительно проведенной калибровки калориметра, данное изменение может быть пересчитано в энергию поглощенного импульса. Кроме того, программа выполняет стабилизацию уровня жидкости в капилляре, формируя электрические сигналы, управляющие питанием элементов Пельтье. Последние нагревают или охлаждают рабочую жидкость, позволяя зафиксировать положение мениска, минимизируя тем самым влияние условий окружающей среды на результаты измерений. Достоинством описываемой системы является возможность ее использования на базе практически любых современных ПК и видеокамер. Более того, генерация управляющих сигналов может быть изменена или удалена вовсе в зависимости от имеющегося в наличии оборудования.

1. Диагностика мощных наносекундных импульсов сверхвысокочастотного излучения / Быков Н.М. [и др.] // Приборы и техника эксперимента. – 1987. – №6. – С. 107-110.
2. Liquid calorimeters for measuring the energy of high-power microwave pulses / Vykhodtsev P.V. [et al.] // Instruments and Experimental Techniques. – 2015. – Т. 58, №. 4. – С. 510-514.
3. Wideband Overmoded Liquid Calorimeter for High-Power Microwaves: Centimeters to Millimeters / Vykhodtsev P.V. [et al.] // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. – 2020. – Т. 70. – С. 1-6.