

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ
В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 537.226.4+538.956

ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛИ ЭНЕРГИИ ЛАЗЕРНЫХ
ИМПУЛЬСОВ С USB-ИНТЕРФЕЙСОМ

© 2013 г. Л. В. Леваш, В. Б. Самойлов, Ю. Г. Птушинский,
О. А. Росновский, В. С. Радько, М. Ю. Ведула

Поступила в редакцию 10.07.2012 г.
После доработки 17.09.2012 г.

DOI: 10.7868/S0032816213030105

Измеритель энергии предназначен для определения параметров цуга импульсов лазерного излучения, а именно одновременного измерения энергии каждого импульса и временных характеристик этой последовательности: частоты повторения и средней мощности пучка в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах спектра.

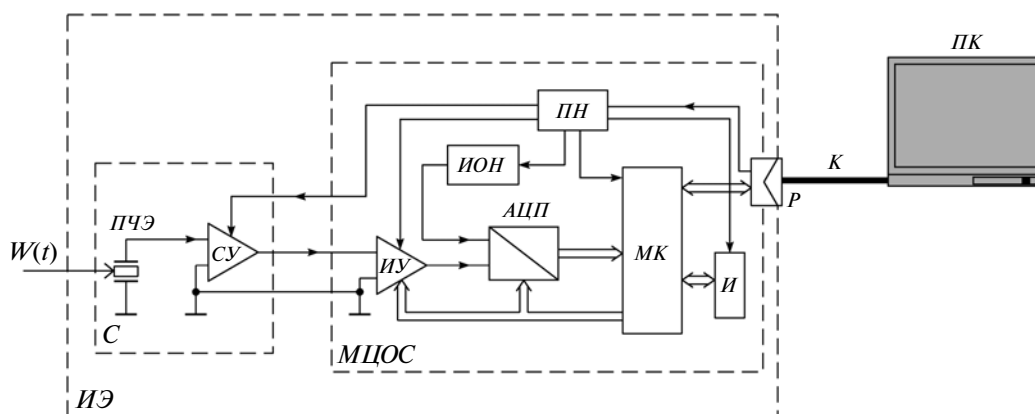
Структурная схема измерителя энергии приведена на рисунке. Измеритель энергии *ИЭ* состоит из размещенных в общем корпусе двух плат: сенсора *С* и модуля цифровой обработки сигналов *МЦОС*. На плате *С* размещен пироэлектрический чувствительный элемент *ПЧЭ*, который преобразует импульсный поток излучения $W(t)$ в импульсы тока, поступающие на согласующий усилитель *СУ*. Выход *СУ* через разъем соединен с входом программируемого инструментального усилителя *ИУ*, расположенного на плате *МЦОС*. Коэффициент усиления *ИУ* устанавливается таким, чтобы максимально приблизить амплитуду сигнала к уровню ± 10 В (диапазон входного сигнала анало-

го-цифрового преобразователя (*АЦП*)), не достигая режима насыщения *АЦП*. Усиленный до оптимального уровня сигнал подается на аналоговый вход *АЦП*.

Управляющим элементом *МЦОС* является микроконтроллер *МК*, который через разъем *Р* и кабель *К* типа USB 2.0 АМ/ВМ осуществляет связь с персональным компьютером *ПК*. Интерфейс USB обеспечивает подачу напряжения питания +5 В от *ПК* к *МЦОС*. Преобразователь напряжения *ПН* преобразует напряжение +5 В в ± 12 В, необходимое для питания *ИУ*, *СУ* и источника опорного напряжения *ИОН*. Вспомогательный интерфейс (*И*) RS-232 служит для программирования и диагностики *МЦОС*.

В процессе измерения энергии импульса лазерного излучения *МК* выполняет следующие функции:

- управление работой *ИУ* и *АЦП*;
- прием данных от *АЦП* и их предварительная обработка в режиме реального времени;



Структурная схема измерителя энергии ВЕП. *ИЭ* – измеритель энергии; *С* – плата сенсора; *ПЧЭ* – пироэлектрический чувствительный элемент; *СУ* – согласующий усилитель; *МЦОС* – плата модуля цифровой обработки сигналов; *ИУ* – инструментальный усилитель; *АЦП* – аналого-цифровой преобразователь; *МК* – микроконтроллер; *И* – интерфейс RS-232; *Р* – разъем интерфейса USB; *К* – кабель; *ПК* – персональный компьютер; *ПН* – преобразователь напряжения; *ИОН* – источник опорного напряжения.

Основные технические характеристики

Наименование параметра	Модель измерителя энергии	
	ВЕР-1Л	ВЕР-9П
Диапазон измерений прибора, мДж		10–500
на основе LiTaO ₃	0.2 · 10 ⁻³ –0.2	
на основе LiNbO ₃	2 · 10 ⁻³ –2	
Спектральный диапазон, мкм	0.25–12.0	0.35–4.5
Максимально допустимая плотность мощности, МВт/см ²	–	450
Максимально допустимая плотность энергии, Дж/см ²	0.05	2
Длительность импульса, мкс		≤10
Частота повторения импульсов, Гц		≤2000
Диаметр входного окна, мм		10
Основная относительная ошибка измерения энергии, %		≤10
Тип интерфейса		USB 2.0
Габаритные размеры (высота × диаметр), мм		60 × 100

– поддержка информационного обмена с ПК по интерфейсу USB;

– прием и выполнение команд ПК и передача измеренных данных в ПК в режиме реального времени.

Предварительная обработка данных измерения заключается в определении момента начала импульса и амплитуды сигнала, пропорциональной падающей на приемник энергии. При работе прибора в режиме измерения периодических импульсных сигналов после предварительной обработки каждого импульса в ПК передаются два числа. Первое характеризует энергию импульса, а второе – интервал времени между началами предыдущего и измеренного импульса.

Программное обеспечение ПК выполняет следующие функции:

– информационное взаимодействие с модулем цифровой обработки сигналов, выдача команд и параметров измерения, прием результатов измерения;

– визуализация результатов измерения;

– хранение результатов и параметров измерения;

– ввод, редактирование и хранение калибровочной информации.

В зависимости от требуемого диапазона измерения энергии плата С изготавливается в двух базовых моделях (ВЕР-1Л и ВЕР-9П), различаю-

щихся типом чувствительного элемента. Для измерения низкоэнергетических импульсов излучения используются приемники оконечного типа на основе LiNbO₃ или LiTaO₃ (модель ВЕР-1Л), а для высокоэнергетических – приемники проходного типа из тех же монокристаллов (модель ВЕР-9П). Для удобства юстировки измеритель снабжен зеркальным концентратором с входной апертурой 17 мм.

Следует отметить, что небольшой разрыв между верхней границей динамического диапазона ВЕР-1Л (2 мДж) и нижней границей динамического диапазона ВЕР-9П (10 мДж) перекрывается измерителем ВЕР-1ЛМ, обладающим динамическим диапазоном от 20 мкДж до 20 мДж. ВЕР-1ЛМ отличается от своей базовой модели наличием окна-ослабителя в 10 раз.

По результатам проверки в Национальном научном центре Украины “Институт метрологии” выданы свидетельства о государственной метрологической аттестации, на основании которых измерители энергии импульсного лазерного излучения ВЕР-1Л и ВЕР-9П допущены к применению в качестве рабочих средства измерительной техники.

Адрес для справок: Украина, 03680, МСП, Киев-28, просп. Науки, 46, Институт физики НАН Украины; тел. (38 044) 525-7942; факс: (380 44) 525-1589. E-mail: levash@iop.kiev.ua