

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ СЛАБЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Разработан и изготовлен аппаратно-программный комплекс регистрации и обработки слабых оптических сигналов, обеспечивающий регистрацию оптических сигналов в аналоговом и счетном режимах работы ФЭУ, измерение и контроль характеристик ФЭУ, а также обработку, анализ и визуализацию результатов измерений на ПЭВМ.

Возможность регистрации слабых оптических сигналов в диапазоне 200 – 800 нм является важной задачей во многих областях научных и прикладных исследований [1, 2]. Регистрация слабых сигналов с использованием фотоэлектронных умножителей обеспечивает наилучшие результаты по чувствительности и быстродействию. Это обусловлено широким динамическим диапазоном ФЭУ, ультравысоким коэффициентом усиления с относительно небольшим шумом, хорошим быстродействием при значительной площади обнаружения [2].

Разработанный и изготовленный аппаратно-программный комплекс (АПК) «Фотон» предназначен для регистрации и обработки сигналов в аналоговом и счетном режимах работы ФЭУ. АПК «Фотон», интегрирующий средства регистрации сигналов и средства обработки, анализа и визуализации результатов измерений, выполняется на базе ПЭВМ, управляющей работой всех составных частей. Комплекс позволяет автоматизировать процесс измерений, повысить точность измерений, таким образом, решает задачу оптимизации измерений слабых оптических сигналов.

Блок-схема АПК «Фотон» показана на рисунке 1. Комплекс состоит из двух аппаратных блоков – блока регистрации и блока питания, и управляющего работой блоков и комплекса в целом программного обеспечения.

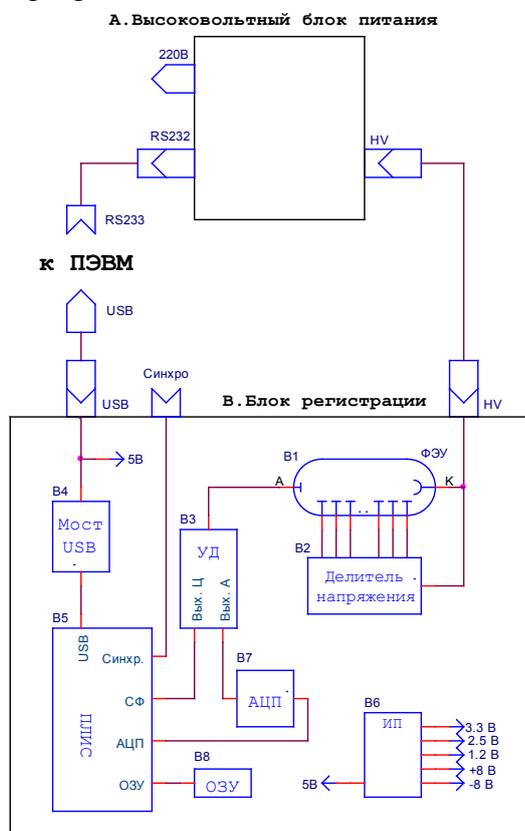


Рисунок 1 – Блок-схема АПК «Фотон»

Основу АПК «Фотон» составляет блок регистрации, включающий ФЭУ, модуль усилителя-дискриминатора ФЭУ, аналого-цифровой преобразователь и счетчик фотонов, интерфейс обмена с ПЭВМ (рисунок 2).

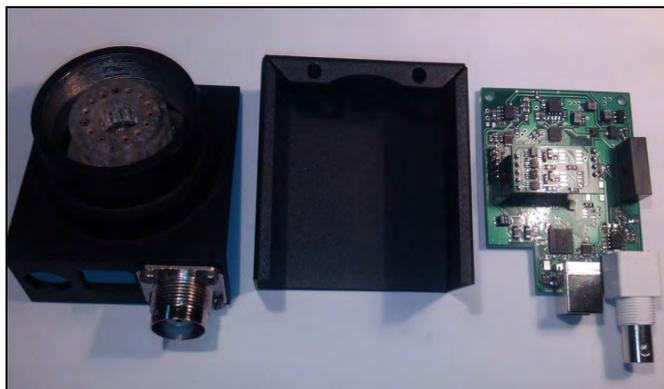


Рисунок 2 – Блок регистрации АПК «Фотон»

Основная задача модуля усилителя-дискриминатора – обеспечить согласование ФЭУ с измерителями комплекса. Уровень дискриминации анодных импульсов для счетного режима может задаваться из ПЭВМ.

Метод работы счетчика фотонов основан на известной схеме с двумя счетчиками [3, 4]. Пока один счетчик подсчитывает количество входных импульсов в заданном интервале времени (стробе накопления), содержимое второго переписывается в буферное ОЗУ. При этом обеспечивается возможность как записи кода в ОЗУ, так и его суммирование со значением, измеренным в предыдущем цикле измерения. Это позволяет организовать автоматическую регистрацию серии измерений, без участия управляющего компьютера.

Основные характеристики счетчика фотонов:

- Диапазон входных частот: 0 .. 200 МГц.
- Разрядность строба накопления: 16 бит.
- Количество стробов накопления по каждому из каналов: 4 Кслов.
- Диапазон перестройки стробов накопления: 25 нс .. 1 мс.
- Диапазон перестройки задержки измерения: -1 мс .. 1 мс.
- Дискретность задания задержки измерения: 25 нс

Аналого-цифровой преобразователь предназначен для регистрации и записи в буферное ОЗУ сигнала ФЭУ в токовом режиме с заданной частотой стробирования и количеством выборок.

Основные характеристики аналого-цифрового преобразователя:

- Диапазон входных частот: 0 .. 20 МГц.
- Разрядность АЦП: 12, 14 бит.
- Объем буферного ОЗУ: 4 Кслов.
- Максимальная дискретизация: 40 МГц.
- Диапазон перестройки стробов дискретизации: 25 нс .. 1 мс.
- Диапазон перестройки задержки измерения: -1 мс .. 1 мс.

Оба измерителя (аналоговый и счетный) могут обеспечить привязку интервала измерения к внешнему стартовому импульсу по входу синхронизации. Это позволяет проводить синхронные с внешним событием измерения, обеспечивая регулируемое временное разрешение и аппаратное накопление сигнала. Аппаратная задержка измерения относительно запуска позволяет избавиться от неинформативной части измеряемого сигнала.

Вторым основным блоком АПК «Фотон» является блок питания высоковольтный. Он обеспечивает регулируемое по напряжению питание, с необходимым уровнем

по стабильности и уровню пульсаций. Изменение напряжения питания возможно как в автономном режиме с индикацией заданного значения, так и от ПЭВМ. Эффективная двухуровневая защита от перегрузки по току и от короткого замыкания позволяет обеспечить безотказную работу. Блок питания высоковольтный обеспечивает выходное напряжение до 2500 В с точностью установки 1 В.

Основные технические характеристики блока питания высоковольтного:

- выходное напряжение: до минус 2500 В;
- шаг регулировки выходного напряжения: 1 В;
- выходной ток: до 3 мА;
- нестабильность выходного напряжения: не хуже 0.05%;
- пульсации выходного напряжения: не более 20 мВ;
- защита от короткого замыкания;
- возможность ограничения выходного напряжения;
- дистанционное управление с помощью ИК-пульта;
- дистанционное управление с компьютера по RS-232.

Согласованную работу всех составных частей комплекса обеспечивает ПЭВМ под управлением разработанного программного обеспечения. Это позволяет автоматизировать не только процедуру различных измерений, но и оперативно регистрировать различные характеристики ФЭУ, необходимые для контроля его параметров и оптимизации режимов работы.

Разработанное программное обеспечение включает специальное и прикладное ПО. Специальное ПО функционирует в блоке регистрации и блоке питания высоковольтном, обеспечивая требуемые режимы работы управляющих контроллеров и ПЛИС блоков.

Прикладное ПО обеспечивает функционирование комплекса под управлением операционной системы Windows XP, автоматизацию регистрации, а также визуализацию результатов измерений, обработку, анализ, хранение данных, сформированных по результатам измерений.

Разработанный комплекс найдет применение для научных исследований по изучению процессов распространения и взаимодействия сигналов в различных средах.

#### Список литературы

- 1 Анисимова, И.И. Фотоэлектронные умножители. [Текст] / И.И. Анисимова, Б. М. Глуховской // Москва, «Советское радио», 1974 – 64 с.
- 2 Nakamata, T. PHOTOMULTIPLIER TUBES. Basics and Applications. [Text] / Toshikazu Nakamata // Hamamatsu Photonics K.K., Japan, 2006 Third Edition.
- 3 Каримуллин, К.Р. Детектирование световых импульсов в режиме счета фотонов [Текст] /К.Р. Каримуллин, В.А. Зуйков, В.В. Самарцев// Ученые записки Казанского государственного университета. 2006. - Том 148. - Кн. 1. - С. 135 – 141.
- 4 Hamamatsu technical information, PHOTON COUNTING. Using Photomultiplier Tubes [Текст] / Hamamatsu Photonics K.K., Japan. 2001.

We designed and manufactured a hardware-software system for detection and processing very faint optical signals. The system integrates hardware and software components to detect very-low-level-light in analog and photon counting modes of using photomultiplier tubes and to take measurements, analyze data and display the results in computer.

*Новик М.И.*, с.н.с. НИИПФП им. А.Н.Севченко БГУ, Минск, Беларусь, e-mail: novikm@tut.by