

УДК 621.317:681.586

**СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
СЛУЧАЙНЫХ ПОТОКОВ СИГНАЛОВ**

*канд. физ.-мат. наук, доц. А.О. ЗЕНЕВИЧ, канд. техн. наук, доц. Е.В. НОВИКОВ
(Высший государственный колледж связи, г. Минск),
В.Л. КОЗЛОВ (Белорусский государственный университет)*

Представлена система для измерения временных и корреляционных характеристик импульсных потоков событий. Система проста в реализации и работает под управлением компьютера, обеспечивая выполнение измерений с минимальной шириной канат 0,1 мкс при частоте входного потока до 5 МГц.

Во многих областях науки и техники, таких как квантовая оптика, радиофизика, астрономия, ядерная физика, лазерно-локационная техника, оптическая связь, используются измерения временных и корреляционных характеристик импульсных потоков событий. Однако известные устройства для измерения этих характеристик имеют ряд недостатков:

- рассмотренные в работах [1, 3, 4, 6] устройства для накопления информации используют встроенное оперативное запоминающее устройство, что ограничивает количество накоплений и усложняет схему реализации;
- системы [1 - 3, 6] используют широкие временные каналы (> 1 мкс), на которые делится исследуемый временной отрезок, что недостаточно для мног их практических применений;
- устройства [1, 3 - 6] имеют ограниченные функциональные возможности, не позволяя изменять параметры системы (ширину канала и длительность анализируемого временного интервала).

Рассматриваемая в рамках данной статьи система позволяет устранить отмеченные недостатки, обеспечивая регистрацию автокорреляционной функции и функции распределения интервалов времени эргодического дискретного потока событий. Она представляет собой внешний блок-регистратор, работающий под управлением персонального компьютера. Компьютер обеспечивает управление циклом измерений, выполняет сбор, обработку, хранение и визуализацию результатов регистрации.

Электрическая схема 8-ми разрядного варианта регистратора (рис. 1) содержит следующие основные функциональные узлы: формирователь входного сигнала; формирователь импульса сдвига; устройство управления; генератор тактовых импульсов; сдвиговый регистр; устройство умножения и запоминающее устройство.

Регистрируемая последовательность поступает на вход формирователя входного сигнала D4, где происходит стандартизация длительности входных импульсов. Одновременно с приходом первого импульса последовательности осуществляется подключение триггером D6 генератора тактовых импульсов, реализованного на кварцевом генераторе G1 с частотой 20 МГц и логических элементах И-НЕ микросхемы D2. Счетчик D5 применяется для изменения тактовой частоты последовательности импульсов, т.е. изменения ширины канала. При помощи мультиплексора D16 можно автоматически переключать частоту тактовых импульсов, подаваемых на сдвигающий регистр. Для этого используются адресные входы микросхемы D16. Частота тактовых импульсов устанавливается компьютером в начале цикла измерения. Первый выход сдвигающего регистра (выход 13 микросхемы D8, см. рис. 1) соединяется с формирователем импульса сдвига D7, представляющим собой D-триггер. Формирователь импульса сдвига генерирует сигнал, который затем последовательно передается на каждый из выходов сдвигающего регистра, выполненного на двух четырехразрядных универсальных регистрах сдвига D8, D9. Выходы регистра соединены с устройством умножения, представляющим собой два D-триггера D10 и D11, на входы синхронизации которых поступают сигналы с формирователя входного сигнала. Результаты умножения сохраняются в запоминающем устройстве, выполненном в виде регистра на схемах D12, D13, D14.

С появлением импульса сдвига на последнем выходе сдвигающего регистра происходит блокировка формирователя входного сигнала и счетчика D5, что приводит к прекращению подачи сигналов входной последовательности на устройство умножения и тактовых импульсов генератора на сдвигающий регистр. После этого результат измерений фиксируется в запоминающем устройстве. Затем устройство управления вырабатывает сигнал разрешения передачи данных в компьютер (установка флага). Далее цикл приема данных инициализируется компьютером (чтение данных). Передача данных происходит через буферный формирователь D15. По окончании цикла передачи данных компьютер формирует сигнал сброса устройства в исходное состояние и разрешается прием новой последовательности импульсов.

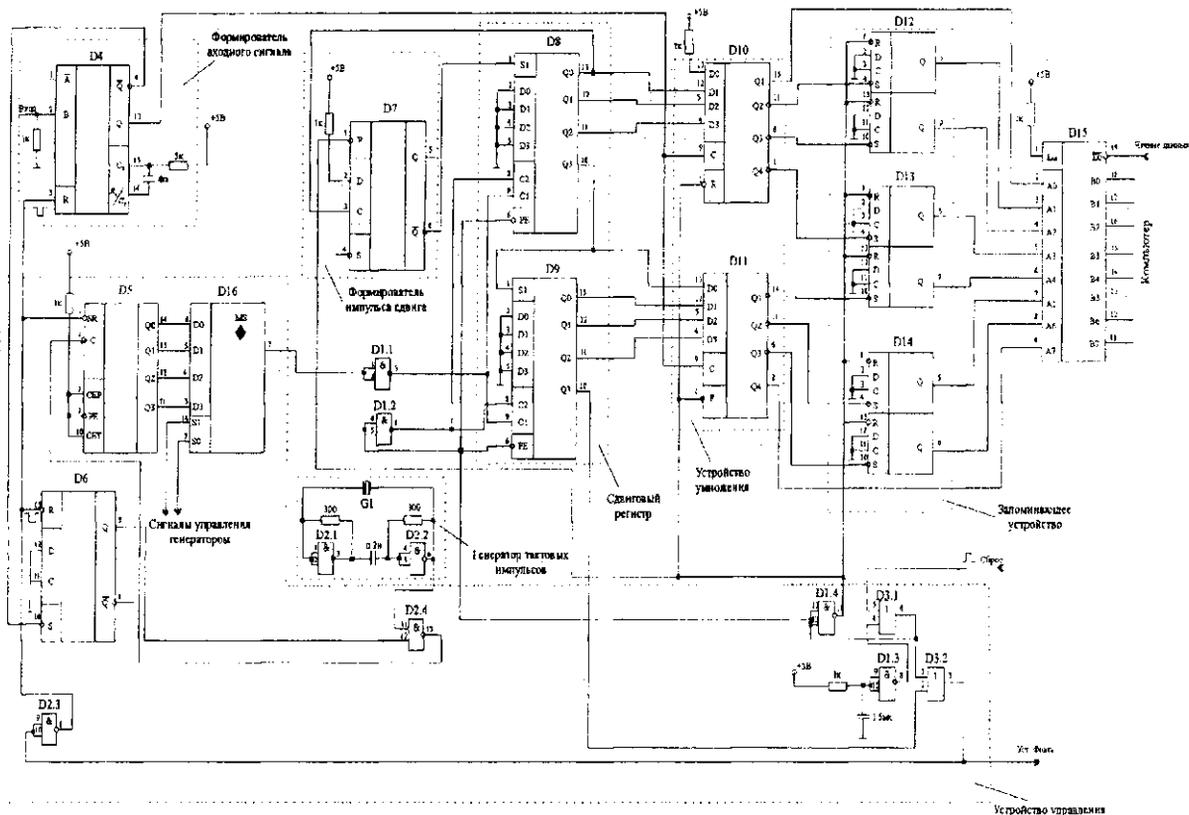


Рис. 1. Электрическая схема 8-ми разрядного регистра корреляционных характеристик:

- | | | |
|------------------|---------------------------|--|
| D1, D2 – K555ЛА3 | D5 – K555ИЕ10 | D16 – K555КП12 |
| D3 – K555ЛЛ1 | D6, D7, D12-D14 – K531ТМ2 | G1 – кварцевый генератор с частотой 20 МГц |
| D4 – K555АГ3 | D10, D11 – K531ТМ8 | |
| D8, D9 – K155ИР1 | D15 – K531АП6 | |

В компьютер передается слово (8 разрядов для данного исполнения регистра), содержащее значения зарегистрированных точек автокорреляционной функции.

В оперативной памяти компьютера создается массив из слов - результатов измерений, путем по-разрядного усреднения которых формируется результирующая автокорреляционная функция.

Программное обеспечение для управления системой написано на языке Visual Basic 6.0, использует для передачи данных LPT порт в «ECP+EPP» либо «EPP» режиме, работает в среде Windows 98/2000/XP и обеспечивает функционирование устройства в двух основных режимах:

- пошаговом, предназначенном для настройки измерительной аппаратуры;
- динамическом, обеспечивающем циклическую работу устройства, в котором число циклов измерения определяет пользователь компьютера. Ограничения накладывает количество свободного места на жестком диске.

На рис. 2 представлена структурная схема установки, иллюстрирующая возможности практического применения системы регистрации корреляционных характеристик случайных потоков событий и предназначенная для измерения временных и корреляционных характеристик потоков импульсов лавинного фотодиода, работающего в режиме счета фотонов.

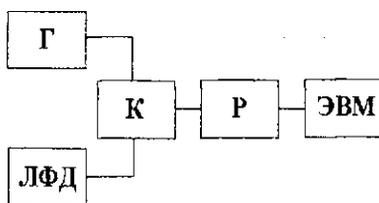


Рис. 2. Структурная схема установки проверки системы регистра:

Г - генератор; ЛФД - лавинный фотодиод, работающий в режиме счета фотонов;

К - коммутатор входных сигналов; Р - система регистрации корреляционных характеристик; ЭВМ - компьютер

Вначале проводится калибровка регистратора P , для чего используется генератор импульсов G . С его помощью через коммутатор K на вход регистратора подается последовательность сдвоенных импульсов. Время сдвига между двумя импульсами может изменяться, что позволяет проверить стабильность работы каждого канала регистратора. Затем при помощи коммутатора входного сигнала K отключается генератор G и подключается лавинный фотодиод.

Технические характеристики регистратора:

ширина канала	- от 0,1 мкс до 0,8 мкс;
максимальная частота входного потока	- 5 МГц;
скорость съема данных компьютером	- до 1,5 Мбит/с.

В качестве примера работы системы на рис. 3 представлены результаты измерений автокорреляционных функций $G(t)$ потоков темновых и смешанных (темповых и сигнальных) импульсов лавинного фотодиода, работающего в режиме счета фотонов.

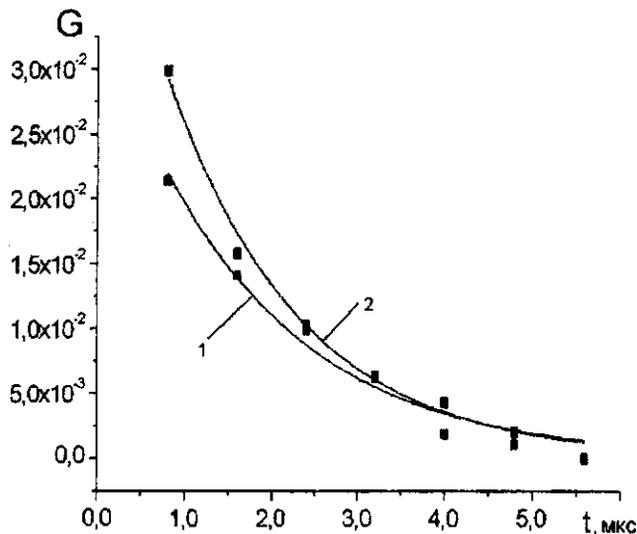


Рис. 3. Автокорреляционная функция для потоков темновых (1) и смешанных (2) импульсов лавинного фотодиода, работающего в режиме счета фотонов

Реальный поток импульсов лавинного фотоприемника имеет выраженные отличия от автокорреляционной функции пуассоновского потока событий, связанные с наличием послеимпульсов. Анализ автокорреляционной функции фотоприемника позволяет определить вероятность образования послеимпульсов для данного экземпляра фотодиода. Для приведенных данных вероятность появления послеимпульсов составила 0,056 для потока темновых и 0,089 для потока смешанных импульсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синявский В.И., Манапов Р.А. Многоканальный накопитель импульсов последовательного типа с двухгрупповой адресацией запоминающего устройства // Приборы и техника эксперимента. - 1998. - № 2. - С. 52-56.
2. Гоцунский В.Я., Чечко В.Е., Зарембо В.Г. Коррелометр случайных импульсных сигналов // Приборы и техника эксперимента. 1997. - № 2. - С. 161.
3. Многоканальный временной анализатор / Б.Я. Адигамов, И.И. Мирошниченко, А.А. Пимонов и др. // Приборы и техника эксперимента. - 1990. - № 6. - С. 197.
4. Мотов М.С., Ходос В.В., Шулешов А.О. Быстродействующий цифровой накопитель сигналов с суммированием в реальном времени / У Приборы и техника эксперимента. - 1996. - № 1. - С. 52.
5. Коростик К.Н. Регистратор функции плотности распределения флуктуирующих временных интервалов // Приборы и техника эксперимента. - 1997. - № 6. - С. 77.
6. Синявский В.И., Вагизов Ф.Г. Многоканальный накопитель для мессбауэровского спектрометра // Приборы и техника эксперимента. - 2000. - № 4. - С. 72-75.