

*Горельников С.А.,
Любич И.В.,
Мельков С.М.,
Эссельбах Р.В.*

(ГМЦ «Орион» ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)

УСТРОЙСТВО ВРЕМЕННОЙ ПРИВЯЗКИ СИГНАЛОВ СЛУЧАЙНОЙ АМПЛИТУДЫ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ

Описано формувач сигналів часової прив'язки зі слідкуючим порогом, який застосовується при лазерній локації штучних супутників Землі та забезпечує точність прив'язки ± 25 нс в діапазоні вхідних амплітуд 400÷1000 мВ.

***Ключові слова:** формувач зі слідкуючим порогом, часова прив'язка, дальнометрія штучних супутників Землі.*

Описан формирователь сигналов временной привязки со следящим порогом, который применяется в лазерной локации искусственных спутников Земли и обеспечивает точность привязки ± 25 нс в диапазоне входных амплитуд 400÷1000 мВ.

***Ключевые слова:** формирователь со следящим порогом, временная привязка, дальнометрия искусственных спутников Земли.*

На протяжении последних пяти десятилетий несколькими лазерно-локационными станциями (ЛЛС) из разных стран мира решалась задача дальнометрии искусственных спутников Земли (ИСЗ).

Принцип измерения дальности основан на измерении времени пролёта оптического зондирующего импульса (ЗИ) от лазерного передатчика ЛЛС до ИСЗ и обратно, до момента регистрации отражённого сигнала фотоприёмным трактом ЛЛС, как показано на рисунке 1 (фигурными стрелками обозначен оптический сигнал, обычными - электрический).



Рисунок 1 – Упрощенная структурная схема прохождения сигнала в лазерном дальномере ЛЛС

С развитием лазерной техники и электроники неуклонно повышалась точность в определении дальности ИСЗ с единиц метров до единиц миллиметров. В настоящее время Международной службой лазерной локации (ILRS) для достижения точности 10 мм по единичному измерению и 1 мм для серии измерений, усреднённых по времени, выдвигаются строгие требования к параметрам ЗИ и ко всей измерительной аппаратуре ЛЛС. В частности, устройства временной привязки, формирующие стандартные импульсы “Старт” для включения измерителя временных интервалов в момент излучения ЗИ, и “Стоп” для его выключения в момент прихода отраженного от ИСЗ сигнала, должны обеспечивать стабильность появления указанных импульсов не хуже ± 30 пс.

Широко известны несколько основных способов временной привязки к импульсным сигналам [1, 2], находящие применение, исходя из таких параметров входных сигналов как: амплитуда и длительность фронта. Отраженный от ИСЗ сигнал флуктуирует по интенсивности, что приводит к случайному характеру процесса фотоэмиссии с фотокатода фотоэлектронного умножителя (ФЭУ). ФЭУ, обладая высокой энергетической чувствительностью, позволяет ЛЛС работать в режиме счёта отдельных фотонов в отраженном от ИСЗ сигнале. Однако, статистический характер самого процесса фотоэмиссии с фотокатода и умножения вторичных электронов в диодной системе, также приводит к случайному распределению амплитуды анодного тока ФЭУ. Разработанный в ГМЦ “Орион” [3] и используемый на ЛЛС Алчевской научной лазерной астрономической станции усилитель для ФЭУ-79, обеспечивает на выходе импульсный сигнал с длительностью фронта 2 нс и амплитудой до -1 В, ограниченной снизу уровнем диодных шумов ФЭУ. Таким образом, целесообразен выбор устройства, которое обеспечивало бы привяз-

ку к импульсным сигналам произвольной амплитуды и неизменной длительности фронта. Таким устройством является формирователь со следящим порогом (ФСП), работающий в режиме временной привязки к “постоянной фракции” (к постоянной части амплитуды). ФСП независимо от амплитуды входного сигнала при неизменной длительности фронта вырабатывает на своём выходе импульс стандартной амплитуды и длительности, а момент появления фронта соответствует временной привязке к определённой части входного сигнала. Другими словами, для лазерной локации ИСЗ во всём диапазоне входных амплитуд ФСП должен обеспечивать фиксированную задержку распространения сигнала с оговоренной выше стабильностью.

На рисунке 2 показана структурная схема ФСП, который разработан и прошёл лабораторные испытания в ГМЦ “Орион”.

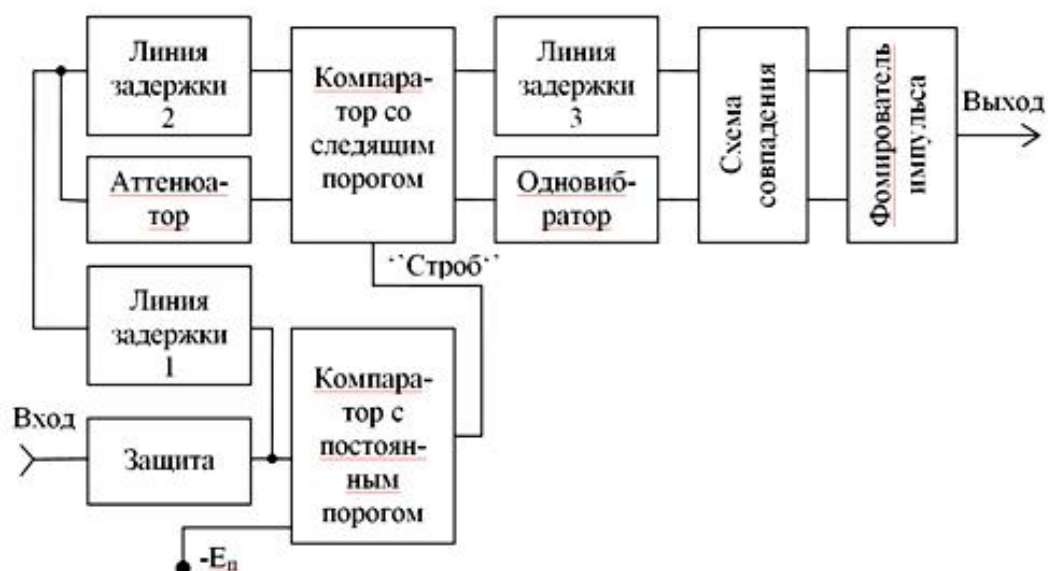


Рисунок 2 – Структурная схема устройства временной привязки

Устройство осуществляет привязку к импульсным входным сигналам отрицательной полярности с постоянным фронтом 2 нс. Компаратор с постоянным порогом выполняет функцию амплитудного дискриминатора нижнего уровня. Сигнал “Строб” позволяет осуществить сравнение задержанного Линией задержки 2 и ослабленного Аттенюатором сигналов на входах Компаратора со следящим порогом. На выходе последнего формируются дифференциальные сигналы, спады которых несут информацию о временном положении входного импульса. Линия задержки 3 компенсирует время распространения сигнала в Одновибраторе, который формирует импульс необходимой длительности. При помощи Схемы совпадения и Формирователя импульса на выходе устройства формируются импульсы стандартной амплитуды и длительности.

ности, фронт которых жестко привязан к фронту входного сигнала на заданной части его амплитуды. Линия задержки 1 компенсирует время распространения сигнала в Компараторе с постоянным порогом. По входу схемы обеспечена Защита от импульсов положительной полярности. Линии задержки выполнены высокочастотным коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 50 Ом.

Устройство формирует на выходе стандартные импульсы с амплитудой - 800 мВ, соответствующей уровню логического сигнала стандарта NIM, длительностью 30 нс и временем нарастания фронта 1 нс. Порог дискриминации E_n регулируется в диапазоне - 5÷- 900 мВ, при этом обеспечивается высокая температурная стабильность порога – не более 0,01 мВ/К.

Результаты лабораторных испытаний устройства представлены на рисунке 3.

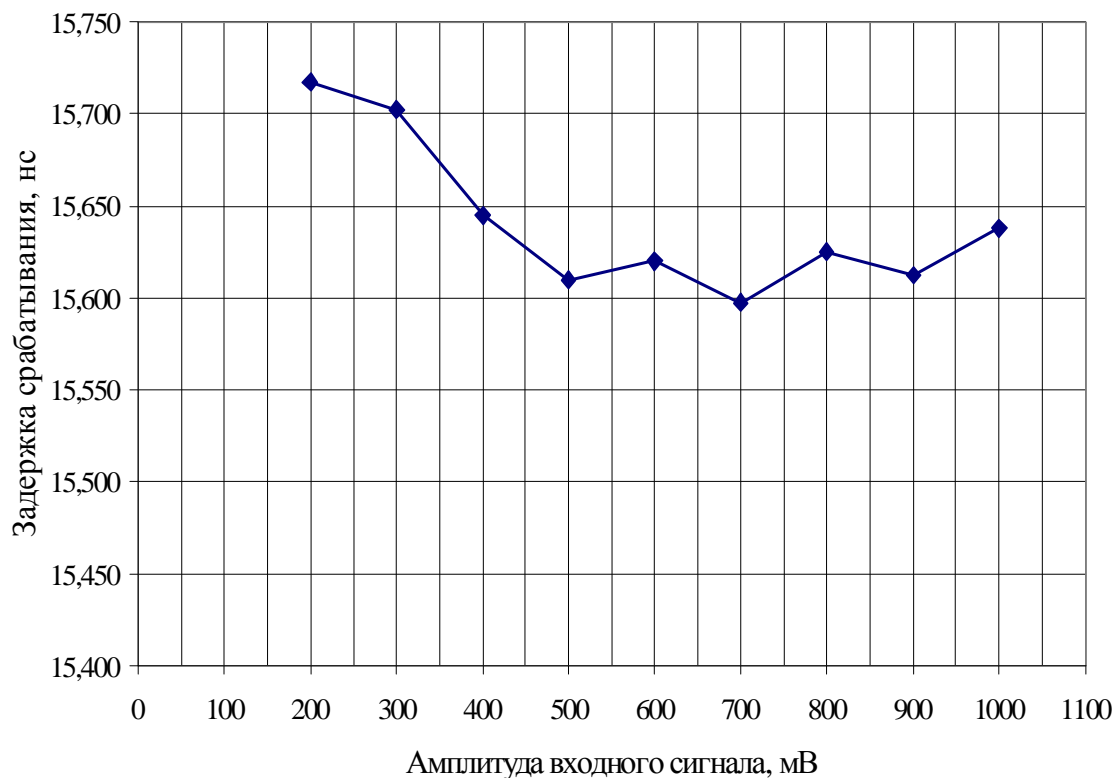


Рисунок 3 – Зависимость задержки срабатывания устройства привязки от амплитуды входного сигнала

На графике можно выделить область в диапазоне амплитуд входных сигналов 400÷1000 мВ, в которой точность временной привязки составляет ± 25 пс. В настоящее время в ГМЦ “Орион” проводятся работы по выполнению требований ILRS на всём диапазоне входных амплитуд.

Библиографический список

1. Мелешко Е.А. *Наносекундная электроника в экспериментальной физике* / Е.А. Мелешко. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.
2. Мелешко Е.А. *Интегральные схемы в наносекундной ядерной электронике* / Е.А. Мелешко. – М.: Атомиздат, 1978. – 216 с.
3. Денищик Ю.С. Улучшение временных и эксплуатационных характеристик оптических приемников с ФЭУ / Ю.С. Денищик., В.С. Эс-сельбах. - Ж. "Приборы и техника эксперимента". - 1989. - №2. - С.174-178.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Заблодским Н.Н.