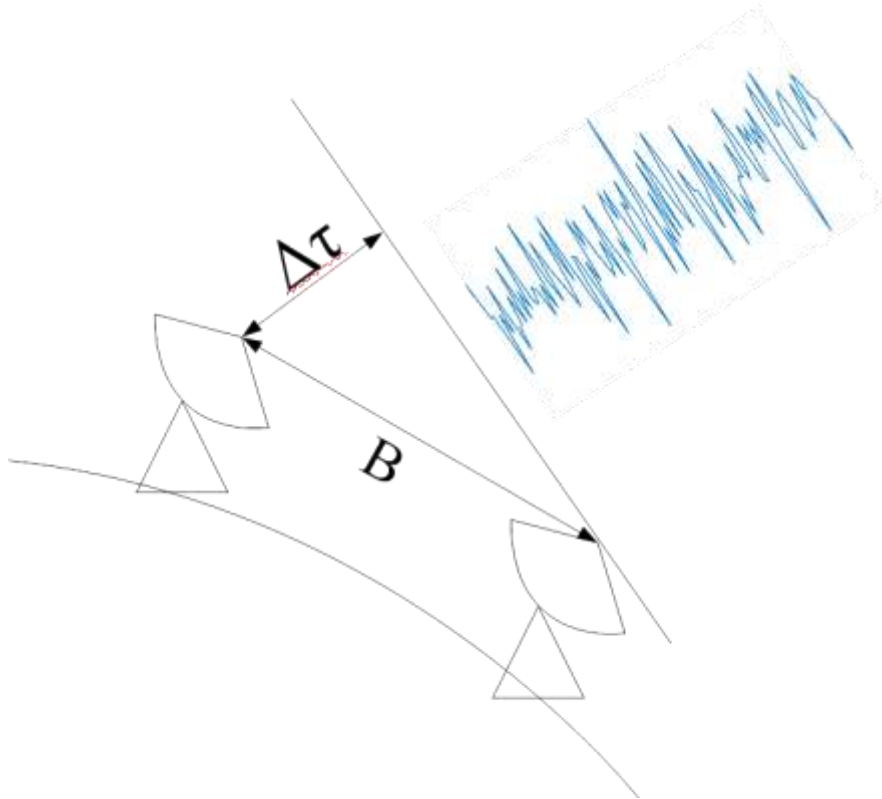


Многофункциональная система преобразования сигналов для радиотелескопов

Докладчик: *Носов Е.В.*

Соавторы: *сотрудники ЛПРС*



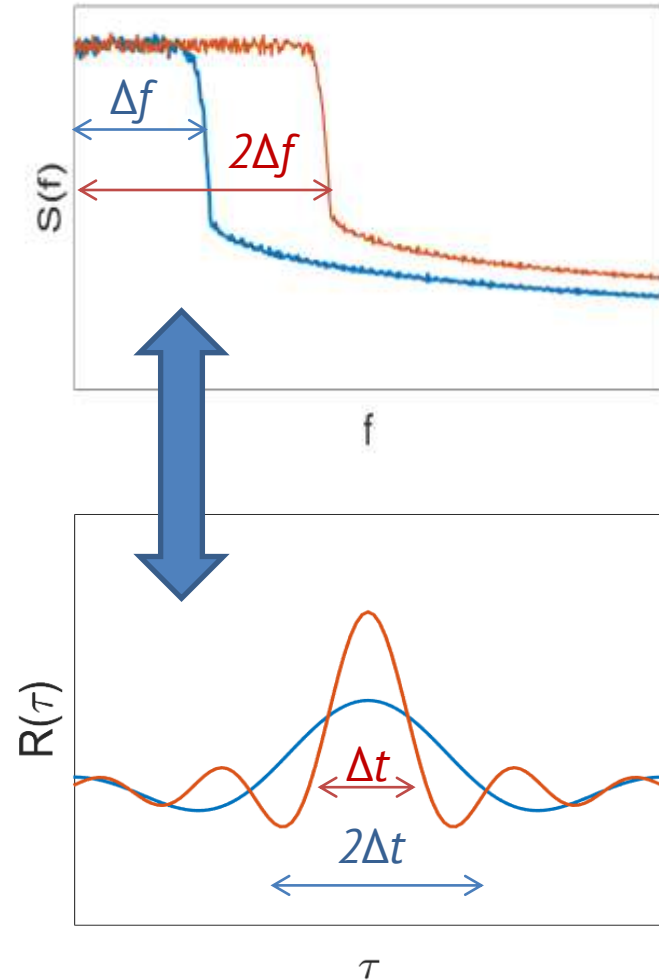
$$SNR_{\text{ВЫХ}} = \xi \cdot \sqrt{SNR_{\text{ВХ1}} SNR_{\text{ВХ2}}} \cdot \sqrt{2\Delta f t_{\text{и}}}$$

ξ – коэффициент потерь

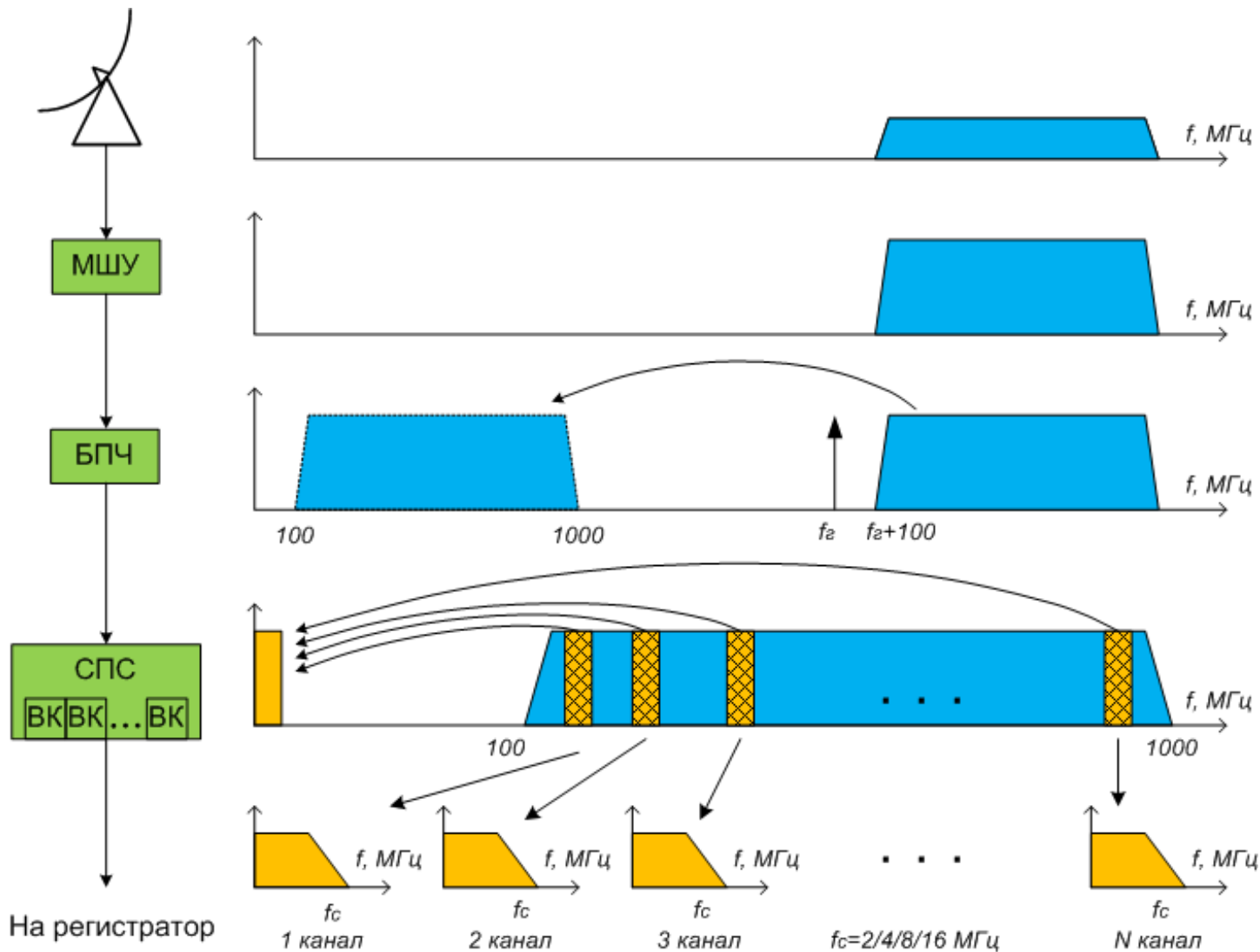
$SNR_{\text{ВХ}/\text{ВЫХ}}$ – отношение сигнал/шум на входах / на выходе коррелятора

Δf – ширина полосы частот, занимаемой сигналом

$t_{\text{и}}$ – время интегрирования

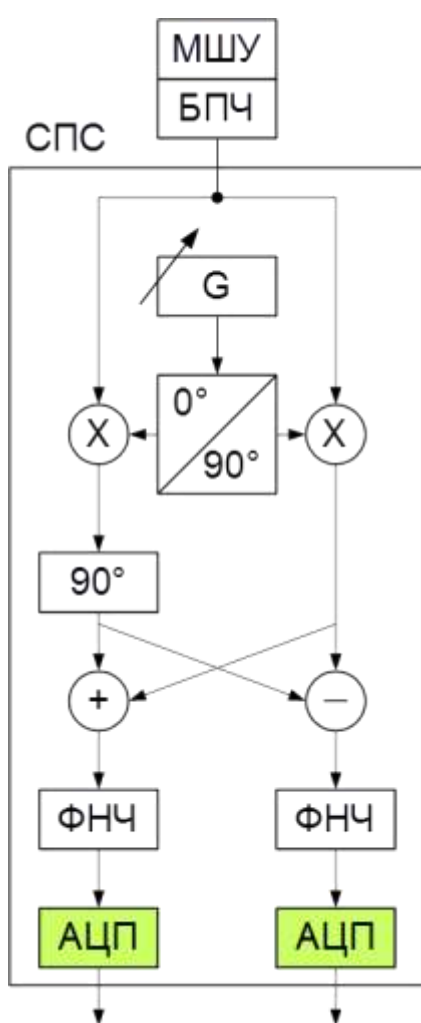


Преобразования сигнала при РСДБ наблюдениях

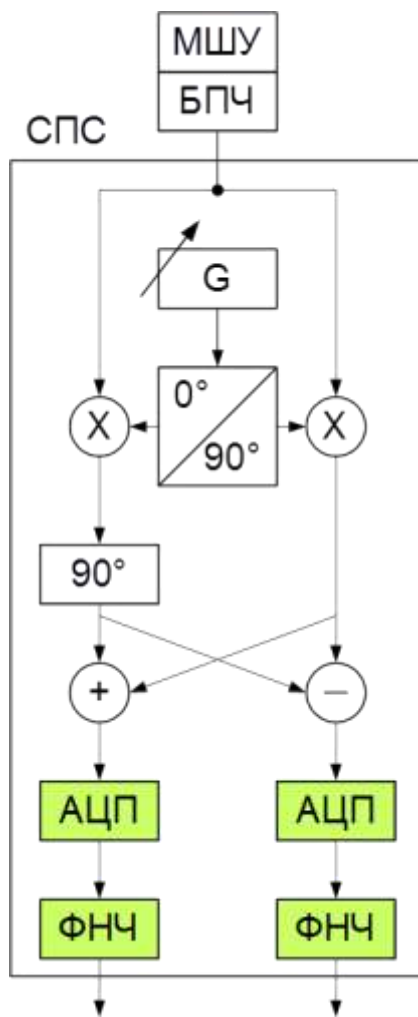
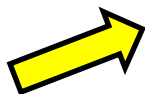


МШУ – малозумяющий усилитель
 БПЧ – блок преобразования частоты

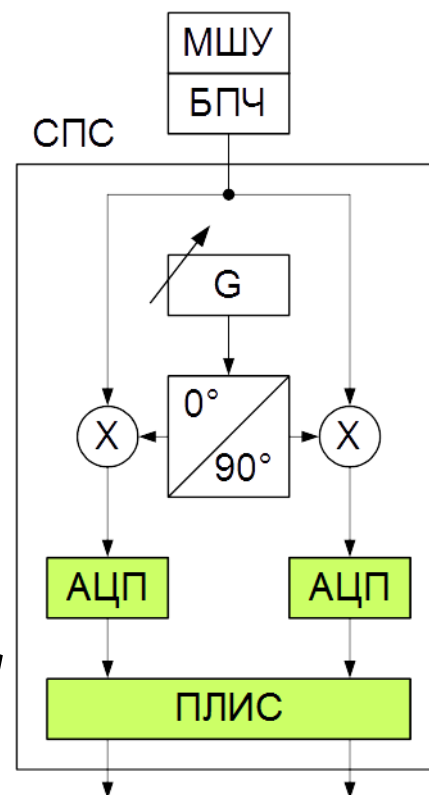
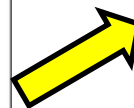
ВК - видеоконвертор
 СПС – система преобразования сигналов



Mark IV (США)
VLBA4 (США)
Р1000 (Россия) и др.

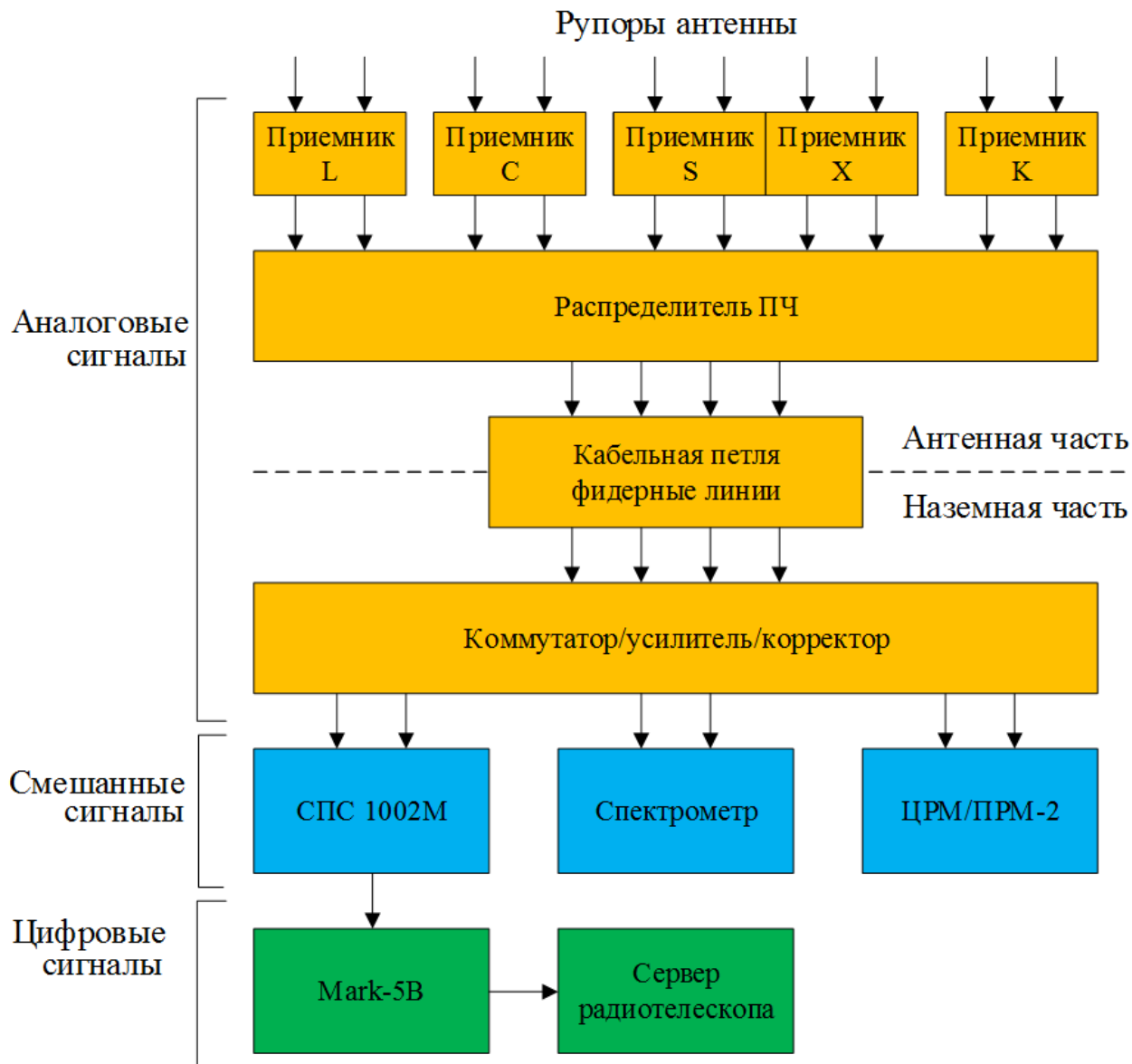


К4 (Япония)



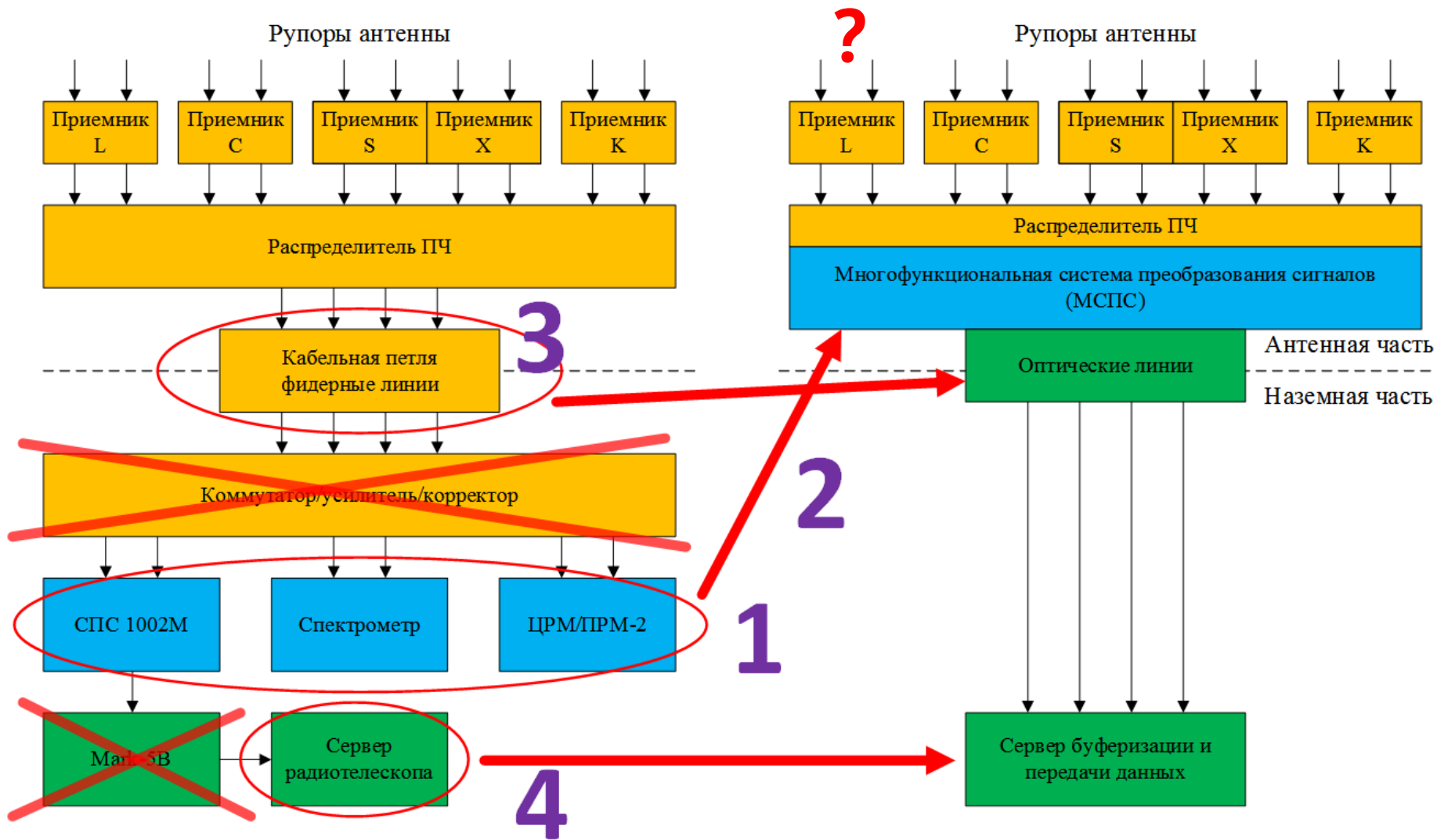
Р1002М (Россия)

4 входа ПЧ 100-1000 МГц
 16 выходных каналов
 до 32 МГц на канал
 ВБП/НБП



- Большое затухание
- Искажение ЧХ
- Наводки помех на ПЧ
- Зависимость задержки сигнала от положения кабеля в петле
- Дegradaция характеристик кабеля во времени
- Искажения ФЧХ в корректоре
- Большой объем разнородного оборудования, требующего обслуживания
- Зависимость от регистраторов Mark-5B
- Отсутствие широкополосного режима

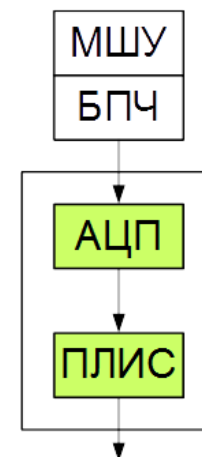
Модернизация тракта преобразования сигналов на РТ-32



Широкополосная СПС (BRAS) для РТ-13



- 8 каналов
- Входной диапазон частот: 1024-1536 МГц
- Ширина полосы частот: 512 МГц на канал
- Выходы 10Gb/s Ethernet по ВОЛС
- Контроль токов потребления и температуры узлов
- Выделение сигналов фазовой калибровки (СФК) и другие функции анализа

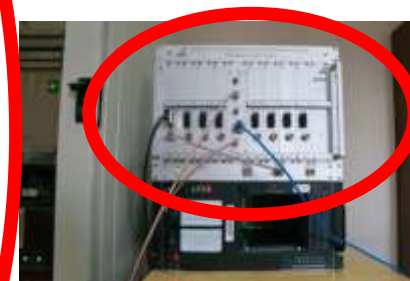




P1000
1 Гбит/с, 16 МГц

P1002M
2 Гбит/с, 32 МГц

МСПС
48 Гбит/с
1024 МГц



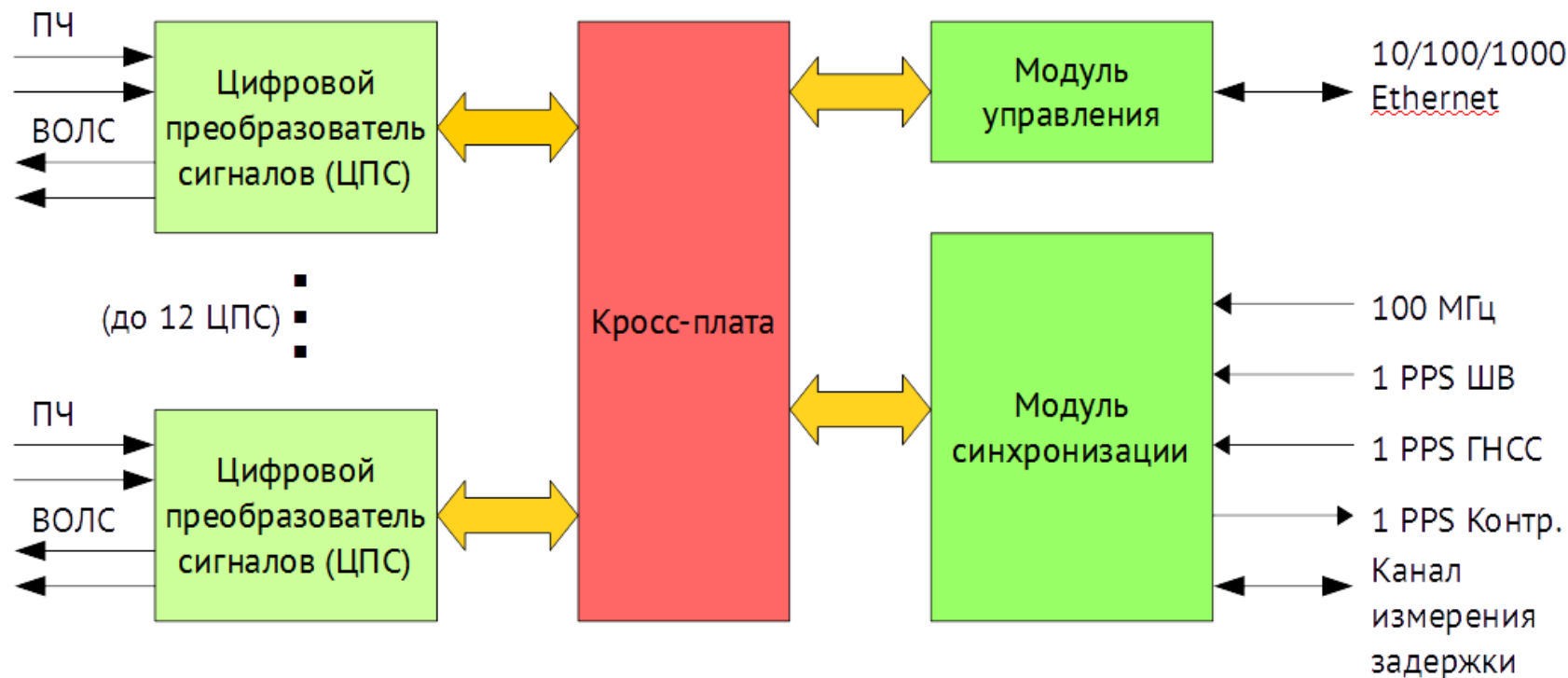
ШСПС
16 Гбит/с
512 МГц

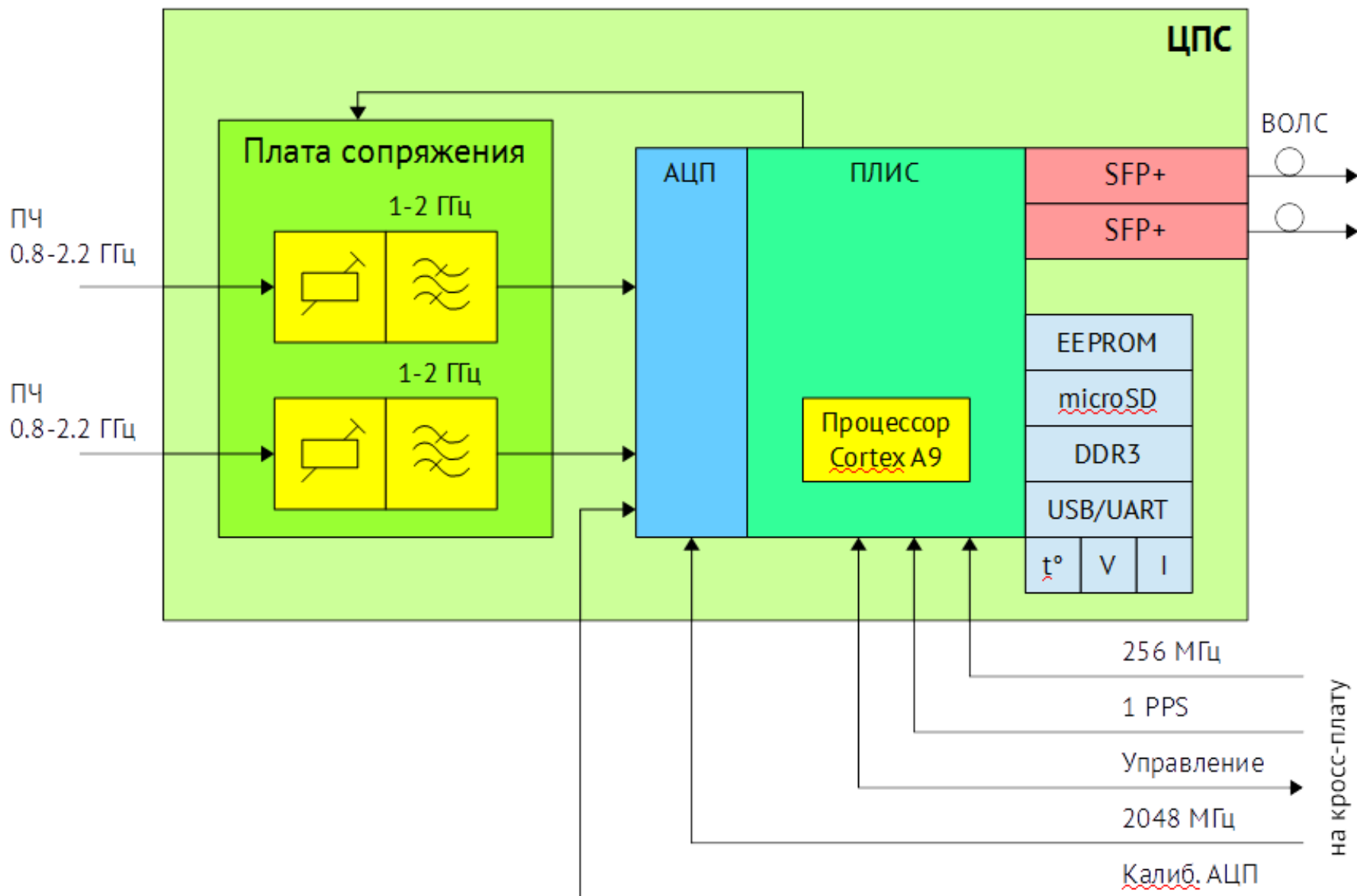
- Оцифровка и обработка сигналов с шириной полосы частот 1 ГГц на канал
- Одна универсальная аппаратная часть для всех видов радиоастрономических наблюдений
- Поддержка приемных систем и РТ-32 и РТ-13
- Удаленное изменение функциональности с помощью перегружаемых «на лету» прошивок ПЛИС и программного обеспечения МСПС
- Возможность установки на антенне
- Передача выходных данных в цифровом виде по стандартному высокоскоростному интерфейсу через ВОЛС
- Набор функций анализа входных сигналов, контроля состояния системы и калибровки



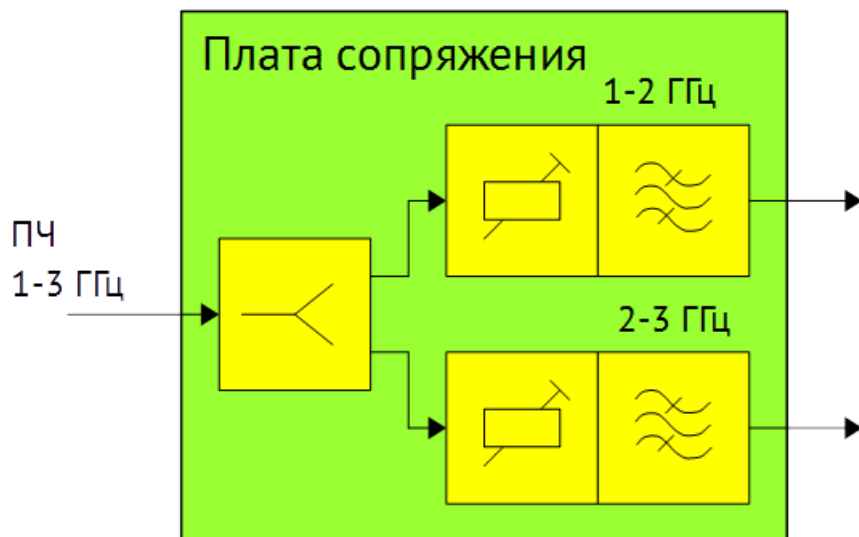
- Диапазон входных частот: **до 3 ГГц** (0-1024, 1024-2048, 2048-3072 МГц)
- Ширина полосы пропускания одного канала: **1024 МГц**
- Выходной интерфейс: **10G Ethernet** на каждый канал (по ВОЛС)
- Число каналов: **от 2 до 24**
- Сигналы синхронизации: **5/10/100 МГц, 1 PPS**
- Управление: **10/100/1000 Ethernet**
- Конфигурирование: **по сети или из внутренней памяти (microSD)**
- Самодиагностика: **контроль токов и напряжений питания, температуры узлов, наличия синхронизации и т.д.**
- Контроль шкалы времени МСПС
- Автокалибровка температурных задержек в МСПС
- Анализ входных сигналов

- *Режим СПС с видеоконверторами*: перестраиваемые цифровые видеоконверторы с полосами 2, 4, 8, 16 или 32 МГц. Совместимость с СПС Р1002М
- *Режим ШСПС* : широкополосные каналы по 512 или 1024 МГц
- *Режим полифазной фильтрации*: разбивка входной полосы на равномерно расставленные каналы одинаковой ширины. Совместимость с DBBC/RDBE
- *Радиометрический режим*: формирование модулирующего сигнала и измерение мощности на входе в каждом полупериоде модуляции
- *Радиометрический режим со спектральной селекцией*: формирование модулирующего сигнала и измерение мощности входного сигнала в каждом полупериоде модуляции с фильтрацией помех в частотной области
- *Режим спектрометра*: наблюдение спектральных линий с большим частотным разрешением
- и другое

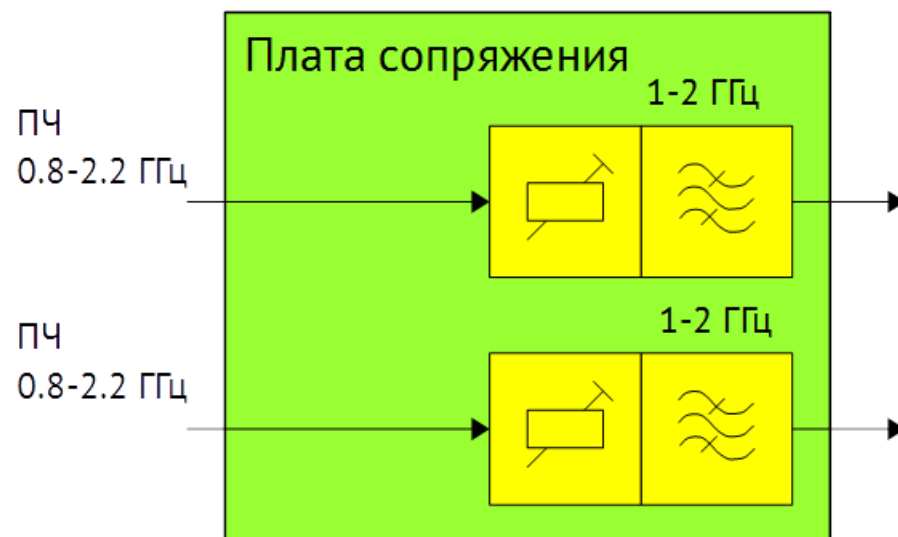




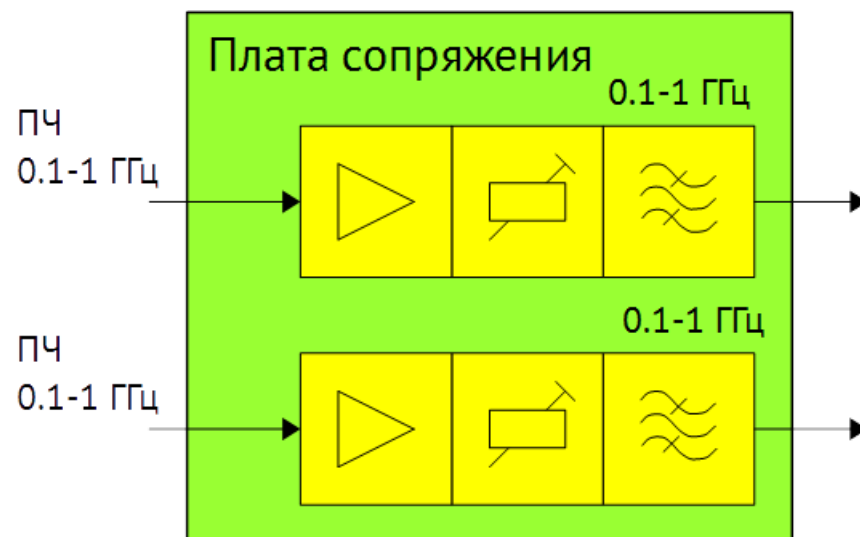
для РТ-13 с широкополосным приемником



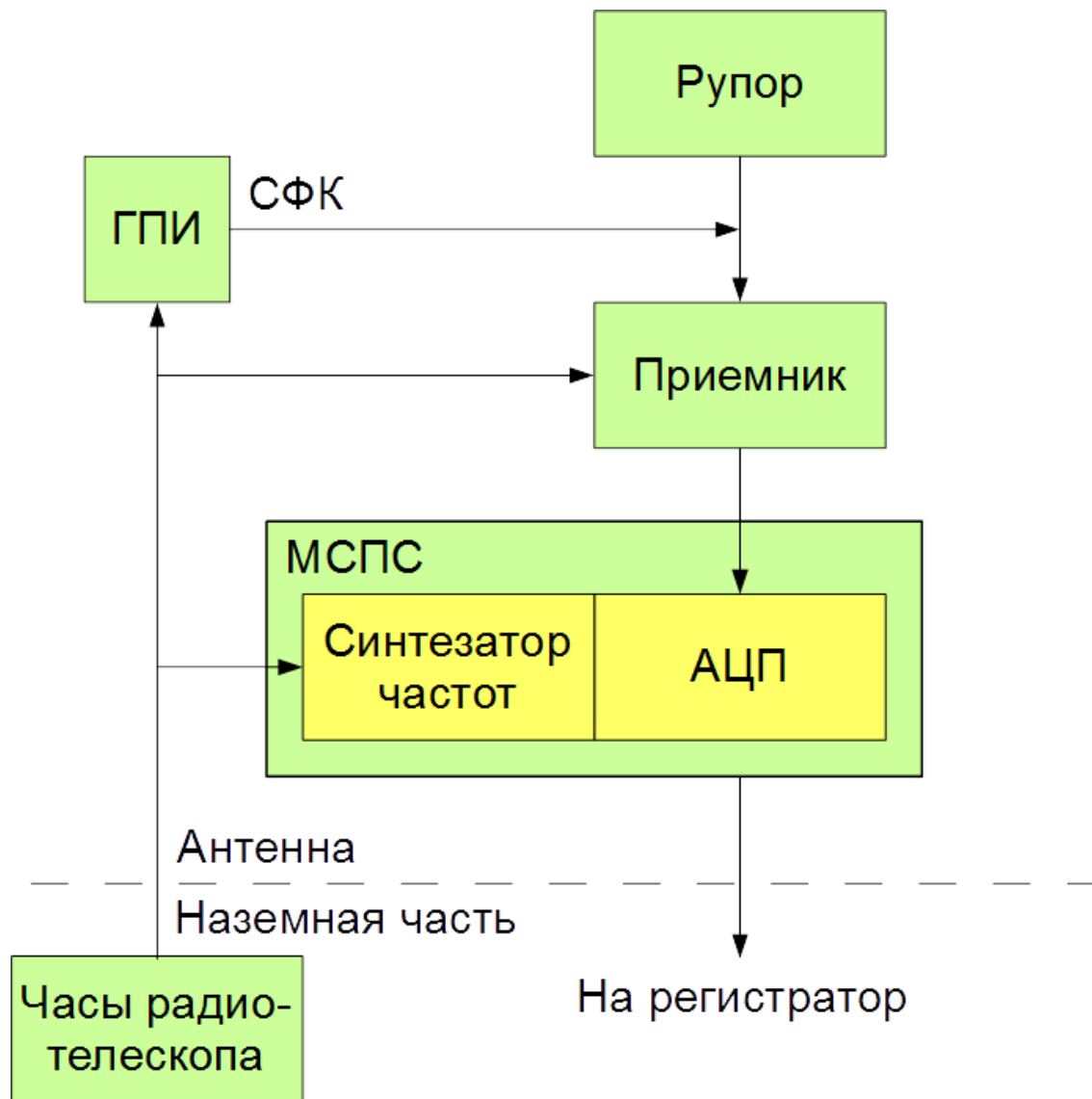
для РТ-13 с трехдиапазонным приемником



для РТ-32



* ГПИ – генератор пикосекундных импульсов
СФК – сигнал фазовой калибровки



2006 September 15 VLBI2010 workshop

Brian Corey:

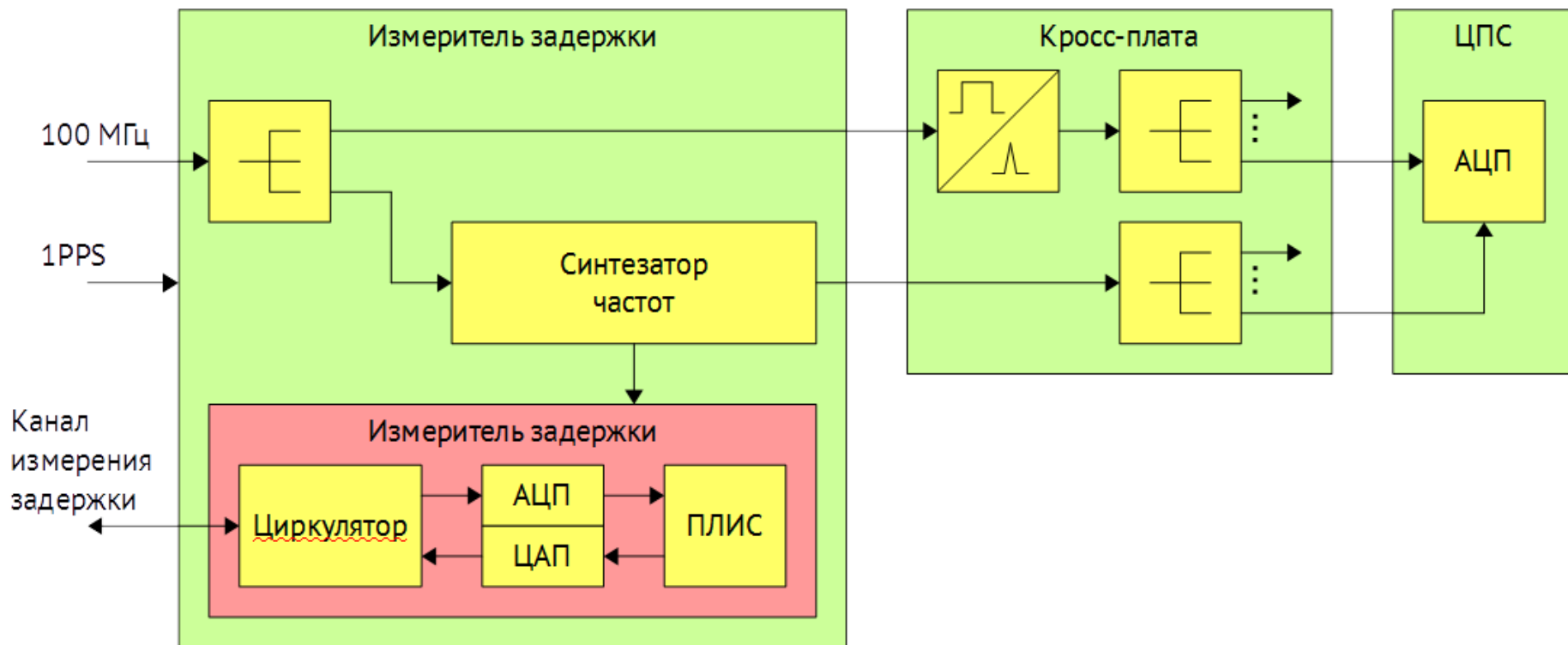
«Для обеспечения точности 4нс за наблюдение вариация инструментальной задержки должна быть менее 1нс от скана к скану»

http://ivs.nict.go.jp/mirror/meetings/v2c_wm1/phase_stability.pdf

1 пс задержки \approx 1 мкс ΔUT

Основные составляющие инструментальной ошибки в измеряемой задержке:

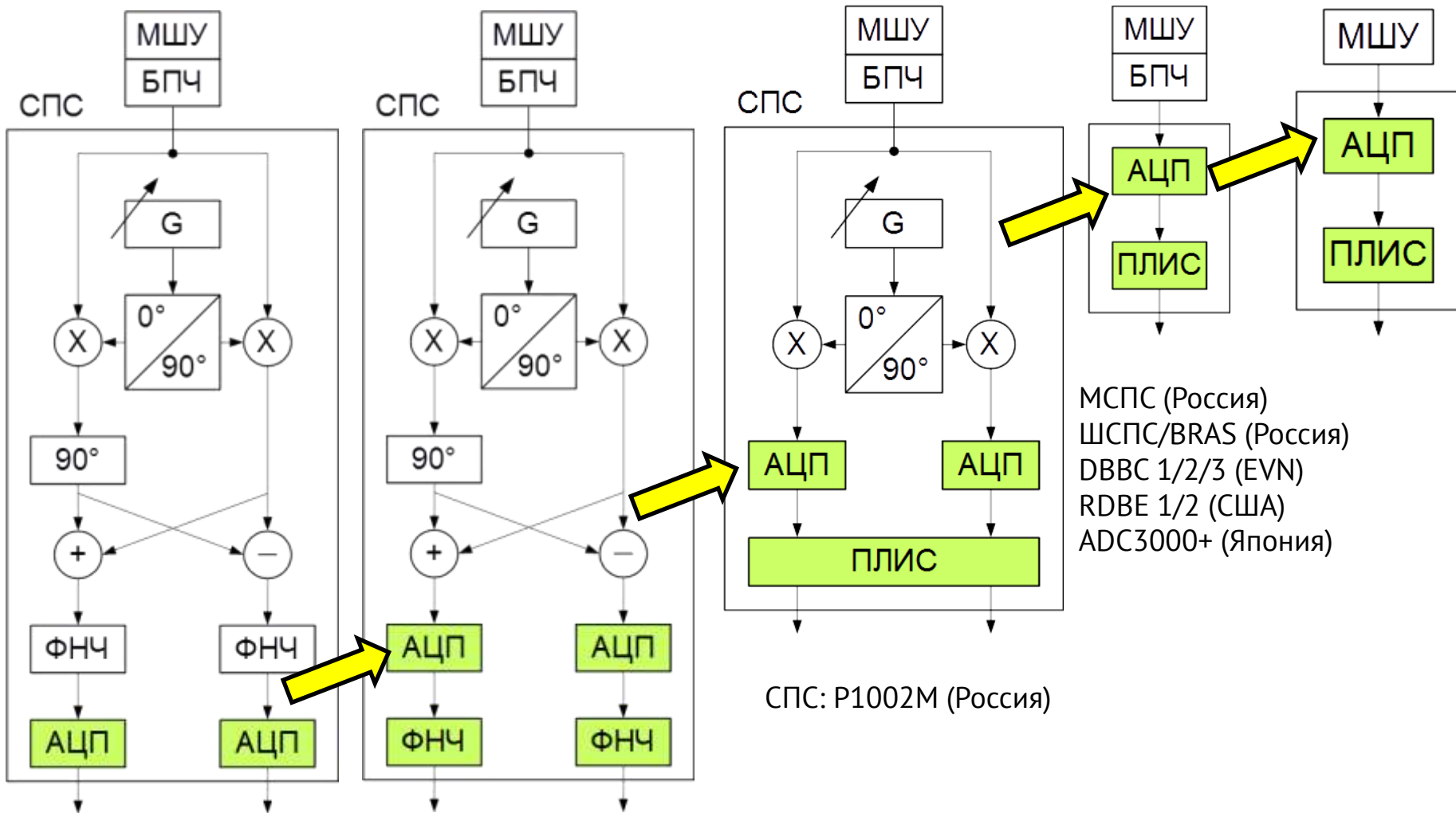
- температурные изменения задержки в кабелях
- изменения задержки в кабелях из-за механических деформаций
- температурная стабильность аппаратуры



Ввод в эксплуатацию МСПС позволит:

- радикально расширить регистрируемую полосу частот и следовательно повысить чувствительность радиоинтерферометра
- уменьшить инструментальные потери чувствительности на РТ-32 за счет оцифровки сигнала на антенне
- уменьшить ошибки измерений, обусловленные вариациями инструментальных задержек
- оснастить РТ-32 и РТ-13 унифицированным оборудованием, поддерживающим все требуемые режимы наблюдений (РСДБ, спектрометрия, радиометрия)
- обеспечить совместимость по режиму и форматам между РТ-32, РТ-13 и зарубежными системами (в пределах общих частот)
- контролировать параметры системы и входных сигналов
- быстро вводить новые функции и режимы наблюдений по мере необходимости

...ввод в эксплуатацию в 2019



МСПС (Россия)
 ШСПС/BRAS (Россия)
 DBBC 1/2/3 (EVN)
 RDBE 1/2 (США)
 ADC3000+ (Япония)

СПС: P1002M (Россия)

СПС: Mark IV (США)
 VLBA4 (США)
 P1000 (Россия) и др.

СПС: K4 (Япония)

Спасибо за внимание!