

Центр корреляционной обработки РАН

*В.Ф. Зимовский, И.Ф. Суркис, И.А.
Безруков, М.В. Васильев, А.Е.
Мельников, В.Ю. Мишин, А.Г.
Михайлов, А.И. Сальников*

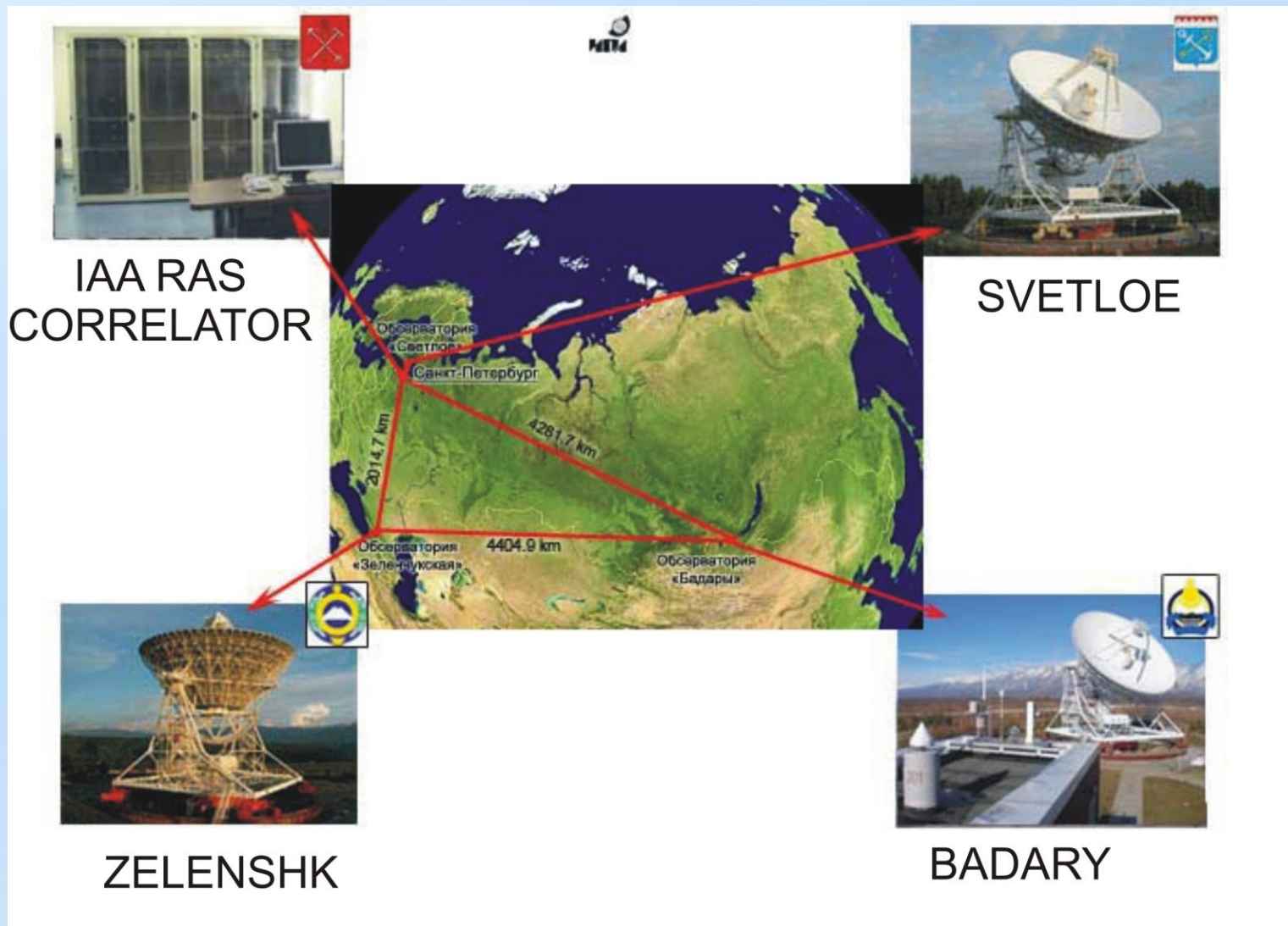
ИПА РАН

Всероссийская радиоастрономическая конференция
22-26 сентября 2014 г.
Пушино

Создание центра корреляционной обработки

- С августа 2006 г - регулярное проведение сессий по определению параметров вращения Земли (ПВЗ) и синхронизации шкал времени на радиоинтерферометрическом комплексе «Квазар-КВО». Начало функционирования центра корреляционной обработки (ЦКО) для первичной обработки РСДБ наблюдений.
- Март 2011 г – в связи с увеличивающимся объемом данных создание ЦКО как отдельного подразделения ИПА РАН.

ЦКО в РСДБ-комплексе Квазар-КВО



Задачи ЦКО РАН

- Проведение первичной (корреляционной) обработки данных РСДБ-наблюдений;
- Проведение оперативной первичной обработки в режиме е-РСДБ, с возможностью изменения программы наблюдений и перепланирования РСДБ-сессий;
- Мониторинг состояния приемно-регистрирующей аппаратуры комплекса «Квазар-КВО» методом проведения коротких тестовых серий наблюдений в режиме е-РСДБ;
- Оперативное планирование РСДБ-наблюдений;

Программы наблюдений обрабатываемых в ЦКО РАН

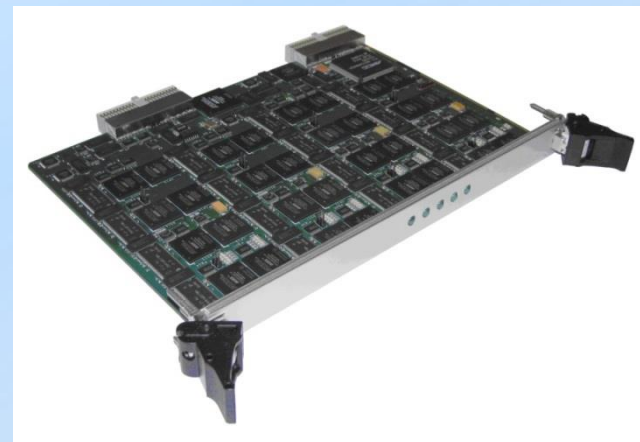
- Ru-E для определения ПВЗ - серии суточных наблюдений на трех станциях;
- Ru-U для определения Всемирного времени - часовые однобазовые серии наблюдений;
- Ru-F для проведения тестирования оборудования станций;
- Ru-TEST специальные программы для отработки методик и тестирования разрабатываемой аппаратуры;
- Обработка по астрофизическим программам наблюдений.

Аппаратно-программные средства ЦКО

- Аппаратно-программные средства Коррелятора АРК:
 - АС обработки и передачи данных;
 - АС воспроизведения Mark5B/ Mark5B+;
 - ПС управления АС;
 - ПС формирования задания на обработку и постпроцессорной обработки;
- АПС буферизации и приема данных
- АПС архивирования результатов обработки и других данных.
- ПО планирования наблюдений на основе программного пакета SKED и программы-конвертера Drudg;

Характеристики коррелятора АРК

- Тип коррелятора: аппаратно-программный, с реализацией основных вычислений на специально разработанных устройствах на основе технологии ПЛИС;
- Реализованный алгоритм обработки – XF
- Количество одновременно обрабатываемых сигналов станций – до 6, баз – до 15;
- Количество частотных каналов каждой станции – до 16;
- Ширина полосы пропускания одного частотного канала – до 16 МГц, двухбитовое квантование;
- Поток данных одного частотного канала одной станции – до 64 Мбит/с;
- Поток данных от одной станции – до 1 Гбит/с;
- Суммарный поток данных – до 6 Гбит/с.





Функциональная схема обработки РСДБ наблюдений в ЦКО РАН

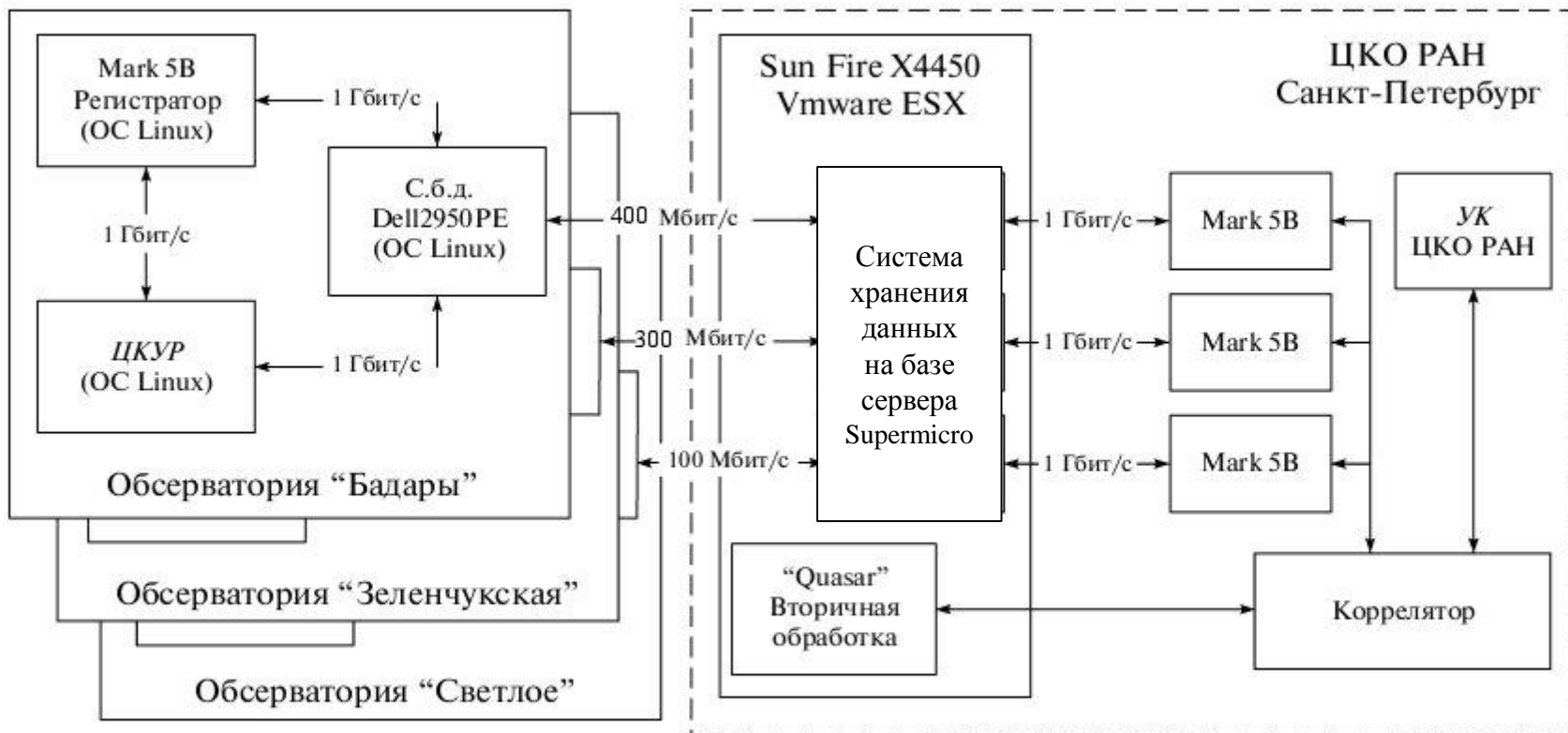
Оперативность обработки РСДБ наблюдений

- Режим с передачей данных на дисковых модулях.
 - Служебные данные, имеющие небольшой объем, передаются электронными линиями связи в течение минут после окончания наблюдений.
 - Основные данные (записи РСДБ сигналов) передаются на дисковых модулях в течение нескольких суток с момента окончания наблюдений.
 - Длительность обработки суточной серии – сутки, начинается с момента получения последнего дискового модуля.
- Режим оперативной обработки (режим e-РСДБ, близкий к режиму реального времени).
 - Данные и служебная информация передаются по ВОЛС в течение нескольких часов.
 - Обработка данных по сканам, по мере их передачи в ЦКО.

Передача РСДБ данных в режиме e-РСДБ

- Реализован метод с буферизацией данных в обсерваториях и в ЦКО.
- Процесс происходит под управлением программного обеспечения автоматизированной передачи данных:
 - Синхронизация передачи данных с программой сеанса наблюдений;
 - Передача данных по протоколу Tsunami;
 - Отображение состояния процесса передачи данных.

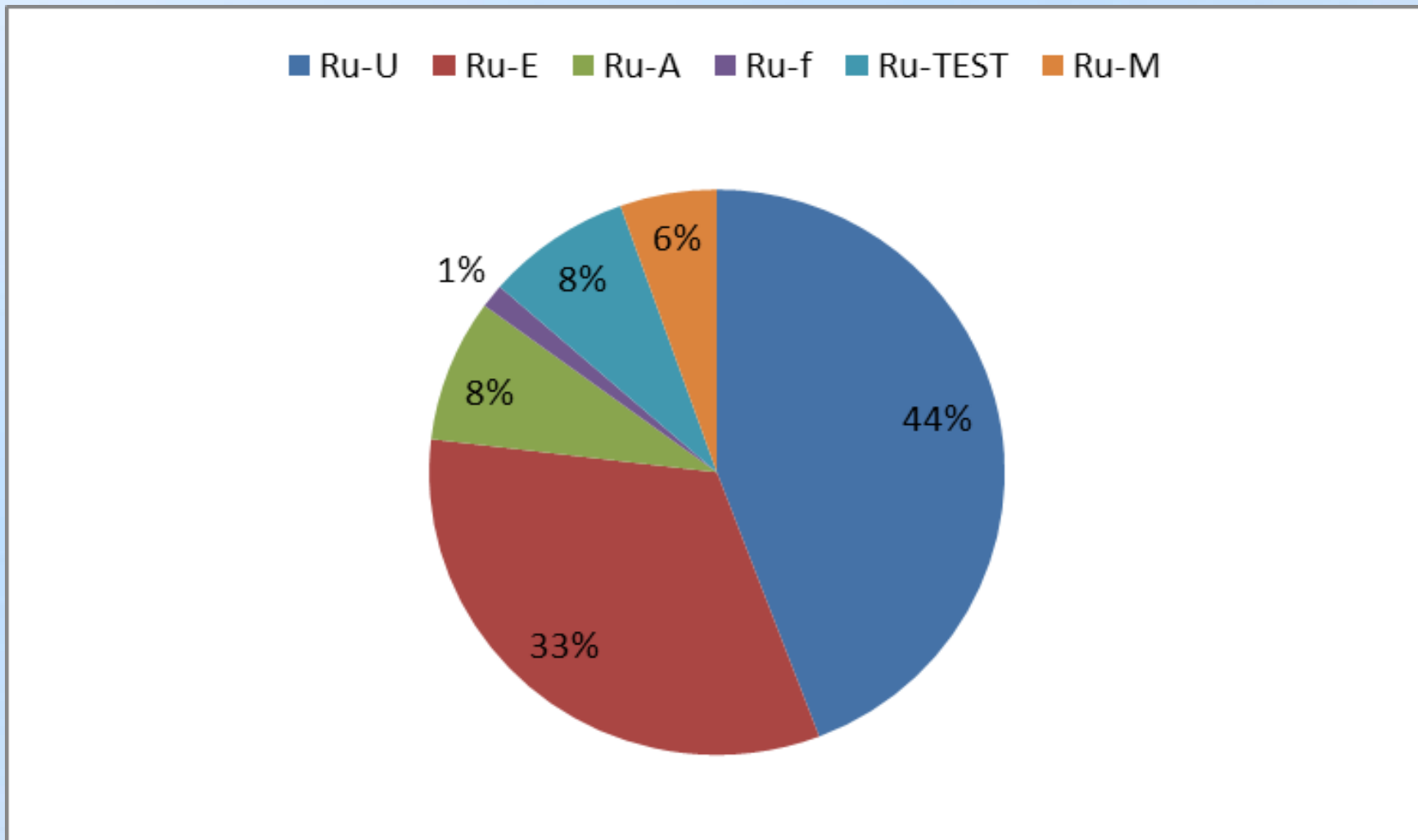
Структурная схема автоматизированной передачи РСДБ данных



Этапы работы ЦКО

- **2006-2008 гг** – проведение суточных серий Ru-E и 8-часовых серий Ru-U раз в две недели. Регистрация на S2 с суммарным потоком данных 64 Мбит/с, доставка данных в течение нескольких суток. Обработка данных суточной серии за 3 суток на корреляторе МикроПарсек.
- **2009-2011 гг** – проведение суточных трехстанционных серий Ru-E и двухстанционных 1-часовых серий Ru-U раз в неделю. Запись данных на дисковых модулях систем регистрации Mark5B с суммарным потоком данных 512 Мбит/с. Доставка данных в течение нескольких суток. Обработка суточной серии за 1 сутки на корреляторе АРК.
- **С марта 2010 г.** – обработка двухстанционных 1-часовых серий Ru-U в режиме e-РСДБ, с передачей и обработкой данных за 6 часов с начала наблюдений.
- **С июля 2012 г** – проведение двухстанционных 1-часовых серий Ru-U ежесуточно, работа с холодными или теплыми приемниками станций.
- **С марта 2013 г.** – передача данных суточных серий наблюдений Ru-E с обсерваторий «Бадары», «Зеленчукская» проводится по ВОЛС.
- **В настоящее время** - передача и обработка данных двухстанционных одночасовых серий Ru-U за 1.5-2 часа с начала наблюдений

Средний бюджет времени за месяц на корреляционную обработку по программам

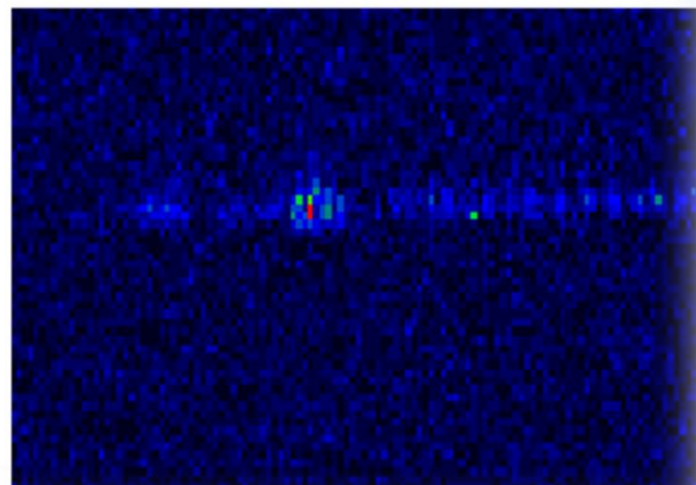


Специальные программы наблюдений

- Наблюдения с целью построения изображений источников
- Тестовые наблюдения со станциями других стран (Шанхай, Симеиз...)
- Наблюдения слабых радиоисточников
- Наблюдения космических аппаратов
- Наблюдения с «Радиоастроном»

rafs02 svrd 0212+735

RAFS-02,
23.11.2011 12:14:14
18 см, 0212+735
Светлое-Зеленчукская-
Бадары-Радиоастрон



Обеспечение наблюдений КА в ближнем и дальнем космосе

- Планирование наблюдений КА.
- Расчет целеуказаний для проведения наблюдений.
- Подготовка задания на корреляционную обработку наблюдений.
- Корреляционная обработка радиотехнических наблюдений КА.
- Построение нормальных точек радиотехнических наблюдений КА.

Обработка наблюдений КА в ближнем и дальнем космосе.

Название КА	Сигнал	Определяемые параметры	Точность
РАДИОАСТРОН	Монохромат, X	$\dot{\tau}$	1-5 мГц
ГЛОНАСС	Псевдошум., L	τ	<1 нс
БЭЙДОУ	Псевдошум., L	τ	1-3 нс
КОСМОС	Телеметрия, S	τ	6 нс
МАРС-ЭКСПРЕСС	Модул. X	$\tau, \dot{\tau}$	-

Заключение

- ЦКО РАН работает с августа 2006-го года, обрабатывая регулярно проводящиеся серии-РСДБ наблюдений.
- В 2009 г. коррелятор МикроПарсек+S2 были заменены на коррелятор АРК+Mark5В, что позволило использовать частотные каналы с шириной полосы пропускания до 16 МГц и повысить точность вычисления групповой задержки.
- С 2010-го года выполнялся переход от передачи данных на возимых модулях к передаче данных по ВОЛС. В настоящее время только суточные серии наблюдений обсерватории «Светлое» перевозятся на возимых дисковых модулях.
- Проводится модернизация аппаратно-программного комплекса с целью обеспечения отечественных и международных программ по наблюдению КА в ближнем и дальнем космосе.
- В 2014-2015 гг – оснащение ЦКО РАН программным коррелятором для обработки наблюдений РСДБ сети малых антенн.

Спасибо за внимание!