

Нижегородский научно-исследовательский радиофизический  
институт Государственного комитета РФ по высшему  
образованию

---

П р е п р и н т N 420

**АППАРАТУРНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС  
РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОГО ПУНКТА И  
ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ НИРФИ ДЛЯ  
АСТРОМЕТРИИ И НАВИГАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ  
АППАРАТОВ**

В.А.Алексеев,  
А.Ф.Дементьев,  
Д.А.Дмитренко,  
Г.А.Дмитриев,  
Н.А.Князев,  
А.Е.Крюков,  
Б.Н.Липатов,  
В.А.Окмянский,  
А.А.Петровский,  
Ю.В.Смирнов,  
Д.Л.Агапов,  
А.А.Антипенко,  
А.Е.Земсков.

Нижний Новгород, 1995 г.

В.А.Алексеев, А.Ф.Дементьев, Д.А.Дмитренко,  
Г.А.Дмитриев, Н.А.Князев, А.Е.Крюков, Б.Н.Липатов,  
В.А.Окмянский, А.А.Петровский, Ю.В.Смирнов,  
Д.Л.Агапов, А.А.Антипенко, А.Е.Земсков.

**АППАРАТУРНО – ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС  
РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОГО ПУНКТА И  
ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ НИРФИ ДЛЯ АСТРОМЕТРИИ  
И НАВИГАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

// Препринт N 420. — Нижний Новгород: НИРФИ, 1995.  
— 22 с.

УДК 520.274

Описан разработанный в НИРФИ опытный образец приёмно-регистрирующего комплекса РСДБ на рабочие длины волн 3.6 и 13 см, предназначенный для установки на большую антенну, например, ТНА-1500, имеющую соответствующую систему облучения и оснащённую системами единого времени и эталонных частот и ориентированную на решение задач астрометрии, геодезии, геодинамики, космической навигации в составе международных РСДБ-сетей.

Приведены структурные схемы комплекса и преобразования частот принимаемого излучения в видеочастотный диапазон. Регистрация осуществляется на видеоманитофоны в международном стандарте MARK-Пс. Описаны системы первичной обработки интерферометрических сигналов, передаваемых в центр обработки в записях на магнитной ленте, программный состав вторичной обработки экспериментальных данных, обеспечивающий подготовку данных в виде, удобном для пользователя в соответствии с согласованным протоколом. Приведённый состав вторичной обработки экспериментальных данных адаптирован к задаче космической навигации.

## Введение

В последние 10–15 лет радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ) источников космического радиоизлучения стала прецизионным средством для исследования структур сверхкомпактных космических образований, метрологического обеспечения космической навигации, геодезии и геодинамики, определения параметров вращения Земли и т.д. Реализация РСДБ с применением систем независимого приема позволяет обеспечивать когерентный приём излучения космических радиоисточников в произвольно расположенных точках пространства, где есть антенны и радиотехнические средства, обеспечивающие достаточную чувствительность. Такие РСДБ не требуют физических линий связи между пунктами приема, что дает возможность организовать глобальные радиоинтерферометрические комплексы различной конфигурации, адекватные решаемой задаче. Следующим шагом станет создание наземно-космических радиоинтерферометрических комплексов, потенциал которых будет тем выше, чем большее число наземных крупных антенн в них задействовано. Мы предлагаем, используя аппаратный задел НИРФИ и дополнив его приёмо-преобразователями X и S-диапазонов, создать российский экспериментальный радиоинтерферометрический пункт на антенне

ТНА-1500 ОКБ МЭИ с диаметром зеркала 64 м., который мог бы работать в составе международных РСДБ-сетей. Параллельный приём радиосточников в X (3.6 см) и S (13 см) диапазонах принят как стандарт в зарубежных РСДБ-средствах для решения метеорологических задач.

В качестве приоритетных задач ближайших лет предполагается радиоастрометрическое обеспечение космической навигации, например, "Марс-96", глобальная геодезия, а также исследования межпланетной среды и атмосфер планет. Интерферометрическим "компаньоном" предполагается в первую очередь комплекс DSN США, пункты которого размещены на разных континентах, в т.ч. в Америке, Европе, Австралии.

Аппаратура комплекса радиоинтерферометрических пунктов, интегрируемых в единую сеть, должна быть согласована по входным характеристикам приёмных устройств и по стандарту регистрации принимаемого излучения на магнитную ленту. На настоящее время существуют стандарты MARK-IIc, MARK-III (США), S-2 (Канада), K-4 (Япония). Основное их различие в ширине полосы частот регистрируемых сигналов. Различие структурных схем построения приёмо-усилительных устройств с этой точки зрения не принципиально. Мы выбрали для регистрации стандарт MARK-IIc, как наиболее экономичный. Такие системы считаются узкополосными, но они достаточно адекватны поставленным задачам. Мы разработали средства диагностики состояния приёмо-усилительных устройств, что дает возможность получать однозначную оценку их работоспособности непосредственно во время эксперимента. Это чрезвычайно важно, т.к. окончательный результат эксперимента может быть получен через длительное время – после доставки записей в пункт обработки и завершения обработки.

## 1. Приёмно-регистрирующий радиointерферометрический комплекс

В НИРФИ создан опытный экземпляр нового приёмно-регистрирующего комплекса РСДБ на рабочие длины волн 3.6 и 13 см., специально предназначенного для точного определения координат космических аппаратов в ближнем и дальнем Космосе, а также для решения задач астрометрии и геодинамики.

Комплекс содержит аппаратуру когерентного преобразования информативных сигналов из рабочих диапазонов частот 8395–8465 МГц и 2270–2340 МГц в область видеочастоты для регистрации их на магнитные ленты, включая трехканальную систему синтеза широкой полосы частот для целей навигации космических аппаратов и восьмиканальную – для астрометрии, систему дистанционного управления конфигурацией частотных преобразований, двухканальную систему регистрации информативных сигналов на магнитные ленты в формате MARK-IIc, а также развитую систему оперативно-го контроля параметров комплекса. Предусмотрена возможность внешнего управления и контроля работы комплекса от ЭВМ. Аппаратура разрабатывалась с учетом опыта предыдущих работ НИРФИ и ОКБ МЭИ на больших антеннах и в существующем виде может быть установлена на антенне типа ТНА-1500.

Структурная схема комплекса показана на рис.1.1, а схема основных частотных преобразований – на рис.1.2

Входными устройствами комплекса являются СВЧ-преобразователи частоты рабочих диапазонов частот. Внешние гетеродинные сигналы должны иметь частоту 8000 МГц (3.6 см) и 1875 МГц (13 см). Смесители выполнены на диодах с барьером Шоттки и имеют потери преобразования около 7 дБ. Тракт первой промежуточной частоты занимает область час-

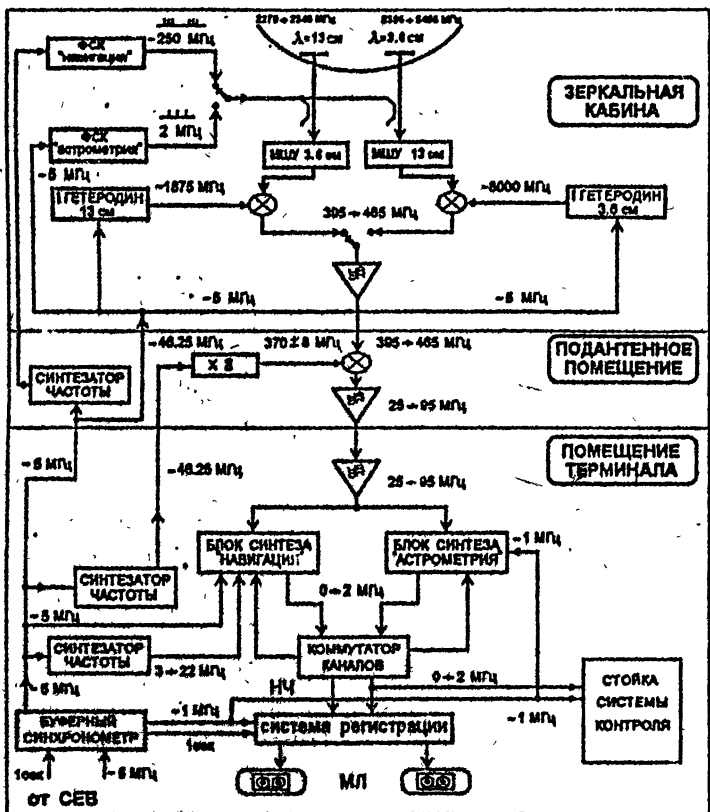


Рис. 1.1

Структурная схема грибно-регистрирующего комплекса

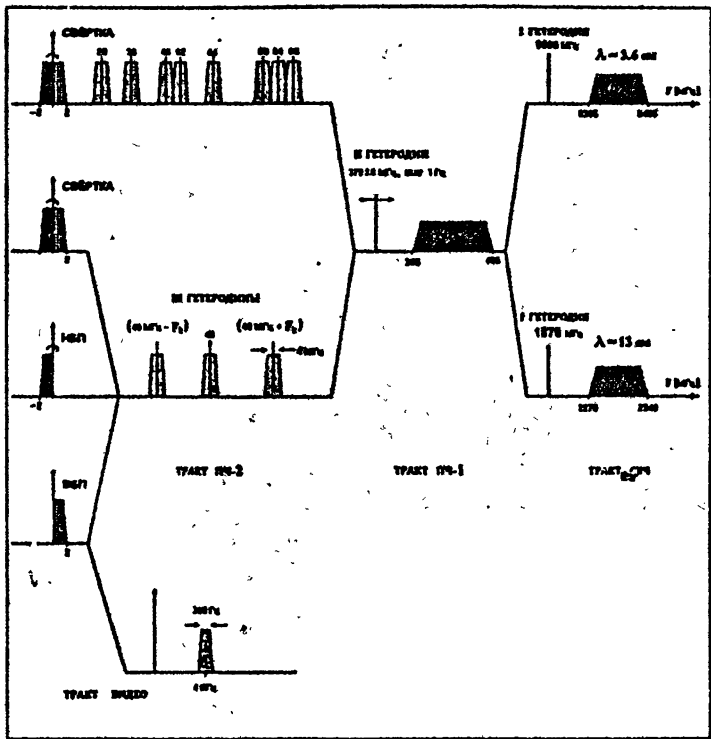


Рис. 1.2

Схема частотных преобразований в трактах  
приёмно-регистрирующего комплекса

тот 395–465 МГц и является общим для обоих диапазонов. Комплекс имеет один канал ПЧ-1 с дистанционной коммутацией рабочих диапазонов на входе УПЧ-1. Второе преобразование частоты осуществляется в область частот 25–95 МГц с помощью гетеродинного сигнала 370 МГц, перестраиваемого по частоте в пределах  $\pm 8$  МГц. Гетеродин формируется путем умножения частоты сигнала от синтезатора частоты, расположенного в помещении терминала приёмного пункта. Аппаратура первого преобразования частоты располагается в зеркальной кабине приёмной антенны рядом с МШУ. Аппаратура 2-го преобразования частоты может быть расположена как в зеркальной кабине, так и в помещении под антенной с ретрансляцией туда сигнала ПЧ-1 по фидерной линии (затухание не более 30 дБ.). Передача информативных сигналов в помещение терминала приёмного пункта производится по тракту ПЧ-2 в полосе частот 25–95 МГц. После коррекции частотных искажений сигнал разветвляется на две параллельные системы синтеза широкой полосы частот. Для целей астрометрии используется восьмиканальный синтез с фиксированным расположением центральных частот каналов в общей полосе 64 МГц (рис.1.2). Полоса частот каждого канала в тракте ПЧ-2 4 МГц, а преобразование на видеочастоту производится со сворачиванием верхней и нижней боковых полос. Распределение частот каналов оптимизировано в смысле минимизации уровня боковых лепестков корреляционного отклика интерферометра. Для целей навигации космических аппаратов применён трехканальный синтез с эквидистантным расположением центральных частот каналов, что обусловлено спектральным составом бортовых сигналов, принятым у нас и за рубежом для обеспечения радиointерферометрических измерений: несущая и (или) две симметрично расположенные поднесущие с переключаемым по команде с Земли разносом частот. Со-



ответственно этому система синтеза обеспечивает переменный разнос частот каналов поднесущих относительно канала несущей в пределах 3–22 МГц с шагом 1 Гц, определяемым используемым для этой цели синтезатором частоты РЧ6-05. Это, а также возможность смещения центральной частоты приёма (канала несущей) в пределах  $\pm 8$  МГц с помощью перестраиваемого по частоте 2-го гетеродина, обеспечивает согласованный приём бортовых сигналов для всех существующих у нас и зарубежом вариантов их формирования. Видеопреобразование при навигационном синтезе производится с селекцией верхней или нижней боковых полос приёма шириной по 2 МГц, либо – со сворачиванием боковых полос. Для повышения помехоустойчивости при приёме сигналов космических аппаратов сквозная полоса частот приёма несущей и поднесущих может быть уменьшена до величины 300 Гц.

Синтез широкой полосы частот в обоих описанных вариантах производится по схеме последовательного опроса каналов с периодом около 0.5 сек и выдачей информативных сигналов для регистрации в энергетической полосе частот 2 МГц по одному стволу. При этом в астрометрическом режиме могут быть задействованы как все 8 каналов, так и лишь 4 первых канала, а также – только один канал непрерывно (любой из восьми). В процесс синтеза полосы частот в астрометрическом режиме может быть также включена коммутация рабочей длины волны в тракте ПЧ-1. Таким образом, реализуется двухдиапазонный приём, важный для исключения влияния ионосферы на астрометрические измерения. В навигационном режиме синтез может осуществляться как по всем трем каналам, так и только по двум крайним каналам поднесущих, либо – непрерывно регистрироваться любой из трех каналов.

Управление всеми этими вариантами и их выбор производится оператором с пульта блока коммутатора каналов

(см.рис.1.1), который в свою очередь может также работать в режиме внешнего управления от ЭВМ.

Аппаратура синтеза и коммутации каналов смонтирована в стандартной аппаратурной стойке вместе с буферным хранителем шкалы времени (синхронометр Ч7-37) и контрольной аппаратурой (анализатор спектра С4-60, осциллограф С1-126, частотомер).

В комплексе применена система цифровой регистрации информативных сигналов на магнитную ленту в формате MARK-II. В существующем виде она имеет два параллельных канала регистрации (сделана "навырост") одновременно на 2 видеомагнитофона VHS NTSC. На вход системы поступает аналоговый информативный сигнал в полосе частот 0-2 МГц, а также сопровождающий его низкочастотный сигнал интенсивности с блока коммутатора каналов. Работа системы синхронизируется опорным сигналом 5 МГц и секундными метками шкалы времени. Регистрация производится в ДФМ-коде с тактовой частотой 4 МГц (видеосигнал) и 3.84 КГц (сигнал интенсивности на звуковой дорожке). В системе имеется встроенный процессор для программирования процесса регистрации на измерительный сеанс. Функции оператора во время сеанса сводятся к контролю процессом и смене магнитных лент. Расписание программы сеанса составляется заранее и вводится в память процессора с пульта системы регистрации или дистанционно, от внешней ЭВМ. Система регистрации занимает отдельную аппаратурную стойку, содержащую блок форматора, три видеомагнитофона (один резервный), выносной индикатор шкалы времени синхронометра Ч7-37, частотомер и два 4-канальных осциллографа для контроля наличия и качества записываемых сигналов непосредственно на магнитных головках и контроля систем автоматического регулирования вращением головок и движением лент.

Кроме средств автономного контроля состояния и прохождения сигналов через отдельные системы комплекса, имеется особая система сквозного контроля его параметров. Для этой цели используются формирователи контрольных сигналов (ФСК) (рис.1.1), вырабатывающие когерентные последовательности коротких (0.1 нсек.) импульсов, которые подаются на входы МШУ через направленные ответвители со слабой связью параллельно с сигналами от радиостанций, проходят вместе с ними все этапы преобразования, включая регистрацию на магнитные ленты и, таким образом, несут информацию о состоянии приёмного тракта. Эти сигналы используются для контроля фазовых набегов, а вызываемое ими приращение мощности информативных сигналов служит в качестве калибровочной ступеньки при измерении чувствительности тракта. Блок ФСК для астрометрии формирует импульсы постоянной частоты следования 2 МГц. Этот сигнал содержит спектральные составляющие, соответствующие частотным каналам 8-канального синтеза полосы частот. Блок ФСК для навигации формирует последовательность пачек импульсов частоты около 250 МГц, кратной частоте несущей бортового сигнала космического аппарата. Период следования пачек соответствует частоте отстройки поднесущих от несущей. Таким образом, спектральный состав сигнала ФСК соответствует структуре бортового сигнала. Блок синхронизируется сигналом от отдельного синтезатора частоты (рис.1.1), что позволяет, отслеживая доплеровское смещение частоты принимаемых сигналов, в максимальной степени приблизить частоту спектральных составляющих контрольных сигналов к частотам несущей и поднесущих бортового сигнала, что важно для учёта фазовых набегов в приёмных трактах при обработке результатов навигационных измерений.

Оперативный контроль осуществляется с помощью фазо-

метрической, спектрометрической и радиометрической аппаратуры, расположенной в отдельной стойке контроля (рис.1.1), на которую подаётся видеочастотный информативный сигнал со входа системы регистрации и синхронизирующие сигналы. Контролируются следующие характеристики: наличие и визуальное качество информативного сигнала, фазовая стабильность приёмного тракта, чувствительность приёма, помеховая обстановка, наведение антенны на источник радиоизлучения. Кроме этого аппаратура позволяет оперативно контролировать наличие и интенсивность принимаемых сигналов от космического аппарата.

Описанная аппаратура является первой очередью приёмно-регистрационного комплекса. В дальнейшем предполагается его развитие со следующими этапами:

1. Обеспечение двух параллельных каналов приёма и регистрации сигналов в формате MARK-II одновременно на обоих рабочих длинах волн;

2. Обеспечение четырёх параллельных каналов регистрации MARK-II с гибкой схемой коммутации частотных каналов синтеза и рабочих длин волн. Возможность такого наращивания была заложена в схему и конструкцию комплекса при разработке.

## **2. Система первичной обработки интерферометрических сигналов**

Новая система обработки предназначена для обработки записей сигналов радиоисточников, получаемых в приёмных пунктах радиоинтерферометра с независимым приёмом. Магнитные записи выполнены в международном формате MARK-IIc. Результатами первичной обработки являются: амплитуда интерференции, частота интерференции, фаза интерференции, интерферометрическая временная задержка.

В состав системы входят (см.рис.2.1): видеоманитфоны (до 4), блок синхронизации, многоточечный коррелятор, процессор обмена и IBM-совместимый компьютер.

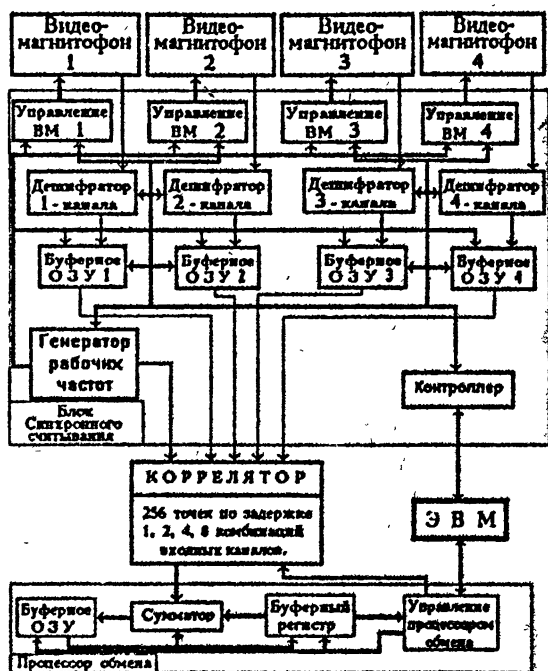


Рис. 2.1

Структурная схема первичной обработки данных

Данный комплекс позволяет обрабатывать потоки данных ющие одновременно от двух до четырех видеомagneтофонов со скоростью 4 Мбод в сек. Продолжительность единичного обрабатываемого участка записей составляет 1000 сек.

Входные данные, в виде магнитных записей сигналов на видеокассетах, считываются видеомagneтофонами стандарта VHS NTSC под управлением блока синхронизации. В блоке сигналы дешифрируются: выделяются данные и синхросигналы. Из-за нестабильностей механических частей мagneтофонов считанные сигналы флуктуируют во времени в пределах 50 мкс относительно сигнала опорного генератора, что не позволяет подавать их непосредственно на коррелятор, поэтому данные записываются циклически, по мере поступления, в буферное ОЗУ. Считывание производится одновременно из всех ОЗУ по сигналам, вырабатываемым стабильным генератором, тем самым достигается абсолютная синхронность воспроизводимых данных.

Для компенсации временных задержек, возникающих из-за рассогласования шкал времени в пунктах регистрации, а также положения радиисточника и ориентации базы радиointерферометра, вводится предварительное смещение в считывании данных с лент. Контроллер блока осуществляет расчёт и соответствующее управление ВМ как для предварительного смещения, так и для компенсации динамического временного сдвига возникающего из-за изменения положения источника в результате вращения Земли.

Исходные данные для программирования работы блока синхронизации пересылаются ЭВМ в контроллер по последовательному СОМ-порту. По этому же порту центральный процессор контролирует работу блока синхронизации и получает данные мощности информативного сигнала, которые были записаны на звуковые дорожки ВМ в пунктах приёма радиointерферометра.

Используемый в системе коррелятор имеет 256 точек оценок корреляционной функции и собран по классической схеме: регистр сдвига, перемножитель, интегратор, буферный регистр. Для организации обработки данных одновременно по нескольким базам коррелятор разбит на восемь независимых субблоков по 32 точки в каждом. Объединение субблоков позволяет организовать 1, 2, 4 и 8 каналов и соответственно 256, 128, 64 и 32 точки в каждом канале. Время накопления данных задается от 16 до 64 мкс с шагом в 4 мкс и ограничено разрядностью интеграторов.

Управляет режимом работы коррелятора центральная ЭВМ через процессор обмена. Процессор обмена буферизирует данные, получаемые от коррелятора, перетасовывает их для упорядочивания и суммирует соответствующие точки. Число циклов суммирования варьируется от 0 до 255, что может увеличивать общее время интегрирования (вместе с интегратором коррелятора) до 16368 мкс. Запись в буфер процессора обмена производится блоками в 256 байт (все каналы), а считывание в ЭВМ осуществляется в двух режимах. В автономном: задается число выводимых точек на каждом канале ( $1 \div 256$ ) и процессор самостоятельно, перебирая адреса буферного ОЗУ, пересылает данные на центральный процессор. Во втором режиме адреса указывает ЭВМ и данные выбираются в произвольном порядке. Обмен с компьютером идет по параллельному каналу со скоростью 1.5 МБайт/сек.

Использование выше описанных блоков уменьшает объем исходных данных, высвобождая память и время центрального процессора для Фурье анализа и вычисления интерферометрических параметров. В результате продолжительность цикла обработки 15-минутного скана (включая время прогона магнитных лент) не превысит 20 мин.

Система обработки предназначена для решения задач аст-

рофизики, астрометрии, геодинамики, космической навигации, распространения радиоволн, исследования коротких всплесков радиоизлучения Солнца ("спайков").

### 3. Вторичная обработка экспериментальных данных

Вторичная обработка предназначена для исключения неоднозначности и введения необходимых малых поправок в экспериментальные значения временных задержек и частот интерференции, полученных в результате первичной обработки магнитных записей информативных сигналов; а также — для форматирования входных данных и передачи их заинтересованным пользователям (баллистические центры, ЦУП и т.д.).

Входные экспериментальные данные, полученные в результате первичной обработки, представлены в виде значений временных задержек между сигналами от космического аппарата, естественных радиоисточников, а также — соответствующих значений частот интерференции. Эти данные сопровождаются необходимой служебной информацией — именами источников, датами (временами) их наблюдения, видом наблюдений (навигация, астрометрия), значениями метеопараметров. Значения временных задержек для КА являются в принципе неоднозначными с интервалом  $d = 1/F$ , где  $F$  — расстояние по частотной оси между соседними спектральными составляющими в сигнале КА. Неоднозначность может присутствовать в навигационных задержках для КИ, а также, в отдельных случаях, и в астрометрических измерениях.

Способ исключения неоднозначности, заложенный в структуру вторичной обработки, заключается в сравнении измеренных значений задержек (дифференциальных, а для кали-



бровочных измерений – и абсолютных) с их расчётными значениями и введении в экспериментальные значения дискретных сдвигов  $d$  до тех пор, пока разность между скорректированными экспериментальными и расчётными задержками будет не больше, чем  $d/2$ .

Если в навигационных сеансах используется несколько ступеней исключения неоднозначности (с изменением  $F$ ), то описанная процедура проводится только для исходной ступени, а на последующих ступенях проводится сравнение экспериментальных задержек с задержками, полученными на предыдущей ступени, редуцированными к моменту проведения сеанса с новым, большим значением  $F$ . Структурная схема вторичной обработки данных изображена на рисунке 3.1. Важной частью её является банк исходных данных, содержащий:

1. Массив данных первичной обработки. Массив содержит значения задержек для КА и КИ, и соответствующих частот интерференции, он пополняется по мере поступления новых данных.

2. Массив метеопараметров. Он содержит значения температуры, атмосферного давления, влажности и интегральной электронной концентрации в пунктах приема интерферометра во время проведения сеансов измерений.

3. Конструктивные параметры антенн. Для приведения измеренных задержек и частот к отсчётным точкам антенн используются параметры:

- расстояние между угломестной и азимутальной осями антенн,

- расстояние от угломестной оси до вершины параболлоида антенны.

4. Прогноз видимых эфемерид КА. Прогноз должен содержать следующие данные на период проведения навигационных сеансов ( $\pm 12$  часов с шагом 2 часа):

- время UTC (SU)

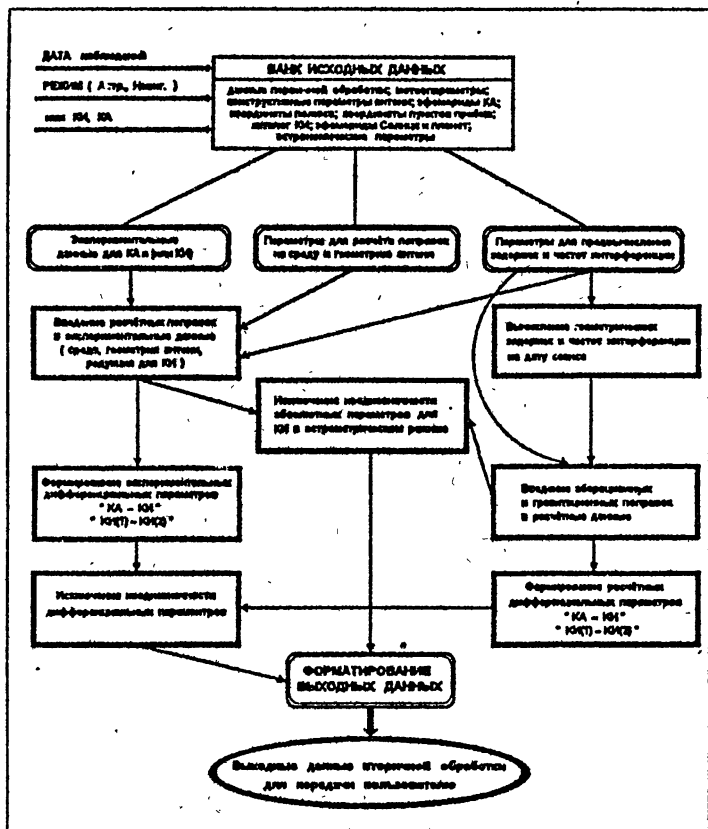


Рис. 3.1

Структурная схема вторичной обработки данных

- видимые геоцентрические значения:
- прямого восхождения КА ( час.мин.сек,  $\pm 0.1$  сек)
- склонения КА (град, мин, сек,  $\pm 1.5$  угл.сек.)
- расстояние  $D$  до КА (а.е.,  $\pm 0.5 \cdot 10^{-5}$  а.е.)
- скорости  $\dot{D}$  КА (а.е./сутки,  $\pm 3 \cdot 10^{-11}$  а.е./сутки).

Данные должны поступать из баллистического центра.

5. Координаты полюса  $x, y$ , поправка времени

$$DT = UT1 - UTC$$

Прогноз по этим данным на период проведения сеансов поступает от ГСВЧ СССР (бюллетень серии "А"), а также от служб, занимающихся конечной обработкой данных калибровочных интерферометрических измерений.

6. Координаты пунктов приёма. Координаты отсчётных точек антенн заносятся в банк данных в декартовой геоцентрической системе координат для отсчётной эпохи 1903.0. по результатам прецизионных калибровочных измерений (интерферометрических, геодезических (спутниковых)). Уточняются по мере проведения новых калибровочных измерений.

7. Каталог радиоисточников. Содержит имена и небесные координаты (эпоха 1950.0) естественных радиоисточников, используемых в измерениях.

8. Эфемериды Солнца и больших планет. Массив содержит данные, необходимые для расчёта геоцентрических координат Солнца и планет на период проведения сеансов.

9. Параметры астрономических поправок. Массив содержит исходные данные для расчёта звёздного времени, поправок на прецессию, нутацию и годовую абберацию на период проведения сеансов.

Банк исходных данных снабжает по запросу информацией все этапы вторичной обработки.

Вторичная обработка экспериментальных данных включает следующие этапы:

1. Расчёт поправок на влияние среды распространения радиоволн и их учёт в экспериментальных данных для КА и КИ.

2. Приведение измеренных величин задержек и частот интерференции к отсчётным точкам антенн (отсчётным векторам базовых линий на дату проведения сеанса). Расчёт соответствующих поправок для КА и КИ.

3. Редуцирование измеренных значений задержек и частот для КИ к моменту времени (дате) наблюдения КА (навигация) или другого КИ (калибровка). Это необходимо для формирования дифференциальных пар данных, которые должны быть привязаны к единому моменту времени.

4. Формирование дифференциальных экспериментальных данных: "КА—КИ" (задержка, частота интерференции) — для навигации; "КИ(1)—КИ(2)" (задержка, частота интерференции) — для калибровки и астрометрии.

5. Исключение неоднозначности измерений. Проводится путём сравнения полученных на предыдущем этапе дифференциальных задержек с их расчётными значениями (или значениями, полученными на более низкой ступени исключения неоднозначности — в навигации) и введение в экспериментальные данные дискретных сдвигов  $d$  до тех пор, пока разница между сравниваемыми величинами будет не превышать  $d/2$ .

В решении некоторых калибровочных и астрометрических задач используются абсолютные значения временных задержек, поэтому аналогичная операция проверки правильности исключения неоднозначности (при первичной обработке) предусмотрена в схеме вторичной обработки данных для абсолютных значений задержки.

6. Форматирование выходных данных. Полученные окончательные значения измеряемых дифференциальных и абсолютных параметров передаются пользователям вместе с сопровождающей информацией. Формат данных утверждается протоколом согласования. Этапы вычисления расчётных значений задержек и частот интерференции показаны на

структурной схеме.

Авторы выражают благодарность Российскому Фонду Фундаментальных исследований за поддержку в оснащении приёмно-регистрирующего радиоинтерферометрического комплекса и центра обработки (грант N 95-02-07308).