

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА**

На правах рукописи

УДК 520.27, 520.374

Лапаев Константин Анатольевич

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
НАБЛЮДЕНИЙ НА РАДИОТЕЛЕСКОПАХ
ДКР-1000 ВОСТОК-ЗАПАД И БСА ФИАН**

Специальность: 01.03.02 – астрофизика и радиоастрономия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва

2009

Работа выполнена в филиале «Пушинская радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН» учреждения Российской академии наук Физического института им.П.Н. Лебедева РАН (ПРАО АКЦ ФИАН)

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор
А.Д. Кузьмин, ПРАО АКЦ ФИАН

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук М.В. Попов, АКЦ ФИАН

кандидат физико-математических наук В.Н. Черненко, САО РАН

Ведущая организация: Федеральное государственное научное учреждение
"Научно-исследовательский радиопизический институт" (ФГНУ НИРФИ)

Защита состоится 9 ноября 2009 года в 16 час. 15 мин. на заседании диссертационного совета Д002.023.01 Физического института им.

П.Н. Лебедева РАН по адресу: 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 53.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Физического института им.
П.Н. Лебедева РАН.

Автореферат разослан «25» сентября 2009 года.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

д. ф.-м. н.



Ю.А. Ковалев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Пушинская радиоастрономическая обсерватория – одно из крупнейших научных учреждений России. В обсерватории проводятся исследования по широкому кругу проблем современной астрофизики. Основу экспериментальной базы обсерватории в диапазоне метровых волн составляют радиотелескопы ДКР-1000 и БСА ФИАН – уникальные радиоастрономические инструменты.

Настоящая работа посвящена разработке и внедрению автоматизированной системы радиоастрономических наблюдений на этих радиотелескопах.

Актуальность работы

Эффективное использование крупных, уникальных астрономических инструментов имеет существенное значение для астрофизических исследований. Современные радиотелескопы представляют собой сложные комплексы, включающие в себя антенные сооружения вместе с системами наведения и управления, многофункциональную радиотехническую аппаратуру и вычислительные системы. Эффективность проведения исследований на современном уровне на таких радиотелескопах во многом определяется степенью автоматизации наблюдательного процесса: возможностью многоканального сбора данных с высоким временным разрешением и передачи больших массивов данных, автоматическим управлением антеннами и радиометрами, автоматизированной подготовкой, проведением наблюдений и обработкой их результатов.

Работы по автоматизации научных наблюдений в Пушинской радиоастрономической обсерватории начались в конце 70-х гг. В центре автоматизированных систем того времени были мини-ЭВМ серий М-6000, СМ (PDP).

В 90-х гг. на радиотелескопах метровых волн ПРАО началось внедрение микро-ЭВМ. С их помощью были автоматизированы сбор данных по различным областям проводимых на радиотелескопах исследований и управление ан-

теннами. Эти ЭВМ располагались в непосредственной близости к объекту управления – радиометру либо пульта управления антенной, что повышало надежность проведения наблюдений. Однако в функциональном плане эти микро-ЭВМ были изолированы друг от друга: системы сбора данных не могли контролировать процесс установки антенн.

Кроме того, для проведения наблюдений требовалось вручную формировать задания для работы этих автоматизированных установок. Отсутствовала автоматическая диспетчеризация наблюдений, проводимых по различным исследовательским программам.

Таким образом, функционально-целевая и топологическая децентрализация систем автоматизации снижала эффективность проведения наблюдений.

Отсутствие в используемой операционной системе многозадачного режима реального времени и встроенной сетевой поддержки препятствовало созданию развитого программного обеспечения.

Необходимость решения данных проблем потребовала комплексного подхода к автоматизации наблюдательного процесса на радиотелескопах метровых волн ПРАО и стала отправной точкой создания новой автоматизированной системы. Эта система должна обеспечить функционирование радиотелескопов как единого целого.

Цель работы

Целью работы являлось создание комплексной системы автоматизации радиоастрономических наблюдений на телескопах БСА ФИАН и ДКР-1000 Восток-Запад.

Для достижения этой цели потребовалось решить следующие **основные задачи**:

- 1) разработать принципы построения и архитектуру системы автоматизации, которые обеспечат:
 - распределенный сбор данных и управление антеннами;

- автоматическую диспетчеризацию наблюдений;
 - открытый интерфейс системы, удаленный доступ к радиотелескопам.
- 2) провести анализ современных программных и аппаратных средств автоматизации и осуществить их выбор для построения автоматизированной системы;
 - 3) разработать и внедрить программное обеспечение, реализующее концепцию автоматизированной системы.

Научная новизна работы

Впервые для проведения наблюдений на радиотелескопах БСА ФИАН и ДКР-1000 создана комплексная автоматизированная система на базе современных средств автоматизации и телекоммуникаций. Разработаны унифицированные методы и алгоритмы автоматизации наблюдательного процесса на сложных и многоплановых радиотелескопах, какими являются БСА и ДКР-1000 ФИАН. В основу разработки данной автоматизированной системы были заложены следующие принципы:

- представление систем радиотелескопов в виде ресурса, разделяемого между наблюдателями по времени;
- объединение децентрализованных ресурсов радиотелескопов на базе локальной вычислительной сети и технологии клиент – сервер.

Реализация этих принципов в автоматизированной системе позволила решить ряд существовавших проблем и придала **новые** качества процессу проведения наблюдений на радиотелескопах метровых волн ПРАО АКЦ ФИАН.

Научное и практическое значение

В результате разработки и внедрения в штатную эксплуатацию автоматизированной системы наблюдений на радиотелескопах ДКР-1000 Восток-Запад и БСА ФИАН:

1. Решена задача управления антеннами от нескольких территориально распределенных систем сбора данных.
2. Реализована автоматическая диспетчеризация наблюдений.
3. Внедрены современные средства автоматизации и вычислительной техники, существенно повышена надежность и качество проведения наблюдений.
4. Обеспечен удаленный доступ пользователей к радиотелескопам, что качественно улучшило сервис наблюдательного процесса и предоставляет возможность взаимодействия данной системы с АСНИ верхнего уровня.
5. Повышена эффективность использования радиотелескопов метровых волн ПРАО АКЦ ФИАН. Получены новые научные результаты.

Принципы и методы, разработанные при создании данной системы, могут быть использованы при автоматизации наблюдений на других радиотелескопах.

Основные результаты работы, выносимые на защиту

1. Создана автоматизированная система радиоастрономических наблюдений на радиотелескопах ДКР-1000 Восток-Запад и БСА ФИАН (рис. 1), объединяющая установки сбора данных и управления антеннами в единый комплекс.
2. Для автоматизированной установки наблюдений пульсаров на базе аналоговых анализаторов спектра:
 - реализован многоканальный сбор данных с анализаторов спектра;
 - реализовано автоматическое управление усилением и постоянной времени радиометров;
 - разработан и внедрен прибор для синхронизации работы регистрирующей аппаратуры с эталонным источником времени и частоты.
3. С участием автора на установках, входящих в состав автоматизированной системы, получен ряд новых научных результатов.

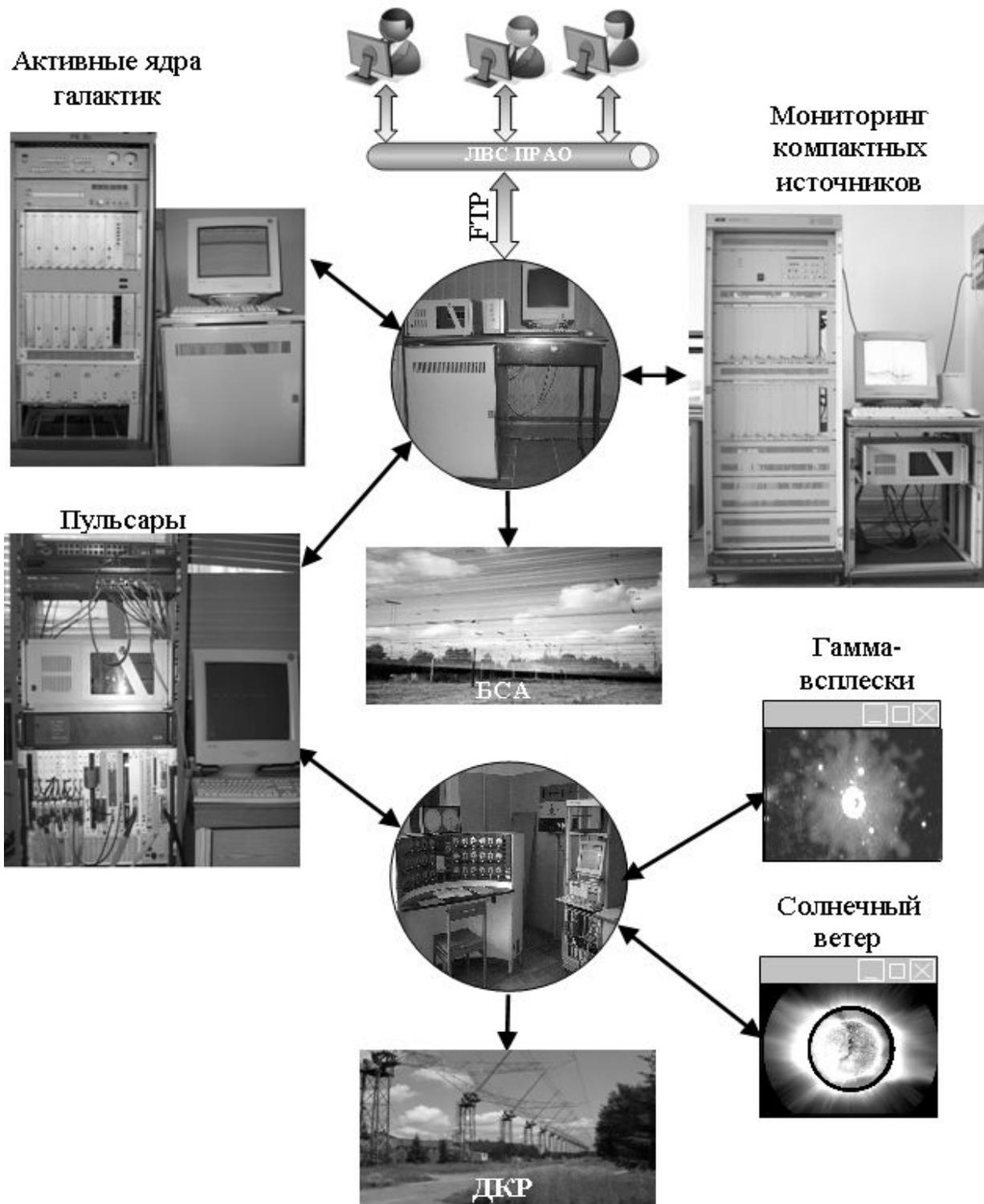


Рис. 1. Автоматизированная система наблюдений на радиотелескопах ДКР-1000 и БСА ФИАН

Достоверность результатов

Автоматизированная система наблюдений эксплуатируется на радиотелескопах ДКР-1000 и БСА ФИАН с 2000 г. Проводятся регулярные наблюдения. Успешное проведение этих наблюдений с помощью автоматизированной системы показало правильность предложенных решений.

Адекватность материальной базы

Автоматизированная система создана на базе современных средств автоматизации. Вычислительные средства системы представляют промышленные компьютеры Intel Pentium III и IV. В новых разработках применено оборудование от ведущих производителей средств компьютерной автоматизации. Все автоматизированные подсистемы объединены высокоскоростной локальной вычислительной сетью Fast Ethernet.

Апробация работы

Материалы работы докладывались на Всероссийской радиоастрономической конференции № XXV (1993 г., Пушино), Всероссийских астрономических конференциях (2001 г., С.-Петербург; 2007 г., Казань), Российской конференции памяти А.А. Пистолькорса «Радиотелескопы РТ-2002: антенны, аппаратура, методы» (2002 г., Пушино), Международной научной конференции «Астрономия и астрофизика начала XXI века» (2008, Москва) и Радиоастрономической конференции «Повышение эффективности и модернизация радиотелескопов» памяти Н.А. Есепкиной (2008 г., Н. Архыз), а также на сессиях АКЦ ФИАН.

Публикации и личный вклад автора

Результаты, изложенные в диссертации, содержатся в 20 публикациях, из них:

- 8 статей в научных и научно-технических изданиях (из них 5 в журналах, включенных в перечень ВАК);
- 2 препринта ФИАН;
- 10 тезисов докладов на конференциях.

Автор разработал программное обеспечение автоматизированной установки наблюдений пульсаров и участвовал в разработке аппаратуры этой установки [2]. В работе [3] предложен новый принцип построения прибора для синхронизации работы аппаратуры регистрации сигнала с местной шкалой времени, разработана его конструкция и ряд функциональных блоков, разработано программное обеспечение прибора. В работе [14] реализовано управление усилением и постоянной времени радиометров для наблюдения пульсаров.

Автор участвовал в проведении наблюдений радиопульсаров. В итоге этих наблюдений получены новые научные результаты [11, 17].

Автор разработал программное обеспечение системы автоматического поворота и сканирования антенны ДКР-1000 Восток-Запад [1, 13].

Автор участвовал в создании автоматизированной установки для исследования компактных радиоисточников методом мерцаний [4, 5]: реализовано управление радиометром и антенной БСА. Для отработки новой методики оценки физических условий в активных ядрах галактик, основанной на модели неоднородного источника синхротронного излучения, для этой установки создана новая система регистрации сигнала на базе современных средств автоматизации [16]. Идеология построения данной установки были использованы автором при создании системы регистрации сигнала установки для мониторинга компактных радиоисточников на многолучевой (второй) диаграмме БСА [20].

Автором созданы системы компьютерной регистрации сигналов для наблюдений солнечного ветра и поиска радиоизлучения, сопутствующего гамма-всплескам [15].

Автор участвовал в работах по созданию и развитию сети сбора и обработки данных ПРАО АКЦ ФИАН [6, 8, 9, 18, 19]:

- реализован сегмент управляющей ЛВС радиотелескопов ДКР-1000 и БСА;
- реализован удаленный доступ наблюдателей к этим радиотелескопам.

Основные результаты диссертации, посвященные созданию автоматизированной системы наблюдений на радиотелескопах ДКР-1000 Восток-Запад и БСА ФИАН, получены автором самостоятельно [7, 10, 12].

Структура и объем диссертации

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений. Диссертационная работа изложена на 137 страницах и включает в себя список литературы из 110 наименований, 40 рисунков и 7 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** дан анализ развития средств автоматизации наблюдений на радиотелескопах метровых волн ПРАО, выявлены проблемы, стоящие на этом пути.

Показана актуальность работы, сформулированы ее цель и задачи. Приведены результаты работы, показана их научная новизна и практическая значимость. Указаны публикации и личный вклад автора. Приведена структура диссертации с краткой аннотацией глав.

В **первой главе** сформулированы основные принципы построения новой системы автоматизации на радиотелескопах метровых волн ПРАО АКЦ ФИАН:

- распределенная архитектура, базирующаяся на ЛВС;
- разделение общих ресурсов между пользователями на основе расписания;
- применение технологии клиент-сервер для взаимодействия программ;
- открытый интерфейс системы для удаленного доступа пользователей к радиотелескопам и интеграции данной системы с вышестоящими АСНИ.

Распределенная система управления позволяет обеспечить доступ к удаленным объектам и их совместное использование.

Коллективное использование общих ресурсов радиотелескопа – антенн возможно на основе расписания, составляемого Программным комитетом ПРАО и заданий наблюдателей. Для автоматической диспетчеризации наблюдений необходимо выбирать задания пользователей, укладывающиеся в отведенные временные рамки. Расписание, задания пользователей, а также результаты наблюдений хранятся на файловом сервере системы, доступ к которому осуществляется по протоколу FTP.

Доступ к общему ресурсу радиотелескопа осуществляется через выделенную программу – сервер, который предоставляет необходимые функции для управления этим ресурсом. Клиент – программа, работающая на установке сбо-

ра данных, использует эти функции. Для контроля процесса управления антенной предназначена программа – консоль оператора.

Сервер состоит из двух частей, одна из которых принимает запросы на установку антенны, другая – работающая параллельно – реализует алгоритм управления антенной. Отсюда проистекает требование многозадачности операционной системы, в которой функционирует сервер.

Показано, что технологию клиент-сервер можно распространить на процесс выборки заданий: клиент выдает запрос на выборку заданий, а сервер, работающий на компьютере, где они хранятся, выбирает соответствующее запросу задание. При этом за счет снижения объема передаваемых по сети данных скорость выборки значительно повышается.

Применение вышеуказанных принципов позволяет обеспечить:

- управление всеми антеннами от нескольких распределенных установок сбора данных;
- автоматическую диспетчеризацию наблюдений;
- расширяемость системы – в систему может быть включено практически неограниченное количество установок сбора данных и общих ресурсов: антенн либо других устройств;
- интеграцию данной системы с АСНИ верхнего уровня.

Обоснован выбор аппаратных и программных средств для создания автоматизированной системы наблюдений:

- а) Вычислительные средства системы – IBM PC-совместимые промышленные компьютеры, взаимодействующие между собой по сети Ethernet.
- б) Устройства связи с объектом – уже существующее оборудование САМАС. При создании новых установок для радиоастрономического эксперимента целесообразно применять широкую номенклатуру се-

рийно изготавливаемых многофункциональных адаптеров, встраиваемых в компьютер.

- в) Программная платформа автоматизированной системы – надежная и компактная операционная система реального времени с развитыми сетевыми возможностями.

Во **второй главе** приведен состав и назначение аппаратных средств управления антеннами, представлены структура и алгоритмы программного обеспечения управления антеннами.

Поворот антенны ДКР-1000 Восток-Запад контролируется с помощью сельсинной системы. Сканирование диаграммой этой антенны в направлении восток-запад производится электрически с помощью системы фазовращателей.

Для автоматизации поворота антенны использована зависимость модуляции огибающей синусоидального напряжения в обмотках сельсинов от угла их поворота. Алгоритм управления поворотом заключается в измерении положения ферм и, в соответствии с этим, включением и выключением их движения в заданном направлении.

Измерение напряжения в обмотках сельсинов производится с помощью быстродействующего многоканального коммутатора и АЦП. Управляющие воздействия на исполнительные устройства поворота и сканирования диаграммой формируются с помощью выходных регистров. Аппаратура выполнена в стандарте САМАС.

БСА представляет собой фазированную решетку из волновых диполей. Антенна имеет две диаграммы направленности с независимым управлением. Управление антенной производится электрически с помощью фазовращателей и матриц Батлера. Установка управления этой антенной выполнена на базе промышленного компьютера и адаптера дискретного ввода/вывода.

Программное обеспечение управления антеннами состоит из сервера управления антенной ДКР-1000 Восток-Запад, сервера управления первой диа-

граммой БСА, сервера управления второй диаграммой этой антенны и сервера эквивалентов, а также соответствующих консолей оператора.

Унифицированный состав, структура и функции программного обеспечения позволяют эффективно создавать новое программное обеспечение для управления антеннами, что показывает пример создания в короткие сроки программного обеспечения для управления второй диаграммой направленности БСА.

В **третьей главе** рассмотрены аппаратные и программные средства, разработанные для проведения наблюдений радиопульсаров, компактных радиоисточников, поиска радиоизлучения, сопутствующего гамма-всплескам, и наблюдений солнечного ветра.

Автоматизированная установка для наблюдений радиопульсаров, состоящая из нескольких анализаторов спектра, аппаратуры регистрации сигнала и временной синхронизации. Для исследований пульсаров требуется не только высокое временное разрешение, но и точная привязка работы регистрирующей аппаратуры к эталонной шкале времени. Для решения этой задачи разработан специальный прибор – синхронизатор. Он обеспечивает точность привязки не хуже 100 нс.

Реализован многоканальный сбор данных с нескольких анализаторов спектра, разработаны алгоритмы и программное обеспечение для автоматической установки усиления и постоянной времени этих радиометров. Постоянная времени выбирается минимальной из набора возможных, но большей, чем разрешение по времени. Установка усиления заключается в пошаговом снижении ослабления приемника, начиная с максимального, и измерении среднеквадратичного отклонения сигнала до тех пор, пока это отклонение станет равным либо больше заданного .

Программное обеспечение установки обеспечивает сбор данных в режиме жесткого реального времени, управление радиометрами и антеннами. В

состав этого программного обеспечения входят основная программа – супервизор, сервер выборки заданий, программы регистрации сигнала и его визуализации.

Супервизор выполняет следующие функции:

- выдает запросы на выборку заданий на наблюдения серверу выборки заданий, формирует и визуализирует очередь заданий;
- выдает запросы на установку антенны в заданное положение серверам управления антеннами и контролирует правильность установки антенн;
- в заданное время запускает программы регистрации сигнала;
- передает результаты наблюдений на файловый сервер системы.

Программы регистрации сигнала управляют аппаратурой сбора данных и записывают данные в файл.

Принципы построения этого программного обеспечения применены при разработке новых систем сбора данных: автоматизированных установок для наблюдения и обзора компактных радиоисточников, поиска радиоизлучения, сопутствующего гамма-всплескам.

Целью работ по модернизации установки для исследования компактных радиоисточников методом мерцаний была отработка новой методики для оценки физических условий в активных ядрах галактик, основанной на модели неоднородного источника синхротронного излучения.

Научно-техническими целями создания установки для обзора компактных радиоисточников были мониторинг известных мерцающих источников и поиск новых, исследование межпланетной плазмы и ионосферы Земли, мониторинг эффективной площади и флуктуационной чувствительности БСА.

Обе установки выполнены в русле единой идеологии и состоят из многоканального радиометра, компьютера и адаптеров аналогового и дискретного ввода/вывода. Особое внимание при разработке этих установок было уделено высокому динамическому диапазону регистрации сигнала и временной ста-

бильности снятия отсчетов, чтобы обеспечить качественную запись радиоисточников с различной интенсивностью и возможность спектрального анализа полученных данных. В установке обзора компактных радиоисточников применен метод on-line-компенсации уровня выходного сигнала радиометра в зависимости от его скользящего среднего.

Актуальной проблемой астрофизики стало выяснение природы космических гамма-всплесков (GRB). Для поиска радиоизлучения, сопутствующего таким всплескам, создана установка, представляющая собой интерферометр.

Программное обеспечение данной установки работает в патрульном фоновом режиме, периодически опрашивая положение антенны. Параллельно, используя возможности многозадачной операционной системы, на этой же аппаратуре регистрации проводятся наблюдения солнечного ветра. Обе программы работают на компьютере автоматизированной установки управления ДКР-1000 Восток-Запад. Это иллюстрирует возможности автоматизированной системы и повышает эффективность использования оборудования.

В четвертом параграфе представлена топология и организация сети сбора и обработки данных ПРАО АКЦ ФИАН. Управляющая ЛВС радиотелескопов метровых волн является ее составной частью.

Сеть сбора и обработки данных имеет звездообразную топологию и объединяет радиотелескопы РТ-22, ДКР-1000 и БСА, полигон космического радиотелескопа, научные, научно-технические и административно-хозяйственные подразделения обсерватории на основе высокоскоростных оптоволоконных каналов связи. Посредством этой сети реализован удаленный доступ к радиотелескопам и данным наблюдений. Центральный компьютер автоматизированной системы наблюдений синхронизирует свое время с сервером точного времени этой сети.

Создан сайт «Электронная база данных результатов наблюдений на радиотелескопах ПРАО АКЦ ФИАН». Данные наблюдений с радиотелескопов передаются в эту базу.

В четвертой главе представлен ряд научных результатов исследований, полученных с помощью программно-аппаратных средств, разработанных автором. Среди них давшие новые сведения о состоянии межзвездной среды, поведении характеристик импульсов пульсара В0329+54, физических условиях в активных ядрах галактик, радиоизлучении, сопутствующем гамма-всплескам.

В заключении подводятся итоги диссертационной работы и намечены пути дальнейшего развития автоматизированной системы радиоастрономических наблюдений на радиотелескопах ДКР-1000 и БСА ФИАН.

В приложении А приведены функции управления антеннами.

В приложении Б приведены функции управления радиометрами РК8-С и РК-16, а также краткие технические характеристики радиометра РК-16.

В приложении В приведены краткие технические характеристики аппаратуры временной синхронизации и многоканальных коммутаторов установки для наблюдения пульсаров.

В приложении Г приведены форматы и параметры файлов заданий на наблюдения, форматы результирующих файлов данных.

В приложении Д представлен акт внедрения результатов диссертационной работы.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Система автоматического поворота антенны ДКР-1000 / В.М. Карпов, К.А. Лапаев, Г.А. Латышев [и др.] // XXV радиоастрон. конф.: тез. докл. Пушино: ПНЦ РАН, 1993. С. 194 – 196.
2. Аппаратура регистрации радиоизлучения пульсаров с высоким временным разрешением / И.М. Дагкесаманская, К.А. Лапаев, С.В. Логвиненко [и др.] // XXV радиоастрон. конф.: тез. докл. Пушино: ПНЦ РАН, 1993. С. 234.
3. Лапаев К.А., Логвиненко С.В. Программируемый синхронизатор для наблюдения пульсаров // XXV радиоастрон. конф.: тез. докл. Пушино: ПНЦ РАН, 1993. С. 231.
4. Автоматизированный комплекс обзора мерцающих источников / Е.А. Исаев, К.А. Лапаев, С.А. Тюльбашев [и др.] // Известия вузов. Радиофизика. Н. Новгород: НИРФИ, 1997. Т. XL. №5. С. 594 -597.
5. Исаев Е.А., Лапаев К.А. Автоматизированная система для исследования активных ядер галактик // Приборы и системы управления. М.: Изд-во «Машиностроение», 1997. №9. С.19.
6. Вычислительная сеть для фундаментальных исследований космоса / В.В. Китаев, Е.А. Исаев, К.А. Лапаев и [и др.] // Приборы и системы управления. М.: Изд-во «Машиностроение», 1997. №8. С. 26.
7. Лапаев К.А. Автоматизированная система радиоастрономических наблюдений на радиотелескопах БСА и ДКР-1000 (Восток-Запад) // Радиоастрон. техника и методы. Наземные радиотелескопы, аппаратура и методы: труды ФИАН. М.: РИИС ФИАН, 2000. Ч. 2. Т. 229. С. 144 – 150.
8. Вычислительная сеть для сбора и обработки радиоастрономических данных ПРАО АКЦ ФИАН / В. В. Китаев, Е.А. Исаев, К.А. Лапаев [и др.] //

- Радиоастрон. техника и методы. Наземные радиотелескопы, аппаратура и методы: труды ФИАН. М.: РИИС ФИАН, 2000. Ч. 2. Т. 229. С.159 – 168.
9. Коммутируемая 100 Мбит/с локальная вычислительная сеть ПРАО АКЦ ФИАН с выходом в Интернет // Е.А. Исаев, В.В. Китаев, К.А. Лапаев [и др.] // Всеросс. астрон. конф.: тез. докл. СПб., 2001. С. 78.
 10. Лапаев К.А., Литвинов И.И. Автоматизированная система радиоастрономических наблюдений на телескопах ДКР-1000 (Восток-Запад) и БСА ФИАН // Всеросс. астрон. конф.: тез. докл. СПб., 2001. С. 108.
 11. Сулейманова С.А., Пугачев В.Д., Лапаев К.А. Поведение характеристик пульсара В0329+54 в ближайшей окрестности момента переключения режима излучения на частоте 111,4 МГц: препр. ФИАН. М.: РИИС ФИАН, 2001. №4. 39 с.
 12. Лапаев К.А., Шитов Ю.П. Автоматизированная система наблюдений на радиотелескопах ДКР-1000 (Восток-Запад) и БСА ФИАН // Росс. конф. памяти А.А. Пистолькорса «Радиотелескопы РТ-2002» (антенны, аппаратура, методы): тез. докл. Пущино, 2002. С. 67
 13. Широкодиапазонная система сопровождения на радиотелескопе ДКР-1000 ФИАН / С.М. Кутузов, Ю.И. Азаренков, К.А. Лапаев [и др.] // Российская конф. памяти А.А. Пистолькорса «Радиотелескопы РТ-2002» (антенны, аппаратура, методы): тез. докл. Пущино, 2002. С. 67.
 14. Автоматизированное управление анализаторами спектра для наблюдения пульсаров на радиотелескопах ДКР-1000 и БСА ФИАН / К.А. Лапаев, Ю.П. Шитов, В.В. Иванова [и др.] // Росс. конф. памяти А.А. Пистолькорса «Радиотелескопы РТ-2002» (антенны, аппаратура, методы): тез. докл. Пущино, 2002. С. 73.
 15. Поиск низкочастотного радиоизлучения, сопутствующего гамма-всплескам: препринт ФИАН / Р.Д. Дагкесаманский, А.В. Коваленко, К.А. Лапаев [и др.]. М.: РИИС ФИАН, 2002. №10.

16. Исследование физических условий в активных ядрах галактик. Физические условия в ядрах двух близких радиогалактик / П.А. Черников, В.С. Артюх, К.А. Лапаев [и др.] // Астрон. журн. 2006. Т. 83. №3. С. 233 – 240.
17. Кузьмин А.Д., Лосовский Б.Я., Лапаев К.А. Измерения рассеяния радиоизлучения пульсаров // Астрон. журн. 2007, Т.84, №8, С. 685 – 694.
18. Сеть передачи данных ПРАО АКЦ ФИАН / Е.А. Исаев, К.А. Лапаев, И.Л. Овчинников [и др.] // Труды Всеросс. астрон. конф. «ВАК-2007». Казань: изд-во Казанского гос. ун-та, 2007. С. 491 – 492.
19. Астрономические базы данных, образовательные материалы и результаты наблюдений на сайтах ПРАО АКЦ ФИАН / Самодуров В.А., Исаев Е.А., Лапаев К.А. и [др.] // Междунар. конф. «Астрономия и Астрофизика начала XXI века»: тез. докл. М.: ГАИШ МГУ, 2008. С. 17.
20. Автоматизированная система мониторинга на антенне БСА / К.А. Лапаев, С.А. Тюльбашев, В.А. Самодуров и [др.] // Междунар. конф. «Астрономия и Астрофизика начала XXI века»: тез. докл. М.: ГАИШ МГУ, 2008. С. 74 – 75.