

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПА РАН
к.ф.-м.н.

Д.В. Иванов
« 3 » июня 2021 г.

ВЫПИСКА
из протокола заседания Ученого совета
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института прикладной астрономии Российской академии наук
от 3 июня 2021 г., протокол № 3.

Число членов Ученого совета ИПА РАН – 22, присутствовало 15: к.ф.-м.н. Иванов Д.В., д.т.н. Ипатов А.В., к.ф.-м.н. Васильев М.В., д.ф.-м.н. Гаязов И.С., к.ф.-м.н. Ильин Г.Н., д.т.н. Кайдановский М.Н., к.ф.-м.н. Лукашова М.В., к.т.н. Маршалов Д.А., д.ф.-м.н. Рахимов И.А., к.т.н. Сальников А.И., к.т.н. Смоленцев С.Г., к.ф.-м.н. Стэмповский В.Г., к.ф.-м.н. Суркис И.Ф., д.ф.-м.н. Чернетенко Ю.А., к.ф.-м.н. Шуйгина Н.В.

Из них члены диссертационного совета Д 002.067.01: д.т.н. Ипатов А.В., д.ф.-м.н. Гаязов И.С., д.т.н. Кайдановский М.Н., д.ф.-м.н. Рахимов И.А., д.ф.-м.н. Чернетенко Ю.А.

СЛУШАЛИ:

Доклад Зотова М.Б. «Приемная система для компактной антенны передвижной РСДБ-станции» (представление диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия»).

РЕШЕНИЕ УЧЕНОГО СОВЕТА:

Рекомендовать к защите диссертацию Зотова М.Б. «Приемная система для компактной антенны передвижной РСДБ-станции» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия».

Принять заключение Ученого совета по диссертации М.Б. Зотова.

Заключение

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института прикладной астрономии Российской академии наук
по диссертационной работе Зотова М. Б.**

**«Приемная система для компактной антенны передвижной РСДБ-станции»
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 01.03.02 - «Астрофизика и звездная астрономия».**

Диссертация посвящена разработке специализированной высокочувствительной радиоастрономической приемной системы для реализации проекта создания передвижной РСДБ-станции, работающей в составе РСДБ-комплекса «Квазар-КВО». В ней рассмотрены конструктивные решения, использованные при разработке и изготовлении приемной системы для передвижной РСДБ-станции, позволившие осуществить первые в России РСДБ-наблюдения на базе прототипа передвижной РСДБ-станции совместно с комплексом «Квазар-КВО». Разработаны методики исследования рабочих характеристик приемных систем компактных антенн. Представлены результаты исследования характеристик созданной приемной системы, результаты радиометрических и радиоинтерферометрических наблюдений радиотелескопа РТ-4—прототипа передвижной РСДБ-станции, оснащенного созданной приемной системой.

Актуальность работы

Передвижные РСДБ-станции при наблюдениях совместно со стационарными радиотелескопами комплекса «Квазар-КВО» позволят обеспечить: уточнение национальной высокоточной геодезической сети и её привязку к глобальной геоцентрической системе координат ITRF; повышение точности геодезической привязки специальных комплексов к национальной геодезической сети; повышение точности и оперативности определения параметров вращения Земли; высокоточную синхронизацию удаленных атомных стандартов частоты и времени систем единого времени; оперативный контроль тектонических движений и обнаружение предвестников землетрясений в сейсмоактивных районах; улучшение заполнения UV плоскости для решения задач астрофизики. Этим обусловлена актуальность темы диссертации, связанная с необходимостью разработки и создания высокочувствительной радиоастрономической приемной системы для передвижной РСДБ-станции.

Наиболее существенные результаты, полученные лично соискателем

Впервые в отечественной радиоастрономии была создана криоэлектронная приемная система X -диапазона частот для компактной антенны передвижной РСДБ-станции. Оснащенная созданной приемной системой компактная антенна РТ-4 с учетом соотношения диаметров антенн соответствует лучшим мировым аналогам.

Уникальность конструкции разработанной приемной системы, позволившая осуществить криогенное охлаждение входных усилительных каскадов и обеспечившая минимальное значение собственных шумов, позволила достигнуть практически предельных параметров для компактной антенны РТ-4 прототипа передвижной РСДБ-станций. Что позволило провести фокусировку радиотелескопа РТ-4 по компактным радиоисточникам и оценить параметры радиотелескопа РТ-4 по радиометрическим наблюдениям.

Для подтверждения полученных результатов в ходе работы разработан ряд методик исследования рабочих характеристик приемных систем компактных радиотелескопов.

Новизна и достоверность результатов

В диссертации корректно использованы научно обоснованные методы исследований. Основные научные результаты подкреплены аналитически и проверены на практике.

Результаты диссертационной работы достаточно полно представлены в 17 научных статьях, в том числе 7 статей в изданиях из списка ВАК.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на научных семинарах ИПА РАН. Они также апробированы на 6 всероссийских и 4 международных научных конференциях.

Практическая ценность работы

Разработана и сконструирована уникальная приемная система X -диапазона частот (8.2–9.1 ГГц) с криогенным охлаждением входных каскадов усиления. Шумовая температура приемной системы, приведенная ко входу (без облучателя и входного СВЧ-тракта) составляет 15 К.

Разработан облучатель и СВЧ-тракт оригинальной конструкции специально для антенной системы РТ-4 обеспечивающий прием сигналов от космических радиоисточников в заданной полосе частот (8.2–9.1 ГГц). Данный облучатель в совокупности с антенной системой РТ-4 обеспечивает коэффициент использования поверхности ($K_{ИП}$) не хуже 0.65.

С целью минимизации потерь во входном тракте приемной системы применен волноводный СВЧ-тракт круглого сечения с охлаждаемым волноводным разделителем поляризаций, размещенном в блоке приемном криостатируемом (БПК). Эта особенность позволила получить шумовую температуру системы РТ-4 $T_{\text{сис}}=55$ К при коэффициенте осевой эллиптичности входных трактов приемной системы не более 1 дБ во всем рабочем диапазоне частот.

В процессе разработки приемной системы для компактной антенны немаловажным является вопрос размещения аппаратуры в ограниченном пространстве. В рамках данной работы было применено компьютерное моделирование подзеркального пространства антенной системы и всех блоков приемной системы. Это позволило разработать оригинальную конструкцию подвеса приемной аппаратуры, обеспечивающую минимальную длину входных трактов и использование микрокриогенной системы (МКС) замкнутого цикла Джиффорда-МакМагона. Кроме того, была минимизирована шумовая температура приемной системы в условиях ограничений по массе и габаритам.

Успешный опыт эксплуатации приемной системы на антенне РТ-4 в обсерватории «Светлое» показал правильность заложенных при проектировании технических решений. Этот опыт позволил разработать ряд специальных критериев планирования РСДБ-наблюдений для прототипа передвижной РСДБ-станции.

Заключение

Диссертационная работа М. Б. Зотова является законченным самостоятельным исследованием, которое позволило создать специализированную высокочувствительную радиоастрономическую приемную систему для реализации проекта создания передвижной РСДБ-станции и обеспечить успешное развитие фундаментальных и прикладных радиоастрономических исследований.

Учитывая научное значение работы и ее соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной астрономии Российской академии наук рекомендует к защите диссертацию М. Б. Зотова «Приемная система для компактной антенны передвижной РСДБ-станции», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.03.02 - «Астрофизика и звездная астрономия».

Секретарь Учёного совета ИПА РАН,
кандидат физ.-мат. наук



М. В. Васильев