

V.P.TSESSEVICH AND RADIOASTRONOMY IN ODESSA (20 years of "URAN-4")

В.П.ЦЕСЕВИЧ И ОДЕССКАЯ РАДИОАСТРОНОМИЯ (20 лет со дня начала работы РТ "УРАН-4")

M.I.Ryabov

Одесская обсерватория Радиоастрономического института НАН Украины

Первые радиоастрономические опыты были сделаны в Одессе в 1957 году в рамках Международного геофизического года МГГ 1957. Организатором и руководителем этих работ был В.П.Цесевич. По его инициативе в Одесской астрономической обсерватории была создана группа радиолокации, состоящая из инженеров-электронщиков и астрономов – выпускников Одесского университета. Уже к осени 1957 года прибыли два армейских радиолокатора П-3 и П-4 – один с одной антенной Уде-Яги, другой с двумя антеннами того же типа. В конце 1957 года на радиолокаторе П-3 начались наблюдения метеоров, вскоре подключился к ним и локатор П-4. Для отсева различных помех работники группы разработали методику, хорошо проявившую себя в работе, а также провели модернизацию приборов.

Наблюденный материал был обработан и составлен солидный каталог радионаблюдений метеоров. Работа была признана достойной и направлена на Государственную премию СССР, однако не прошла в финальном туре конкурса. Слабое развитие методики получения из радиолокационных наблюдений физических характеристик метеоров привело к тому, что сильно развитые методики одесских фотографических наблюдений метеоров взяли верх, и радиолокация метеоров постепенно сошла на нет. В 1960 году радиолокация метеоров в Одессе прекратилась. Можно сказать, что к действительно радиоастрономическим исследованиям в Одессе были еще не готовы: во-первых, не было подготовленных специалистов по радиоастрономии, во-вторых, не было необходимых материальных условий для создания в Одессе достойного радиотелескопа.

Только в 1987 году они начались с первыми записями радиоисточников, проведенными на радиотелескопе "УРАН-4". Ввод в эксплуатацию радиотелескопа "УРАН-4" стал событием не только "одесского" масштаба, а скорее даже "общесоюзного". В то время в Советском Союзе весьма успешно развивалась радиоастрономия. Мощные "радиоастрономические школы" работали в Москве, Санкт-Петербурге (тогда Ленинграде), Нижнем Новгороде (тогда Горьком), Иркутске. На Украине было два радиоастрономических центра в Харькове

и Крыму. Можно сказать, что Крым стал в какой-то мере родоначальником всей отечественной радиоастрономии поскольку здесь в 50-е годы прошлого века появились 18 разнообразных радиотелескопов на Крымской станции Физического института АН СССР (ФИАН). Руководил этими работами член-корреспондент АН СССР В.В.Виткевич. Однако в последующем радиоастрономы из Крымской станции ФИАН переехали в Пущино под Москвой, где сейчас работает Пущинская радиоастрономическая обсерватория Астрокосмического центра ФИАН. На "смену" радиотелескопам ФИАН в Голубом заливе был введен в строй уникальный радиотелескоп РТ-22 Крымской астрофизической обсерватории (КраО). Так что не удивительно, что сейчас улица имени В.В.Виткевича есть и в Кацивели, и в Пущино.

В те же 50-е годы радиоастрономия начала развиваться в Харьковском институте радиофизики и электроники. Возглавлял Харьковскую радиоастрономическую школу академик АН Украины С.Я.Брауде. Основные усилия харьковских радиоастрономов были направлены на исследования в декаметровом диапазоне, и в этой области они стали безусловными лидерами, хотя в этом диапазоне работали радиоастрономы из Горького. В остальных "радиоастрономических центрах" развивались исследования от миллиметровых до метровых волн. Декаметровый диапазон в то время считался не слишком интересным из-за сильного влияния ионосферы.

Одной из главных проблем в радиоастрономии было получение максимально возможного углового разрешения. На более коротких длинах волн эта задача решалась стремительными темпами – создавались радиоинтерферометры, затем системы апертурного синтеза. Окончательной победой радиоастрономического диапазона над оптическим стала реализация идеи радиоинтерферометра со сверхдлинной базой (РСДБ системы), которая была предложена отечественными астрономами, и впервые ее межконтинентальный вариант был реализован на базе Хайстек (США) – Крым (СССР). В эксперименте были задействованы 40-метровый радио-

мы апертурного синтеза. Окончательной победой радиоастрономического диапазона над оптическим стала реализация идеи радиоинтерферометра со сверхдлинной базой (РСДБ системы), которая была предложена отечественными астрономами, и впервые ее межконтинентальный вариант был реализован на базе Хайстек (США) – Крым (СССР). В эксперименте были задействованы 40-метровый радиогелиоскоп Национальной радиоастрономической обсерватории США в Грин Бэнке и 22-х метровый радиотелескоп КраО. Автор этих строк был на ознакомительной практике на РТ-22 в КраО как раз в этот самый исторический момент. Удалось реализовать разрешение в 0,0004 угловой секунды! Это был настоящий триумф радиоастрономии.

Харьковским радиоастрономам приходилось решать многие вопросы декаметрового радиоастрономии практически самостоятельно. После целого ряда радиотелескопов и их модернизаций в 1972 году появилась гигантская Т-образная антенна радиотелескопа "УТР-2" (размерами 1860 метров в направлении север-юг и 900 метров в направлении запад-восток и состоящая из 2040 облучателей), способная решать множество задач: от составления каталога радиоисточников, исследований пульсаров, радиополучений в галактических объектах до радиоизлучения Солнца. С вводом в строй радиотелескопа "УТР-2" резко возрос интерес к декаметровому радиоастрономии. Однако даже "УТР-2" обладал угловым разрешением 30×30 угловых минут, и его явно не хватало, чтобы поспевать за другими, более высокими частотами.

В 1973 году родилась идея создать радиоинтерферометр "УРАН". Само название означает аббревиатуру "Украинский Радиотелескоп Академии Наук". В 30 километрах от Харькова началось сооружение радиотелескопа "УРАН-1", призванного работать в паре с "УТР-2". Радиоинтерферометр "УТР-2" – "УРАН-1" вступил в эксплуатацию уже в 1975 году. Появлению идеи строительства радиотелескопа "УРАН-4" в Одессе сопутствовал ряд обстоятельств. В 1969 году, будучи студентом, автор этих строк посетил радиотелескоп РТ-22 Крымской астрофизической обсерватории и договорился с заведующим отделом радиоастрономии И.Г.Моисеевым о прохождении практики на нем. Следует сказать, что Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР была в то время одной из самых больших в стране, радиотелескоп РТ-22 вступил в строй совсем недавно, в 1966 году, и работать на нем была большая честь и удача.

Владимир Платонович Цесевич отнесся к возможности прохождения мною практики по радиоастрономии весьма благожелательно, и на следующий год я прошел ознакомительную, а затем и дипломную практику на РТ-22. Моя дипломная работа была посвящена исследованию активности Солн-



Рис. 1: Одесский радиотелескоп "УРАН-4"

ца в миллиметровом диапазоне. В дальнейшем была более чем 10-ти летняя работа на этом радиотелескопе, учеба в заочной аспирантуре КраО по радиоастрономии и защита кандидатской диссертации в 1983 году по теме: "Структура, эволюция и спектральные особенности источников S-компоненты на Солнце в миллиметровом диапазоне".

После окончания университета в 1971 году я начал работать в отделе космических исследований Одесской астрономической обсерватории у В.М.Григорьевского, который не мешал моему увлечению радиоастрономией. Уже в 1972 году я принял участие в VII Всесоюзной конференции по радиоастрономии "Пути развития и последние достижения в области радиоастрономических исследований", которая проходила в Горьком. Конференция была посвящена 25-летию советской радиоастрономии. Проводил эту конференцию Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме "Радиоастрономия", возглавляемый академиком В.А.Котельниковым. В последующем его возглавил академик Н.С.Кардашев, который при встрече всегда интересовался: "Как там радиоастрономия в Одессе?"

Это был один из самых деятельных научных советов в АН СССР. В различных его секциях участвовали и одесситы. В секции солнечной радиоастрономии и галактических и внегалактических радиоисточников работал М.И.Рябов, в секции антенн и приемной аппаратуры – В.В.Галанин. К тому же времени относится бурное развитие в Одесской обсерватории астроприборостроения, и Владимиру Платоновичу Цесевичу удалось заинтересовать АН Украины в возможности производства телескопов в Одессе, для чего и был создан Одесский отдел астроприборостроения при Главной астрономической обсерватории АН Украины. В 1974 году Владимир Платонович вызвал меня и сообщил, что академик АН Украины С.Я.Брауде подыскивает места для

ростроения В.Н.Ивановым, имевшим большой опыт сооружения РТ-22 КраО.

К моменту нашего прибытия в Киев уже вышло постановление Бюро Президиума АН Украины о начале работ по сооружению системы "УРАН" на базе радиотелескопов "УТР-2" и "УРАН-1" и сооружении радиотелескопов "УРАН-2" в Полтаве (Полтавская Гравиметрическая обсерватория), "УРАН-3" на Шацких Озерах в Волынской области (Львовский физико-механический институт) и "УРАН-4" в с.Маяки Одесской области (Одесский отдел ГАО АН Украины). При вводе в эксплуатацию всей системы "УРАН" угловое разрешение должно было достичь рекордного мирового уровня в одну угловую секунду! Следует заметить, что далеко не все радиоастрономы верили, что это удастся сделать. Разработкой всей стратегии развития системы "УРАН" руководили академик АН Украины С.Я.Брауде и член-корреспондент АН Украины А.В.Мень. Возможность реализации такого крупного проекта, прежде всего, стала возможной благодаря мощной организующей силе Семена Яковлевича Брауде, способного не только преодолевать, а буквально сметать все препятствия, встающие на пути. Сооружение системы "УРАН" всемерно поддерживалось и Президентом АН Украины академиком Б.Е.Патоном.

Изготовление аппаратуры и системы управления радиотелескопами осуществляло конструкторское Бюро и опытное производство отделения радиоастрономии Харьковского института радиопизики и электроники АН Украины. В 1985 году на базе этого отделения был создан Радиоастрономический институт АН Украины (РИАН), директором которого стал академик АН Украины Л.Н.Литвиненко.

Руководство работами по измерению характеристик антенны и подготовкой аппаратурного комплекса осуществляли сотрудники РИАН С.Л.Рашковский, Н.К.Шарыкин, Г.А.Инютин. Часть оборудования разрабатывалась и изготавливалась конструкторским бюро и опытным производством ГАО АН Украины. В начале осуществления программы "УРАН" заместителем директора ГАО по научной работе был Я С Яцкив в последующем академик АН Украины и директор ГАО. На всех этапах строительства и ввода в эксплуатацию радиотелескопа "УРАН-4" с его стороны и со стороны его заместителя по общим вопросам Р.Р.Кондратюка оказывалась оперативная поддержка в решении всех вопросов.

Однако при практически одновременном старте программы, сооружение радиотелескопа "УРАН-4" продвигалось более быстрыми темпами по весьма важной причине – Владимир Платонович Цесевич способствовал использованию всего "потенциала" астрономической обсерватории и кафедры астрономии Одесского университета. Сооружение ра-

диотелескопа "УРАН-4" стало поистине "всемирной стройкой". Работа проводилась последовательно в рамках двух научных тем: "Сооружение радиотелескопа "УРАН-4" и экспериментальные наблюдения на нем" и "Наблюдение на радиотелескопе "УРАН-4" мощных космических радиоисточников в автономном режиме и испытание интерферометрической системы". Первая тема выполнялась Одесским отделом ГАО АН Украины, вторая – Одесской лабораторией Радиоастрономического института АН Украины. Соисполнителем темы была Астрономическая обсерватория Одесского университета. Научными руководителями были: член-корреспондент АН Украины В.П.Цесевич и кандидат физико-математических наук М.И.Рябов. Ответственным исполнителем был назначен ведущий инженер В.В.Галанин. В числе исполнителей в разные годы были: Я.В.Писаренко, А.Ф.Тарасов, С.К.Панишко, А.Д.Редько, В.И.Панин, И.М.Кваша, Н.Г.Серокурова, Т.С.Харченко. Активное участие во всех организационных работах принимал заведующий отделом астроприборостроения Одесской обсерватории кандидат физико-математических наук В.Н.Иванов, а в измерениях – старший научный сотрудник отдела А.Ф.Переверзенцев. В работах по монтажу антенны радиотелескопа непосредственное участие принимали также сотрудники Одесской обсерватории В.Г.Деревягин, А.И.Мовчан, А.А.Подлубный.

В самом начале пути никто не мог предполагать, что весь период строительства и ввода в эксплуатацию радиотелескопа займет более 10 лет! За весь этот период в работах над его сооружением участвовал практически весь "мужской состав" обсерватории и студенты-астрономы различных курсов. Большая популярность Владимира Платоновича Цесевича у руководства города и области способствовала тому, что радиотелескоп "УРАН-4" был введен в эксплуатацию первым. Благодаря "обаянию" Владимира Платоновича заведующий промышленным отделом Одесского обкома КПСС Анатолий Семенович Бердников своими личными распоряжениями обязывал директоров предприятий и начальников различных баз производить необходимые работы и выделять довольно дефицитный в то время металл, кабель и строительные материалы. В последующем у меня сложились весьма дружеские отношения с Анатолием Семеновичем, и он помогал нам всегда и на всех его последующих должностях. Так, первое совещание по проекту "УРАН" произошло в Одессе, и А.С.Бердников, будучи директором базы отдыха "Стройгидравлика", выделил замечательный "генеральский особняк" на территории базы по Французскому (тогда Пролетарскому) бульвару для участников совещания. Многолетние дружеские отношения связывали нас и с начальником производ-

ственного отдела одесского завода "Строммашина" М.Ф.Маливановым. Именно на этом заводе были изготовлены все металлические конструкции радиотелескопа.

Пока велись работы по сооружению радиотелескопа "УРАН-4", научные работы проводились на радиотелескопах других обсерваторий и институтов. Кроме радиотелескопа РТ-22 КраО, многолетние наблюдения с участием сотрудников нашей группы велись на одном из самых крупных в Европе (на метровых волнах) радиотелескопе ДКР-1000 Пушинской радиоастрономической станции (теперь обсерватории) Астрокосмического центра ФИАН. Руководителем этого центра является академик РАН Н.С.Кардашев, а директором обсерватории – доктор физико-математических наук Р.Д.Дагкесаманский. С 1984 по 1992 годы на этом радиотелескопе был получен материал по переменности излучения 70 внегалактических радиоисточников на частоте 102 МГц. В этих наблюдениях участвовали наши сотрудники Я.В.Писаренко, Н.Г.Серокурова, С.К.Панишко, Т.И.Кабанова и другие. По данным этих наблюдений и мониторинга потоков источников на радиотелескопе в Кулгуре (Австралия) М.И.Рябовым совместно с Н.Г.Бочкаревым (Москва) были выявлены зоны повышенной турбулентности плазмы, связанные со структурой Местной межзвездной среды – сверхоболочки, образованной вспышкой сверхновой в скоплении звезд Скорпиона-Центавра. В последующем Я.В.Писаренко защитил кандидатскую диссертацию по определению зоны ускорения солнечного ветра по данным о мерцаниях внегалактических радиоисточников на метровых волнах (научный руководитель доктор физико-математических наук Н.А.Лотова). К сожалению, уже после защиты Я.В.Писаренко трагически погиб под Москвой.

С момента ввода в эксплуатацию радиотелескоп "УРАН-4" представлял собой антенную решетку, состоящую из 128 турникетных вибраторов. Геометрические размеры антенны составили 232.5x22.5 метра, ориентирование в направлении запад-восток. На каждой опоре располагалась пара вибраторов, так что в итоге реализованы две пространственно совмещенные антенные решетки. Радиотелескоп работал в двух режимах: интерферометрических наблюдений в составе всей системы "УРАН" и в режиме мониторинга потоков мощных радиоисточников: остатков сверхновых Кассиопея-А, Телец-А и радиогалактик Дева-А и Лебедь-А. Мониторинг этих источников, начатый в 1987 году, проводится по настоящее время.

С созданием Одесской обсерватории Радиоастрономического института ее заведующим был назначен кандидат физико-математических наук О.А.Литвиненко, который осуществляет руководство работой радиотеле-

скопа в интерферометрическом режиме и исследованиями состояния ионосферы на базе данных о кратковременных мерцаниях радиоисточников. Некоторое время Одесская лаборатория "УРАН-4" была в составе Киевского отделения РИАН (зав.отделением кандидат физико-математических наук В.Л.Кульчицкий), и это способствовало развитию ионосферных исследований с учетом влияния солнечной активности.

Начиная с 1998 года, радиотелескоп "УРАН-4" работает полностью в автоматическом режиме с записью данных в ЭВМ (О.А.Литвиненко, Р.О.Кравец, В.Б.Кожухарь, В.Деревягин). Это позволило резко увеличить объем получаемого наблюдательного материала. По данным мониторинга потоков радиоисточников были получены данные о вековом уменьшении потока Кассиопея-А (М.И.Рябов, Н.Г.Серокурова, Е.А.Исаева), изучены вариации потоков, связанные с изменением состояния ионосферы в течение цикла солнечной активности и его отдельных активных периодов (М.И.Рябов, С.К.Панишко, Е.А.Исаева). По результатам наблюдений радиоисточников в периоды, когда вблизи них проходила Луна, выявлены эффекты лунной приливной волны в ионосфере, которые проявлялись и в те периоды, когда шла обратная приливная волна (М.И.Рябов). Все эти работы докладывались на многочисленных общесоюзных, международных и украинских конференциях.

Начиная с 1974 года на кафедре астрономии ведется спецкурс по радиоастрономии (М.И.Рябов), и за все это время защищено около 40 дипломных работ по радиоастрономии. Из числа дипломников-радиоастрономов три выпускника успешно защитили кандидатские диссертации по радиоастрономии. Это А.Е.Вольвач, работающий ныне заместителем директора по научной работе КраО, А.В.Коваленко – руководитель отдела радиоинтерферометрических исследований в Пушинской обсерватории АКЦ ФИАН и Р.А.Сыч, работающий старшим научным сотрудником на солнечном радиотелескопе под Иркутском, принадлежащем Сибирскому отделению РАН (СИБИЗМИР). Показательно, что А.Е.Вольвач и А.В.Коваленко руководят, прежде всего, радиоинтерферометрическими исследованиями на сверхдлинных базах в своих обсерваториях.

В 1985 году в Одессе прошла Республиканская, а по сути Всесоюзная конференция: "Радиоастрономические исследования солнечной системы". Весьма плодотворным было участие одесситов с докладами в различных крупных Всесоюзных и Международных конференциях молодых европейских радиоастрономов (КМЕРА) в Пушино (1979 год), в Италии (Болонья – 1980 год) и в Великобритании (Кембридж – 1982 год). На юбилейных Гамовских конференциях 1994, 1999 и 2004 годов,

проводимых в Одессе, участвовало немало известных радиоастрономов (Н.С.Кардашев, В.А.Разин, Р.Д.Дагкесаманский, В.М.Малофеев, И.Ф.Малов и др.). Начиная с 2005 года радиоастрономия стала также постоянной темой Одесских летних астрономических школ: "Астрономия на стыке наук: астрофизика, космология, радиоастрономия, астробиология", проводимых на базе отдыха Одесского национального университета в Черноморке.

Таким образом, время показало, что радиоастрономия стала неотъемлемой частью развития астрономии в Одессе. Сам же Владимир Платонович Цесевич никогда радиоастрономией не занимался и научных работ в этой области у него практически не было. Однако у него был основной "принцип Цесевича" – развивать самые различные научные направления – и этот принцип полностью оправдался. Поэтому в Одессе появилось немало самых различных новых научных направлений, в том числе и радиоастрономия.