

**Tatarinov S.I. The influence of Bakhmut county council (zemstvo) on the development of agriculture (1859-1916).** *The article investigates the activities of Bakhmut district council (zemstvo) aimed at the implementation of 1861 reform's regulations, land tenure, taxation, and measures taken to provide the population with to assist in afforestation of gullies, bee – keeping, gardening and improvement of villages. The stolypin reform's measures in the country (uyezd) concerning the immigration to Kazakhstan, Middle Asia and Siberia in 1910 – 1916 are investigated in the article.*

УДК 520.27

### РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В НИИ «КРЫМСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ» (1952—2010 ГГ.)

Ермолов П.П., канд. техн. наук

*(Крымский научно-технологический центр им. проф. А.С. Попова,  
Севастопольский национальный технический университет)*

*В статье рассмотрена история радиоастрономических исследований в НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория» (НИИ «КрАО») в 1952—2010 гг. Выделены узловые моменты и проведена периодизация развития НИИ «КрАО»: создание отдела радиоастрономии в пос. Научный, перемещение на ЮБК в связи с завершением строительства радиотелескопа РТ-22 и его полномасштабное включение в международную сеть радиоинтерферометров со сверхдлинными базами.*

Одной из задач истории науки и техники при исследовании многочисленных фактов является их обобщение и выявление узловых моментов, в которые происходили коренные изменения в том или ином предмете исследования. Вся история исследований в области радиотехнологий в Крыму включает в себя 6 периодов. События, о которых пойдет речь в настоящей статье, относятся к 4-му, 5-му и 6-му периодам [1]. Целью публикации является решение этой задачи по отношению к радиоастрономическим исследованиям в НИИ «КрАО».

НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория» (НИИ «КрАО»), отме-



тивший в 2008 г. 100-летие своего основания, входит в число основных радиотехнологических объектов Крыма. В юбилейном 2008 г. было опубликовано ряд работ [2–4], в которых приведены многочисленные результаты исследований, выполненных в лаборатории радиоастрономии за весь период ее существования. В работе [5], кроме этого, рассмотрены исторические аспекты создания и развития этого направления в НИИ «КрАО».

Узловыми моментами в проведении радиоастрономических исследований в КрАО являются создание отдела радиоастрономии в п. Научном,

перемещение на ЮБК в связи с завершением строительства РТ-22 и полномасштабное включение РТ-22 в международную сеть радиоинтерферометров со сверхдлинными базами (РСДБ). В соответствии с этим можно выделить три периода в развитии радиоастрономических исследований в КрАО: 1952–1963, 1963–1994 и 1994–2010 гг.

**ПЕРВЫЙ ПЕРИОД (1952–1963 гг.).** Отдел ионосферы и радиоастрономии был организован в КрАО в 1952 г. ее директором А. Б. Северным (заведующим отделом был назначен выпускник МГУ Савич Н. А.). К этому времени стало известно, что состояние солнечной активности существенно влияет на устойчивость работы систем радионавигации, т. к. солнечные вспышки вызывали прекращение прохождения радиоволн. Требовалось изучить первоисточник этих возмущений (Солнце или процессы на нем), приводящие к возникновению вспышек. В состав отдела входили несколько групп: ионосферная (руководитель – Н. А. Савич), группа по изучению грозных разрядов в нижней ионосфере (Н. Н. Ерюшев, 1928–1988), группа по исследованию воздействия корпускулярных потоков солнечного происхождения на магнитное поле Земли (А. С. Дворяшин, 1926–2000), группа изучения поглощения космических шумов в полярной шапке (Ю. И. Нешпор) и радиоастрономическая группа (руководитель – выпускник МЭИ Моисеев И. Г., 1926–2008). В радиоастрономической группе в 1955 г. был изготовлен первый в КрАО радиотелескоп метрового диапазона волн (разработка Ю. Ф. Юровского). На этом телескопе были

начаты регулярные наблюдения радиоизлучения Солнца.

В дальнейшем для изучения нижних слоев солнечной атмосферы в отделе был изготовлен второй радиотелескоп – на волну 10 см, пробные наблюдения на котором начали проводиться в 1957 г. Следующим радиоастрономическим инструментом КрАО стал радиоспектрограф, работавший в диапазоне волн 2–3 м [5]. В 1961 г. было принято решение о передаче всех направлений отдела, кроме радиоастрономического, в Институт земного магнетизма и распространения радиоволн (ИЗМИРАН) и Институт физики Земли (ИФЗ) АН СССР. С этого времени отдел потерял в своем названии слово «ионосфера». В 1962 г. заведующим отделом радиоастрономии был назначен И. Г. Моисеев.

Далее с целью повышения углового разрешения и чувствительности было принято решение о строительстве радиоинтерферометра из 64 элементов (аналога австралийского «креста» Христиансена). Для решения этой проблемы потребовались существенные средства. Таких средств в Академии наук СССР не оказалось, но взамен было предложено вместо интерферометра построить в Крыму уже изготавливаемый промышленностью, большой по тем временам радиотелескоп с диаметром зеркала 22 м (РТ-22). Аналогичный по конструкции радиотелескоп уже был построен в Пушино, а изготавливаемый радиотелескоп предназначался для НИРФИ (Нижний Новгород). Но к этому времени НИРФИ активно включился в работу по космической тематике, а РТ-22 был предназначен для радиоастрономичес-

ких наблюдений и не мог сопровождать быстро движущиеся цели. Таким образом, создание в КрАО радиотелескопа РТ-22 благодаря благоприятному стечению обстоятельств, а также усилиям дирекции обсерватории в лице академика А. Б. Северного было предпринято.

Поскольку КрАО в п. Научном располагается на высоте около 600 м над уровнем моря и находится в зоне прямой видимости на промышленные центры – Севастополь и Симферополь, в качестве места для установки РТ-22 был выбран Южный берег Крыма, экранированный от источников промышленных радиопомех грядой гор. В то время на горе Кошка около пос. Симеиз существовала обсерватория, принадлежавшая КрАО (бывший филиал Пулковской обсерватории), которая была использована в качестве базы для строительства. А непосредственным местом строительства стал участок размером 150 на 50 метров на пустынном берегу Голубого залива.

Детали РТ-22 стали прибывать в Крым, начиная с 1960 г. В 1963 г. закончилось строительство служебных помещений, жилого дома в пос. Кацивели, и отдел радиоастрономии был перебазирован из п. Научного на ЮБК.

Этим завершается первый этап истории радиоастрономических исследований в КрАО. Следует только дополнить, что на первом этапе, благодаря регулярности отправки данных по исследованию Солнца в мировую сеть Радиослужбы Солнца, станция Службы Солнца КрАО стала полноценным участником этого проекта и получила международный код CRIM (руководитель станции – Ю. Ф. Юровский).

ВТОРОЙ ПЕРИОД (1963–1994 гг.). В этот период завершалось сооружение РТ-22. Был учтен опыт сооружения аналогичного радиотелескопа в Пушино, в результате чего была существенно модернизирована система наведения радиотелескопа, использованы цифровые датчики угла поворота вместо аналоговых, для управления инструментом использовалась более совершенная специализированная ЦЭВМ (вместо БЭСМ). Параллельно со строительством разрабатывались радиометры (разработкой устройств миллиметрового диапазона занимался В. А. Ефанов, сантиметрового диапазона – Л. И. Цветков). В отделе не прекращались ранее начатые систематические наблюдения радиоизлучения Солнца с использованием перевезенного из пос. Научный радиотелескопа 10-см диапазона (Ю. Ф. Юровский). Получаемые данные продолжали публиковаться в бюллетене «Солнечные данные», в международном издании *Quarterly Bulletin* и поступали в Международный центр сбора данных МЦД-2. В КрАО стекались наблюдения со всех обсерваторий СССР, поскольку она была назначена головной организацией по прогнозам солнечных вспышек, необходимым для обеспечения безопасности полетов космонавтов.

В 1966 г. был завершён монтаж радиотелескопа и он вступил в число действующих. Параметры инструмента существенно превосходили параметры его предшественника, установленного ранее в г. Пушино. Была усилена жесткость несущей конструкции телескопа, улучшена точность отражающей поверхности основного зеркала. Благо-

даря використанню цифрових датчиків погрешність наведення телескопа була зменшена до  $\pm 15$  секунд дуги. РТ-22 КраО став унікальним інструментом, його спостережувальне час розписувалося Советом по радіоастрономії при АН СРСР на рік вперед між зацікавленими інститутами. Основна тематика досліджень тих років:

- дослідження радіовипромінювання Сонця в широкому діапазоні хвиль (включаючи міліметрові хвилі);

- спостереження змінливості галактичних і внегалактичних джерел радіовипромінювання;

- вимірювання поверхневої структури компактних джерел космічного радіовипромінювання методом радіоінтерферометрії з довгими базами.

Радіоастрономічні спостереження в більшості випадків пов'язані з реєстрацією мінімально виявлюваних сигналів. Це послужило основою для кооперації та оснащення РТ-22 сучасною приймальною апаратурою. Таким чином для РТ-22 були придбані радіометри з робочою довжиною хвилі 8 і 13,5 мм на основі молекулярних усилителів (мазерів). В 1982 р. на РТ-22 була випробувана унікальна криоелектрична радіометрична система НІІ «Сатурн» триміліметрового діапазону хвиль з флюктуаційною чутливістю 0,05 К [6]. Для охолодження вказаного вище обладнання вимагався рідкий гелій, тому поруч з радіотелескопом була побудована цех для стиснення азоту та гелію. В результаті РТ-22 КраО в 70–80-і роки займав по своїх можливостях третє місце в світі [5].

З'явлення такого ідеального інструмента було помічено за межами.

Ще в 1969 р. з США прийшло пропозиція про включення РТ-22 в міжнародну мережу радіоінтерферометрів з довгими базами для дослідження поверхневої структури джерел космічного радіовипромінювання. В 1969 р. був проведений експеримент на базі Крим – Хайстек (США), в результаті якого було отримано рекордне кутове роздільне здатність 0,0004 секунди. Поряд з астрофізичними результатами інтерферометр дав можливість з точністю до одиниць сантиметрів визначити абсолютне географічне положення телескопа. Однак через близькість розташування (близько 30 км) радіотелескопа та основної бази Чорноморського флоту СРСР (Севастополя) органи безпеки заборонили співпрацю радіоастрономів СРСР і США. Замість цього був створений всесоюзний інтерферометр Крим – Пушчино. Повномасштабне включення РТ-22 в міжнародну мережу радіоінтерферометрів з довгими базами відбулося тільки в 1994 р.

В 1988 р. І. Г. Моїсєєв по віку вже не міг керувати відділом і його змінив д. ф.-м. н. Степанов А. В., який почав активно розвивати дослідження фізики Сонця радіоастрономічними методами. Під керівництвом А. В. Степанова були захищені дві кандидатські дисертації (Ю. Т. Цап і А. Е. Вольвач). В 1996 р. лабораторію радіоастрономії КраО очолював к.ф.-м.н. Н. С. Нестеров.

В ці роки прогрес в області радіотехнологій дозволив відмовитися від громоздкої процедури використання рідкого азоту та гелію (замість цього на РТ-22 почали використовуватися НЕМТ-

усилители). Самописцы с бумажной лентой были вытеснены устройствами цифровой регистрации данных. Сменилось несколько поколений ЭВМ, управляющих телескопом.

В этот же период введен в строй спектрально-поляриметрический комплекс РТ-22 на волны 2.0, 2.3, 2.8 и 3.5 см, позволивший продолжить исследования в области гелиосейсмологии Солнца, определения параметров вспышечной плазмы и улучшения прогноза солнечной активности по радионаблюдениям [2].

Совершенствовались и радиотелескопы Службы Солнца, обеспечивающие мониторинг космического пространства в окрестности Земли. Радиотелескоп с рабочей длиной волны 10 см (РТ-3) был смонтирован в радиопрозрачном куполе диаметром 6 м, что существенно улучшило его стабильность и точность. Для обнаружения корпускулярных потоков, направляющихся к Земле в результате солнечных вспышек, был установлен радиотелескоп метрового диапазона волн (РТМ).

ТРЕТИЙ ПЕРИОД (1994–2010 гг.). С переходом КрАО под юрисдикцию Украины стало возможным возобновление международного сотрудничества в области длинноволновой радиоинтерферометрии (РСДБ). В 1994 г. НАСА (США) установило на РТ-22 систему регистрации МАРК-3, после чего РТ-22 был включен в состав международной сети станций. С этого же времени начаты исследования по теме «Геодинамика», целью которых является изучение формы Земли и тектонического движения материков путем точного измерения координат

радиотелескопа по радиоизлучению космических источников.

В рамках кооперации между Россией и Украиной по реализации наземно-космического проекта «РадиоАстрон» были получены важные результаты по измерениям выбранных стабильных радиоисточников космического радиоизлучения. При активном участии инж. Стрепка И. Д. введены в действие новые приемники на длины волн 1.35, 3.6, 6, 13 и 18 см. В 2007 г. на базе РТ-22 КрАО создан Межотраслевой центр коллективного пользования радиотелескопом РТ-22, целью создания которого является интенсификация приоритетных исследований в области радиоастрономии, астрофизики, астрометрии и геодинамики [3].

Радиотелескоп РТ-22 продолжает оставаться весьма заметным инструментом в мировой радиоастрономии. В 2000 г. он был признан национальным достоянием Украины. В состав лаборатории радиоастрономии была включена станция лазерной локации искусственных спутников Земли и телескопы Цейс-600 и Цейс-1000, расположенные в старой обсерватории на горе Кошка. Данные, получаемые на этих инструментах, используются для уточнения орбит ИСЗ, изучения геодинамики оптическими методами, наблюдений астероидов, сближающихся с Землей.

После Н. С. Нестерова в 2002 г. лабораторию радиоастрономии КрАО возглавил д. ф.-м. н. Цветков Л. И. (1938–2010), с 2010 г. ее руководителем стал д. ф.-м. н. Вольвач А. Е. В настоящее время лаборатория проводит исследования по 4-м направлениям:

– исследование крупномасштабных структур в атмосфере Солнца и гелиосейсмология короны;

– мониторинг солнечной активности для диагностики космической погоды;

– исследование нестационарных процессов в галактических и внегалактических источниках в миллиметровом и сантиметровом диапазонах волн;

– исследования в области РСДБ и межзвездной спектроскопии.

В 3-м периоде было значительно расширено сотрудничество между Радиоастрономическим институтом НАН Украины и КрАО [7]. Анализ этого сотрудничества является предметом отдельного рассмотрения.

Автор благодарен д.ф.-м.н. Л.И. Цветкову за консультации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ермолов П. П. Периодизация и основные объекты в истории исследований по радиотехнологиям в Крыму / П. П. Ермолов // 17-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2007): материалы конференции в 2 т. Севастополь, 10–14 сен-

тября 2007 г. Севастополь : Вебер, 2007. Т. 1. С. 39–44.

2. Цветков Л. И. Основные результаты исследований, полученные в лаборатории радиоастрономии НИИ «КрАО» // Известия Крымской астрофизической обсерватории, 2008. Т. 104. № 5. С. 63–67.

3. Вольвач А. Е., Матвеев Л. И. РТ-22 КрАО – 40-летие РСДБ // Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2008. Т. 104. № 5. С. 68–77.

4. Вольвач А. Е. Ларионов М. Г. РТ-22 КрАО : от Симеизского поискового обзора неба до выборки источников для полетной программы «РадиоАстрон» // Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2008. Т. 104. № 5. С. 78–84.

5. Юровский Ю. Ф. Из истории радиоастрономии в КрАО // Из истории Крымской астрофизической обсерватории : сборник рассказов / сост. А. В. Брунс. Симферополь : изд. дом «ЧерноморПРЕСС», 2008. С. 40–51.

6. 35 лет научно-производственной деятельности ОАО «НПП Сатурн» / гл. ред. А. И. Политихин. К., 2003. 378 с.

7. Зинченко И. И. Шульга В. М. Разработки приемной аппаратуры, программ и методик для наблюдений на РТ-22 КрАО в диапазоне волн 3 мм // Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2007. Т. 103. № 4. С. 145–152.

**Ермолов П. П. Радіоастрономічні дослідження у НДІ «Кримська астрофізична обсерваторія» (1952—2010 рр.).** У статті розглянуто історію радіоастрономічних досліджень в НДІ «Кримська астрофізична обсерваторія» (НДІ «КрАО») в 1952—2010 рр. Виділено вузлові моменти і проведено періодизацію розвитку НДІ «КрАО»: створення відділу радіоастрономії в п. Науковому, переміщення на ПБК у зв'язку із завершенням будівництва радіотелескопу РТ-22 і його повномасштабне включення в міжнародну мережу радіоінтерферометрів з наддовгими базами.

**Yermolov P. P. Radioastronomic researches in SRI “Crimean Astrophysical Observatory” (1952—2010).** Considered in this paper is the history of radioastronomic researches in SRI «Crimean Astrophysical Observatory» (SRI «CrAO») in 1952—2010. Key moments are emphasized and periodization of SRI «CrAO» is carried out: establishment of radioastronomic department in Nauchny town, deployment to the Southern coast of Crimea due to consummation of RT-22 radiotelescope installation and its full-scale incorporation into the International network of radio interferometers with very long baselines.