



Академік Семен Брауде

“Роль однієї людини — фактично, роль випадковості — завжди була значною в історії радянської радіоастрономії, особливо в його ранній історії”.
В.С. Стрельницький

Оцінка ролі особистостей у розвитку науки завжди містить у собі, з одного боку, захоплені відгуки очевидців їхнього життя, з іншого, — збалансовані міркування істориків науки. Щодо оцінки ролі Семена Яковича Брауде у розвитку радіофізики і радіоастрономії в тодішньому СРСР і в світі загалом, вона є одностайною, — його талант експериментатора і теоретика, масштабність ідей і здатність реалізувати їх, наполегливість характеру і бачення перспектив розвитку досліджень надзвичайно цінувалися і стали вирішальними для заснування ним двох принципів нових наукових напрямів — *радіоокеанографії* і *декаметрової радіоастрономії*. Після розпаду СРСР С.Я. Брауде разом зі своїми учнями і сподвижниками відіграли ключову роль у розвитку радіоастрономії в Україні.

Семен Якович Брауде (28.01.1911 р., Полтава — 30.06.2003 р., Харків) — доктор технічних наук, професор, академік АН УРСР, лауреат Ленінської премії, заслужений діяч науки і техніки України, нагороджений трьома орденами Трудового Червоного Прапора і трьома орденами “За заслуги”, медалями “За оборону Москви” і “За доблесну працю у Великій Вітчизняній війні”, удостоєний Золотої медалі АН СРСР ім. Попова та інших відзнак академій і наукових товариств, — був

унікальною особистістю. Одним із підтверджень цих слів є те, що він сім (!) разів упродовж свого довгого та напрочуд продуктивного життя змінював напрями своїх наукових досліджень і у більшості з них досяг результатів світового рівня.

Починаючи з 1933 р., після здобуття вищої освіти в Харківському фіз.-хім.-мат. університеті, Брауде працював в Українському фізико-технічному інституті (УФТІ) в лабораторії електромагнітного випромінювання під керівництвом академіка *А.О. Слуцькіна*, де був залучений до розробки перших у світі потужних надстабільних генераторів на основі багаторезонансних магнетронів надвисокочастотних коливань. Крім суто експериментальної роботи, ним було з’ясовано закономірності руху електронів у електричних і магнітних полях з урахуванням просторового заряду (канд. дисертація, 1937 р.). У 1938 р. у Харкові, вперше в світі, на основі цих магнетронних генераторів було створено трикоординатний імпульсний радіолокатор із довжиною хвилі 64 см. Ці розробки набули стратегічного значення на початку війни, а радіолокатори за безпосередньою участю Брауде були включені в систему протиповітряної оборони Москви. У 1943 р. Брауде захистив докторську дисертацію, в якій розвинув теорію просторового заряду в магнетронах.

Після війни, вже будучи молодим професором (1944), Брауде почав із честюлюбними намірами шукати (за його словами, висловленими у фільмі “Декаметри Брауде”, 2000 р.) такий “*новий напрям досліджень, де він був би у самостійному*

науковому польоті”. Він вирішив зосередити свої зусилля на теоретичних і експериментальних дослідженнях розповсюдження електромагнітних хвиль над землею поверхнею. Протягом восьми років досить інтенсивної роботи Брауде разом зі своїми співробітниками відкрили нові радіофізичні ефекти, зокрема щодо далекого тропосферного поширення радіохвиль і явища атмосферного хвилеводу, а також провели детальні дослідження розповсюдження радіохвиль над морською поверхнею у широкому діапазоні (від см до декаметра) уздовж маршрутів різної протяжності для випадків прямого огляду, півтіні і тіні. Проведені ними дослідження дисперсії радіохвиль на коротких і середніх довжинах, викликані морською брижею, стали основою нового наукового напрямку — *радіоокеанографії* (Ленінська премія, 1952), а встановлений взаємозв’язок характеристик розсіяного електромагнітного поля з властивостями морської поверхні надалі дали змогу розробити новий неконтактний метод визначення параметрів морського хвилювання на далеких відстанях — метод дистанційного зондування. Роботи з радіоокеанографії не тільки принесли С.Я. Брауде визнання як одного з провідних радіофізиків тодішнього СРСР, а й надали підґрунтя для заснування разом зі своїм другом та однодумцем *О.Я. Усиковим* у 1955 році Інституту радіофізики і електроніки АН УРСР (ІРЕ). У 1958 р. за видатні досягнення з радіофізики його було обрано членом-кореспондентом АН УРСР. У наступні 25 років, впродовж яких Брауде був неодмінним заступником директора з

наукової роботи, в ІРЕ за його участю не тільки було продовжено розпочаті в УФТІ дослідження з радіоокеанографії, а й створено нові наукові напрями. Насамперед — в радіоастрономії, розвиток якої у 1950-х роках набував стрімкого розвитку.

Вже у 1957 р. — “на піку власної слави” — С.Я. Брауде вирішує знову змінити напрям досліджень та ініціює роботи водночас із побудови радіотелескопів на см- і декаметрових довжинах радіохвиль. За висловом академіка Л.М. Литвиненка: “Брауде ризикував. Але він ризикував, будучи захопленим новими, недосліджуваними раніше науковими проблемами”. Надихаючи на розв’язання цих задач своїх сподвижників і залучаючи до роботи студентів, колишніх і нових аспірантів, чому сприяла його багаторічна викладацька робота в різні часи у Харківському університеті та Військовій академії ім. Говорова, завідування кафедрами харківських політехнічного та інженерно-будівельного інститутів, він одразу ж занурився в опанування нової для себе галузі знань із тим, щоб знайти передовий напрям досліджень. У своїх щоденниках, які він вів упродовж життя і над упорядкуванням яких зараз працює його донька, *Ірина Брауде*, він писав:

(1958 рік) “*Итак, я в новом положении: член корреспондент АН УССР. Как жаль, что ни мама, ни папа этого не узнают. Им бы такой факт доставил бы много радости. Теперь нужно работать, чтобы оправдать надежды АН УССР, нужно развивать радиоастрономию. Но какую? Сантиметровую или декаметровую? Мы идем по обоим направлениям. Знакомлюсь с доцентом Авиационного института Сергеем Ивановичем Кузьминым. Он конструктор. Договариваюсь с ним, что он будет разрабатывать проект 200-метрового параболоида с параллактическим креплением. 200 метров! В то время самое большое зеркало, построенное в Англии (Jodrell Bank — авт.), име-*

ло размер 76 м и могло работать лишь до волны в 21 см. Мы же хотели, чтобы 200-м зеркало работало до 3 см, т.е. имело бы отклонение от своей формы не более 3 мм. До сих пор такое зеркало не построено. Но тогда мы мечтали! "Загрузив" Кузьмина, я решил заняться декаметрами и хотел сделать синфазную решетку с механическим поворотом луча. Довольно быстро мы убедились, что такой вариант бесперспективный”.

Вартість виконання проекту Кузьміна була понад 150 млн. рублів. “*Що робити? — задував С.Я. Брауде в своєму інтерв’ю для фільму “Декаметри Брауде”. Наприкінці 1940-х під час морських експериментів ми працювали на довгих довжинах хвиль. Набагато довших, ніж зазвичай використовують для радарів. І я вирішив, що тут є шанс зайнятися не “звичайною” радіоастрономією, а тією, що була на початку її розвитку, — радіоастрономією декаметрових хвиль”.*

Річ у тім, що відкриття *К. Янським* у 1931 р. радіовипромінювання нашої Галактики було виконано саме на декаметрових хвилях, але з різних причин надалі радіоастрономічні дослідження Сонця, Місяця та інших об’єктів Всесвіту проводилися, головним чином, на см-хвилях. Перша радіоастрономічна праця Брауде разом із *Ф.Г. Бассом* (1958) не порушила цієї традиції: вивчаючи можливість радіозондування Сонця, вони дійшли висновку, що такий експеримент може бути реалізований на частотах 10-40 МГц за умов забезпечення ефективної площі антен у 10^5 м² і потужності передачі у 10^5 - 10^6 Вт. Одночасно з проектом см-радіотелескопа розроблявся план побудови системи антен на частотах 10-25 МГц, — “декаметровий” проект був менш коштовним, лише 3 млн. руб.. Після порівняння обох проектів (у 1961-62 роках) відбувся вирішальний вибір. У своїй роботі 1985 р. С.Я. Брауде і член-кореспондент НАН України *А.В. Мень* (соратник Брауде і головний розроб-

ник декаметрових телескопів системи УРАН, — *авт.*) так охарактеризували мотивацію цього вибору:

- для см-проекту потрібні великі капіталовкладення; проектування і виробництво см-радіотелескопа можливе тільки за участю потужного промислового підприємства, а, отже, залучення співробітників астрономічних відділів ІРЕ є досить незначним;

- створення і виробництво мережі широкосмугових вібраторів для декаметрового радіотелескопа (з точністю у десятки см під силу невеликому підприємству; вартість набагато нижча за см-проект; всі додаткові роботи можуть виконувати співробітники ІРЕ.

“*Участь завжди краще, ніж споглядання!*” Це стало останнім аргументом на користь вибору — декаметрова радіоастрономія.



С.Я. Брауде і Б.С. Патон на будівництві УТР-2 в Граково

Навряд чи тоді С.Я. Брауде знав (але, очевидно, вірив), що ця остання зміна напряму його наукових досліджень принесе згодом Україні і його рідному Харкову славу “радіоастрономічної столиці світу”. Як зазначав академік *Я.С. Яцків*: “*Будучи за віком у середніх роках, добре визнаним ученим, тобто замість того, аби почитати на власних лаврах, Семен Якович вибирає декаметрову радіоастрономію, яка була малодослідженою у той час. Але саме тут його яскрава зірка засяяла завдяки результатам світового рівня, отриманим пізніше Брауде, його командою і послідовниками”.*

Остаточне рішення будувати великий Т-образний декаметровий радіотелескоп було прийнято після обговорення на Науковій раді “Радіоастро-



Український Т-образний Радіотелескоп -2 (УТР-2)

номія” АН СРСР під головуванням академіка **В.О. Котельникова**. Важливо зазначити, що у цих починаннях С.Я. Брауде мав величезну підтримку АН УРСР. У 1961 р. був введений у дію перший декаметровий радіотелескоп ІД-1, а у 1962 р. — ІД-2. Встановлюються зв'язки з провідними радіоастрономічними центрами СРСР, зокрема найбільш тісні контакти склалися з **Й.С. Шкловським** та його колегами **М.С. Кардашевим**, **В.І. Слишем** і **Т.І. Лозинською**. Саме Шкловський чекав від команди Брауде підтвердження своєї ідеї існування гранично низькочастотної рекомбінаційної лінії азоту, яку можна спостерігати лише в декаметровому діапазоні (**Л.Г. Содін** і **О.О. Коноваленко** згодом за допомогою УТР-2 отримали спектри рекомбінаційних ліній вуглецю і азоту, що відкрило нові можливості у діагностиці міжзоряного середовища. — *авт.*)

Радіоінтерферометри ІД-1 та ІД-2 мали певні обмеження і не надавали можливості забезпечити необхідну точність калібрування головних параметрів антени. Тому у 1962 р. *“мы начали, пишет Семен Якович в своих ежедневниках, проектирование и строительство нового радиотелескопа под названием УТР-1 (Украинский Т-образный первого варианта инструмент). Из литературы было известно, что Т-образная форма является одним из наиболее оптимальных вариантов, когда разрешающая способность инструмента совмещается с эффективной его площадью. Теперь у нас был уже большой опыт работы и по проектированию, и по наладке, и по элементной базе. В этой работе участвовали оба радиоастрономических отдела, и мы полагали, что УТР-1 должен служить макетом более крупного инструмента”*.

Найбільший у світі декаметровий радіотелескоп УТР-2 було побудовано вже у 1964–69 рр. (у 1972 р. введений у дію для регулярних наукових дослід-

жень). Це стало першим реальним успіхом команди Брауде і знаменувало початок розвитку декаметрових радіоастрономічних досліджень в СРСР. У 1969 р. С.Я. Брауде обрано академіком АН УРСР.

Цей перший успіх виявив, у свою чергу, нові проблеми, перш за все, пов'язані з роздільною здатністю радіоджерел у спостереженнях. Вирішення цієї проблеми призвело до створення і введення в дію у 1975 р. декаметрового довгобазисного радіоінтерферометра УРАН (український радіоінтерферометр академії наук): *“Треба було йти далі, — зазначав С.Я. Брауде, — і будувати систему УРАН на основі чотирьох станцій: УТР-2 в Граково і плечах інтерферометра у Львові, Одесі, Полтаві. Ця система дає роздільну здатність в одну кутову секунду, на рівні оптичних телескопів, але там хвилі — мікрони, а тут — десятки метрів”*.

У 1985 р. Брауде разом із **Л.М. Литвиненком** створює на базі радіоастрономічного сектора ІРЕ нову академічну установу — Радіоастрономічний інститут, де стає завідувачем відділу. *“Цього разу його творча свобода розширюється ще більше — новий інститут, на відміну від УФТІ й ІРЕ, майже не пов'язаний з оборонними дослідженнями й, відповідно, із режимними обмеженнями. Відкритість тематики сприяла бурхливому зростанню міжнародної співпраці харківських радіоастрономів — далекий безмежний космос, на відміну від навколороземного простору, не був ареною військового протистояння наддержав”*. За спостереженнями на УТР-2 і в системі УРАН було складено перший у світі каталог позагалактичних джерел Північного неба у декаметровому діапазоні, проводяться спостереження й обробка даних за такими напрямками: спостереження пульсарів, галактик і їхніх скупчень, квазарів; дослідження

випромінювання міжгалактичного середовища, зокрема зон іонізованого водню; спектроскопічні спостереження (пошук різних атомарних ліній); вивчення сонячного випромінювання та дисперсії декаметрових радіохвиль у сонячній короні; вивчення нетеплового випромінювання планет у Сонячній системі; методи і техніки низькочастотних телескопів та інтерферометрів.

“За останні десятиріччя під керівництвом Семена Брауде був досліджений декаметровий радіоспектр, наше останнє вікно у Всесвіт, — зазначав видатний радіоастроном К. Келлерман. — Використовуючи радіотелескопи УТР-2 і УРАН, Брауде і його колеги розширили чутливість і роздільну здатність декаметрової астрономії. Отримані ними важливі нові астрофізичні результати спонукали розвиток нової генерації низькочастотних радіотелескопів, таких як LOFAR, що зараз будується в Голландії”. Цей телескоп, як і американський LWA будуть працювати у діапазоні 20–200 МГц, маючи ефективну площу у 1 млн. кв. м, а для їхньої реалізації застосовуються сучасні телекомунікаційні й інформаційні технології (“software instruments”). Щоб підтримати і надалі світовий рівень досліджень з декаметрової радіоастрономії, згідно з рішенням Президії НАН України, у 2002 р. розпочалася робота з модернізації телескопів УТР-2.

Найкращим свідченням такої підтримки є слова академіка **Б.Є. Патона**: *“Я был на УТР-2 много раз и видел, как Семен Яковлевич радовался как ребенок, когда водил нас по этому полю, показывая радиотелескоп. Это очень приятно, когда такой выдающийся ученый может так увлекаться работой и результатами. В этом направлении НАН Украины, благодаря Семену Яковлевичу, находится на передовом крае науки. И если бы мне сегодня снова сказали, что на это нужно выделить деньги, то я и сегодня забрал бы эти деньги у кого угодно и отдал бы на такое направление, которое есть приоритетным, и где мы превзошли всех”*.

У 2005 році Радіоастрономічний обсерваторії УТР-2 РІ НАН України присвоєно ім'я академіка С.Я. Брауде, а у 2007 році НАН України заснувало іменну премію імені С.Я. Брауде за видатні досягнення в радіоастрономії.



В. Конторович, І. Ліфшиць, С. Брауде, Е. Канер, С. Пекар, М. Леонтович, А. Мень і В. Коноваленко під час візиту на будівництво УТР-2 в Граково

За матеріалами статті Vailova I.B., Konovalenko A.A., Megn A.V. “The Beginnings of Decameter Radio Astronomy: Pioneering Works by Semen Ya. Braude and his Followers in Ukraine” (Astron.Nachr., 2007, 328, No 5, p.420-425)