

АКАДЕМІК СЕМЕН БРАУДЕ: РАДІОФІЗИК І РАДІОАСТРОНОМ

Видатний вчений академік Національної академії наук України Семен Якович Брауде (1911–2003) прожив довге творче і плідне життя. Практично всю другу половину свого віку він присвятив створенню нового в Україні (а за великим рахунком навіть і у світі) напряму фундаментальної науки – радіоастрономії декаметрових хвиль.

Нині це один із напрямів астрономії, що найбільш бурхливо розвивається в усьому світі. Але Україна і створена Семеном Яковичем наукова школа залишаються світовими лідерами в цій актуальній науковій галузі. Після 50-и років з часу введення в дію унікального радіотелескопа УТР-2 – головного творіння С.Я. Брауде – можна сміливо стверджувати, що могутній талант, творчий ентузіазм і наукова інтуїція його не підвели. Нові покоління українських вчених мають честь продовжувати справу, яка ним була започаткована. Низькочастотні вдосконалені радіоастрономічні системи, інструменти нового покоління, отримані астрофізичні результати будуть довічним пам'ятником Семену Яковичу Брауде – вченому, засновнику потужної наукової школи і чудовій людині.



Олександр Коноваленко
доктор фіз.-мат. наук,
академік НАН України,
заступник директора
Радіоастрономічного інституту
НАН України, м. Харків



Олег Ульянов
канд. фіз.-мат. наук,
зав. відділом
Радіоастрономічного інституту
НАН України,
м. Харків

28 січня 2021 року виповнилося 110 років від дня народження видатного радіоастронома **Семена Яковича Брауде**. Він пішов від нас у 2003 році на 93-му році життя. Семен Якович прожив яскраве і насичене життя, залишивши свій слід у науковому просторі, немов яскрава комета. Цей слід залишився в долях його учнів і навіть учнів його учнів, надихаючи їх усіх продовжувати розпочату Семеном Яковичем епоху декаметрової радіоастрономії.

Семен Якович Брауде народився 1911 року в місті Полтаві в сім'ї чиновника. У відповідній графі анкети від 1932 року, в якій потрібно було «точно вказати стан або походження до революції» (з селян, міщан, дворян, купців, почесних громадян, духовного звання, військового стану і т. ін.), рукою С.Я. Брауде записано, що він походить з міщан. Його батько був фінансовий працівник, а мати – лікар. Це дозволило йому отримати прекрасну шкільну, а згодом і університетську освіту. Семен Якович закінчив семирічну школу, а потім ПТУ, де отримав спеціальність електромонтера у віці 16-и років (1927). Через такий молодий вік не зміг відразу ж вступити до Харківського університету. Від 1919-го до 1934-го року Харків був столицею УРСР, тому найбільш талановиті українські молоді люди прагнули навчатися в Харківському університеті, який уже до того часу мав більш ніж столітню історію. Семен Якович потім згадував, як він переживав з приводу невдачі вступу до вишу. Але діватися було нікуди і він зайнявся репетиторством, навчаючи дітей харківських чиновників премудростям шкільного курсу фізики й математики. Це дозволило самому Семену Яковичу поглиблювати власні знання, отримані в школі. Це також дало йому можливість оволодіти основами викладацької майстерності, що в подальшому житті йому дуже знадобилося.

У вересні 1928 року Семен Брауде став студентом фізико-хіміко-математичного факультету Харківського університету. У 1932 році він успішно його закінчив (зараз ім'я Семена Брауде заслужено займає почесне місце в списку відомих людей, пов'язаних з Харківським національним університетом ім. В.Н. Каразіна). Ще зі студентської лави (1930 р.) Семен Брауде активно працював у лабораторіях університету, а згодом і в лабораторіях УФТІ (Український фізико-технічний інститут, був утворений у Харкові 1928 року за сприяння академіка **А.Ф. Йоффе**). Не дивлячись на те, що основні наукові напрями УФТІ були пов'язані з ядерною фізикою, Семен Якович Брауде потрапив до лабораторії електромагнітних коливань майбутнього академіка, а тоді професора **А.О. Слуцкіна**. У цій же групі був і майбутній директор українського Інституту радіофізики і електроніки **Олександр Якович Усиков** (наразі ІРЕ носить його ім'я).

У 1937 році Семен Якович Брауде у віці 26-и років захистив кандидатську дисертацію. У цьому ж році співробітникам лабораторії А.О. Слуцкіна було доручено створити електромагнітний локатор для системи ППО Радянського Союзу. Це завдання було успішно виконане в 1938 році, причому науковому колективу, до якого входив і Семен Брауде, вдалося вперше в світі створити 3-координатний радіоло-



**Академік НАН України Семен Брауде (1911–2003),
засновник декаметрової радіоастрономії**

катор, якому дали назву «Зеніт». Такого типу локаторів не було в той час ні у США, ні в Німеччині, ні у Великобританії. Локатор був створений на основі потужного магнетрона власного виробництва.

Семен Якович згадував про перші випробування цього локатора, які пройшли в Харкові в 1938 р. Під час випробувань стояв туман, і видимість була практично нульова. Літак, який пілотував полковник – Герой Радянського Союзу, учасник боїв в Іспанії, – злетів з території Харківського авіаційного заводу і полетів у бік заміських колгоспних полів (зараз на цьому місці знаходиться великий житловий район Харькова – Салтівка). Полковник був спочатку налаштований дуже скептично до можливостей радіолокатора, тому він вирішив перевірити ще раз вчених і самостійно змінив польотне завдання. Замість того, щоб досягнувши певної точки маршруту, повернути спочатку направо, а потім – наліво, він усі повороти виконав з точністю до навпаки. Природно, це відразу виявив макетний зразок створеного харків'янами радіолокатора. Після приземлення полковник іронічно поцікавився, чи «бачив» радіолокатор його літак. У відповідь на це у полковника поцікавилися – чому він змінив маршрут польоту в частині поворотів. Таким чином, бойовий командир переконався, що наука – річ дуже корисна. Результатом цих випробувань став лист, який полковник написав до Ради Народних Комісарів із проханням підтримати розробки харків'ян в галузі протиповітряної оборони країни.

Починаючи з липня 1941 року експериментальний радіолокатор «Зеніт», який ще не був освоєний радянською промисловістю, використовувався при обороні Мо-

скви. Він був «прикріплений» до однієї із зенітних частин. Семен Якович особисто брав участь у його розгортанні в Підмоскові. Відомі спогади дружини Семена Яковича – **Надії Михайлівни Брауде** – про те, як за допомогою цього локатора був збитий один з німецьких літаків.

Восени 1941 року в складі колективу Інституту зв'язку Червоної Армії Семен Якович евакуювався в Бухару, де продовжив удосконалювати створений радіолокатор. У 1943 р. з'являється нова модифікація локатора «Рубін». Цей локатор використовувався в роки війни на північному фронті в Мурманську не тільки для виявлення літаків, але й для виявлення кораблів, що було вельми актуально в умовах полярної ночі. Пізніше Семен Якович переїхав в Алма-Ату, де працювали в евакуації співробітники УФТІ, і разом з ними в 1944 р. повернувся до Харькова.

Бурхлива наукова діяльність у передвоєнний період і під час війни дала С.Я. Брауде можливість у 1943 р. захистити докторську дисертацію. А вже в 1944 р. йому присвоїли звання професора. Для воєнного часу це було дивним, оскільки Семен Якович у всіх своїх анкетах вказував, що він ні у ВЛКСМ, ні в КПРС ніколи не перебував.

Численні післявоєнні експедиції у Вентспілс (Латвія) і в Євпаторію (Крим) формували майбутній кістяк колективу радіоастрономів. Зокрема, активну участь у цих експедиціях брав **Мень Анатолій Володимирович** – улюблений учень Семена Яковича (потім доктор техн. наук, професор, член-кореспондент Академії наук України, завідувач відділу радіотелескопів і радіоінтерферометрів РІ НАНУ, лауреат Державної премії СРСР і Державної премії України).

У повоєнні роки С.Я. Брауде поєднував наукову та викладацьку діяльність (1945–1956 рр. – професор Харківського політехнічного інституту). Для курсу лекцій він вибирав новий матеріал, якого, найчастіше, ще не було в підручниках. З його слів, це призводило до того, що найчастіше він сам знав матеріал тільки на дві лекції раніше, ніж студенти. Все це створювало атмосферу наукової творчості в студентському середовищі і дозволяло Семену Яковичу вибирати гідних студентів для подальших спільних наукових досліджень. Крім А.В. Мень, одним з таких студентів був **Леонід Григорович Содін** (потім – доктор фіз.-мат. наук, двічі лауреат Державної премії СРСР у 1977 і 1988 роках).

Статус доктора наук і професора дозволяв Семену Яковичу самому вибирати тематику наукової діяльності, що призвело його і той колектив, який він на той час очолював, у новий науковий напрям – дослідження поширення і розсіювання радіохвиль над морською поверхнею. Пізніше цьому новому напрямку дали назву «*радіоокеанографія*».

Шлях Семена Яковича в радіоастрономію був досить довгим. Повоєнний колектив наукових співробітників, який він очолював в УФТІ, займався в основному оборонною тематикою. Досліджувалися питання короткохвильового зв'язку з кораблями, а також питання їх радіолокаційного виявлення в умовах відбиття від морської поверхні. У 1955 році був утворений Інститут радіофізики і електроніки АН УРСР (тепер ІРЕ НАН України). По суті, частина радіотехнічних і радіофізичних відділів відділилися від УФТІ і почали своє власне «плавання». Семен Якович став заступником директора ІРЕ по науці. Ця посада давала йому певні преференції щодо незалежного вибору наукового напрямку для свого колективу.

Спочатку у відділах, які курирував Семен Якович, створювалися антенні системи для короткохвильового зв'язку з кораблями військово-морського флоту СРСР. У той час кораблі військово-морського флоту все частіше виходили в далекі океанічні походи, тому для забезпечення нормальних умов зв'язку і відпрацювання технології такого зв'язку під Харковом уже десь у 1956 році (або трохи раніше) було виділено велику ділянку землі загальною площею 135 га. Цю ділянку вибирали спільно академіки **Барабашев Микола Павлович** (відомий астроном) і Семен Якович Брауде. За спогадами Семена Яковича, їм пропонували на вибір кілька ділянок у Харківській області, в тому числі на мальовничому Червоно-Оскольському водосховищі. Однак М.П. Барабашов відмовився від цієї ділянки через потенційну можливість засвічення телескопів від світла Місяця, що розсіюється водною поверхнею. У результаті зупинилися на рівній степовій ділянці, яка розташована за 85 км від Харкова між селами Іванівка, Михайлівка та Волохів Яр. Астрономам Харківського університету імені В.Н. Каразіна дісталася ділянка землі величиною всього 4 га, на якій була побудована університетська оптична обсерваторія (вона функціонує і до цього дня).

Радіофізики використовували свою частину полігону (так в ті часи називали цей об'єкт, що охоронявся військовими) для будівництва різного роду приймально-передавальних антен. Оскільки антени працювали в короткохвильовому діапазоні, то їх розміри були дуже значні. Розроблялися антени вертикального і горизонтального типів, а в їхніх конструкціях використовувалися принципи побудови фазованих антенних решіток. Все це було тим фундаментом, на якому згодом була побудована декаметровая радіоастрономія.

Починаючи з 1952 року в англійській літературі почали з'являтися статті про застосування радіолокації в області планетарної астрономії та астрометрії. Навіть з'явилася теоретична робота про можливість локації Сонячної корони. Все це не могло пройти поза увагою Семена Яковича. З другого боку, колектив його наукових співробітників до 1960 року вже мав величезний досвід в проектуванні і конструюванні складних приймально-передавальних антен.

Ймовірно, ці обставини разом з притаманною йому допитливістю привели Семена Яковича до думки про можливість проектування великого приймально-передавального антенного поля в декаметровій діапазоні довжин хвиль. За допомогою такого антенного поля передбачалося проводити астролокацію корони Сонця. Однак після доповіді про такі плани в Президії АН СРСР, а потім і на радіоастрономічній секції Семена Яковича відрадили від будівництва передавальної антени (сліді цього напрямку досліджень залишилися в бібліотеці РІ НАН України у вигляді звіту *Джесі Джеймса* (J. James), який в 1961–1969 роках реалізував ідею астролокації корони Сонця на частоті 38 МГц). Та й попередні розрахунки показували, що план будівництва приймально-передавальної антени в декаметровому діапазоні був би дуже вартісним. Тому вирішили основним напрямком розвитку радіоастрономії вибрати конструювання тільки приймальних антен.

Так на початку 1960-х років під Харковом був побудований малобазовий інтерферометр. Це були дві взаємно перпендикулярні антенні решітки, кожна з яких складалася з 4-х рядів по 32 диполя в ряду (128 диполів в решітці).

Відстань між ґратами становила близько 1 км. За диполь вибрали ширококутовий диполь **С.І. Надененка**. Пізніше Анатолій Володимирович Мень говорив, що у цього диполя є тільки один недолік: «... його придумали не ми». Даний інтерферометр працював у діапазоні 20–40 МГц, і на ньому були відпрацьовані перші принципи інтерферометрії в декаметровому діапазоні довжин хвиль. Після цього було прийнято рішення будувати Т-подібний радіотелескоп УТР-1 (Український Т-образний Радіотелескоп 1-го покоління). На той час були відомі матриці Батлера. Вони широко використовувалися для компенсації фазових затримок. Однак фазообертачі, які використовувалися в РТ УТР-1, були сконструйовані із застосуванням принципу часових затримок. Це дозволило забезпечити ширококутовість і можливість формування багатопроменевої діаграми спрямованості радіотелескопа з максимумами коефіцієнтів спрямованої дії (КСД) в одних і тих же просторових напрямках незалежно від частоти (у матриці Батлера напрямки бічних променів залежать від частоти).

Отже, в середині 1960-років стала зрозумілою правильність вибору технічних рішень і концепцій, що дозволило розпочати створення гігантського (найбільшого в світі) високоефективного радіотелескопа декаметрових хвиль. Колектив наукових робітників, інженерів, техніків, робочих Інституту радіофізики та електроніки АН УРСР на чолі із С.Я. Брауде з ентузіазмом та натхненням взявся за цю складну і відповідальну роботу.



Академік С.Я. Брауде розказує Президенту АН УРСР академіку Б.Є. Патону про радіотелескоп УТР-2 під час виїзного засідання Президії АН УРСР, с. Іванівка Харківської обл., 4 червня 1971 р.

В результаті у 1971 р. був побудований і офіційно введений в дію радіотелескоп УТР-2 (Український Т-подібний Радіотелескоп 2-го покоління). Вище показано історичне фото, зроблене під час засідання Бюро Президії АН УРСР на чолі з Президентом АН УРСР **Борисом Євгеновичем Патоном** 4 червня 1971 р., що було присвячене інавгурації радіотелескопа УТР-2 в Радіоастрономічній обсерваторії (зараз вона носить ім'я С.Я. Брауде). Ця подія відкрила нову сторінку в розвитку вітчизняної та світової радіоастрономічної науки.

Першою англійською роботою під авторством Брауде С.Я. зі спостережної радіоастрономії, яку нам вда-



Радіотелескоп декаметрових хвиль УТР-2 з висоти пташиного польоту. Фото Вячеслава Мануліка

лося знайти, була перекладена стаття «On the Selection of a Standard Discrete Source of Cosmic Radio Emission» (Astronomicheskii Zhurnal, 1961, Vol. 38, 898). За ними послідували «The Radio Emission Spectrum of Cassiopeia A at Frequencies below 30 MHz» (Astronomicheskii Zhurnal, 1962, Vol. 39, 163) у співавторстві з **А.В. Менем**, **І.М. Жуком**, **К.А. Бабенко**, «Observations of the Spectra of Solar Radio Outbursts in the 10-25 MHz Region on July 14 and 18, 1961» (Astronomicheskii Zhurnal, 1962, Vol. 39, 542) у співавторстві з Содіним Л.Г. і Менем А.В. а також багато інших робіт.

На жаль, на сьогодні майже нікого із засновників низькочастотної радіоастрономії в Україні, які працювали до 1971 року, немає в живих. Однак справа, яку започаткував С.Я. Брауде та інші першопрохідці, живе й активно розвивається упродовж останніх п'ятидесяти років. Поступово стали зрозумілими недоліки, які були пов'язані з рівнем науки і техніки тих далеких часів в апаратно-методичній сфері, хоча і зараз суто антенні аспекти УТР-2 вражають досконалістю ідейних підходів. Перші радіотелескопи і відповідна приймально-реєструюча апаратура створювались на принципах, що існували в 1950–1960-х роках: використовувались вакуумні електронні прилади, проста аналогова апаратура, чорнильні самописці та стрілочні індикатори для відображення інформації, арифмометри і логарифмічні лінійки для обробки даних.

Нове покоління радіоінженерів, радіофізиків, фізиків і випускників харківських ВНЗ вже добре знало і розуміло напівпровідникову та мікросхемотехніку, цифрову реєстрацію, обробку сигналів, комп'ютери, програмування, методи сучасної теоретичної й експериментальної фізики. Слід відзначити оптимальну з точки зору потреб радіоастрономії програму підготовки фахівців на радіотехнічному факультеті Харківського інституту радіоелектроніки, які поповнювали лави дослідників Всесвіту у радіоастрономічному діапазоні.

Почала збагачуватись апаратно-методологічна ідеологія УТР-2, що упродовж останніх десятиліть дозволило суттєво покращити параметри експериментів та отримати безліч пріоритетних науково-технічних результатів, які стали добре відомими, визнаними і затребуваними світовою радіоастрономічною спільнотою.

Основними особливостями і параметрами радіотелескопа УТР-2, що перевершують усі відомі закордонні аналоги, були і залишаються такі:

- великі лінійні розміри (2 км x 1 км) та ефективна площа (150 000 кв. м);
- висока кутова роздільна здатність (ширина діаграми 25 кут. хвилин);
- велика кількість антенних елементів (2040);
- широкий діапазон частот (8–33 МГц);
- електронне керування променем у широкому секторі ($\pm 70^\circ$ від зеніту);
- п'ятипроменева розділена діаграма спрямованості, широке поле зору ($2^\circ \times 0.5^\circ$);
- забезпечення погодження чутливості і роздільної здатності, оптимальні конфігурація і заповнення UV-площини;
- ширококутова недисперсійна система фазування (положення променя не залежить від частоти, кількість положень у небі – 2 млн.), ліній передачі, засобів розділення і підсумовування сигналів, якісне погодження імпедансів елементів і систем з урахуванням параметрів ґрунту і взаємовпливу диполів;
- блискавкозахист антенних елементів;
- розвинена система напівавтоматичного контролю усіх елементів, ремонтпридатність, економічність та екологічна безпека.

Усі вказані позитивні особливості були впроваджені, підтверджені і вдосконалені в ході багатодесятирічної експлуатації та модернізації УТР-2.

Радіотелескоп УТР-2 та радіоінтерферометрична мережа радіотелескопів УРАН були вінцем творчості Семена Яковича і всього колективу радіоастрономів, який він на той час очолював. Спочатку основним напрямом декаметрової радіоастрономії було створення каталогу дискретних радіоджерел північного неба. Велика чутливість УТР-2 дозволила такий каталог створити. Цілком природно, що в області декаметрової радіоастрономії розвивалися й інші напрями. Такими напрямками стали дослідження рідберговських станів атомів вуглецю, який знаходиться в міжзоряних хмарах; дослідження корони Сонця і сонячного вітру; вивчення радіостормів Юпітера; дослідження радіовипромінювання пульсарів; дослідження галактичного фону; дослідження зір, що спалахують; інтерферометричні виміри в найбільш низькочастотному діапазоні.

Зараз у всьому світі низькочастотна радіоастрономія бурхливо розвивається. Створюються великі радіотелескопи нового покоління LOFAR, NenuFAR, LWA, MWA, SKA. На тлі цих прогресивних розробок радіотелескопи УТР-2 і УРАН залишаються неперевершеними за головними параметрами, особливо на частотах менших 30 МГц, які виключно цінні для астрофізики. Для закріплення і розвитку вітчизняного пріоритету в цій актуальній галузі фундаментальної і прикладної науки в Україні 15 років тому розпочато створення додаткового радіотелескопа нового покоління ГУРТ (Гігантський Український Радіотелескоп) із активними антенними елементами.

ГУРТ акцентований на поступову реалізацію великої адитивної ефективної площі (більше 10^4 кв. м) із високим фактором заповнення елементів та широкого діапазону частот 8–80 МГц (втричі більше, ніж в УТР-2 та УРАН). Забезпечуються також максимальні завадостійкість і динамічний діапазон аж до гранично низьких частот біля 8 МГц, високі чутливість та рівномірність коефіцієнту передачі в усій робочій смузі частот. Особлива увага приділялась також підвищенню якості «серця» антенної

решітки – активному антенному елементу та фазованій антени-решітки з активними елементами в цілому.

Ще у 1970-1980 роках радіоастрономічну обсерваторію УТР-2 відвідували багато видатних радіоастрономів: *К. Келлерман*, *Б. Еріксон* і *Р. Перлі* (США), *О. Слі*, *Д. Мелроуз* і *К. Міллс* (Австралія), *В. Радхакришнан* і *К. Антарамаях* (Індія), *І. Шкловський*, *М. Кардашев* і *Ю. Парійський* (СРСР) та інші. Величезний радіотелескоп УТР-2 дуже цікавив наукову спільноту, зокрема і тому, що в радянські часи ця унікальна наукова установка була створена суто для фундаментальних досліджень, а не для військово-промислового комплексу (ВПК), крім того, була побудована лише за кошти Академії наук України. З іншого боку, у ті далекі часи не всі фахівці були впевнені у перспективах досліджень Всесвіту в декаметровому радіодіапазоні. Однак крок за кроком українські астрономи доводили, що низькочастотна радіоастрономія є дуже перспективною наукою, особливо, якщо правильно реалізувати, оптимізувати та об'єднати антенні, апаратно-методичні та астрофізичні підходи. Поступово закордонні фахівці визнавали правильність таких підходів, переймали вітчизняний досвід та все більше цікавились українськими дослідженнями і активно виявляли прагнення до тісної співпраці.

На жаль, у часи «залізної завіси» Радянського Союзу міжнародні контакти українських вчених були вкрай обмеженими. Багато першорядних робіт вітчизняних радіоастрономів були практично невідомими за кордоном. Зокрема, С.Я. Брауде лише двічі брав участь у закордонних відрядженнях до Польщі та Чехословаччини у 1960-ті роки. Він щиро радів, коли з отриманням Україною незалежності всі радіоастрономи нового покоління почали брати активну участь у міжнародній співпраці, включаючи численні взаємні візити науковців. Так, уже у вересні 1991 р. українські радіоастрономи за ініціативи академіка НАН України *Я.С. Яцківа* були запрошені до м. Грац (Австрія) в Інститут космічних досліджень, де розташована невелика радіообсерваторія, для участі в міжнародній конференції «Планетна і сонячна радіоemisія III». Це, по суті справи, стало першим кроком у довготривалій і плідній співпраці України з провідними радіоастрономічними установами Європи та багатьох країн світу.

Семен Якович завжди скрупульозно цікавився у своїх співробітників станом наукових досліджень. Він завжди брав участь у обговоренні отриманих результатів, керував науковим радіоастрономічним семінаром і підтримував просування молодих співробітників по службових сходинках. Він любив своє дітище – радіотелескоп УТР-2 – і намагався якомога частіше на ньому бувати. Причому в кожному дрібниці технічного або організаційного плану він вникав дуже глибоко. Напевне, тому УТР-2 успішно працює ось уже 50 років, зазнавши кілька глобальних модернізацій.

У 1986 р. в Академії наук України був створений Радіоастрономічний інститут, який очолив академік *Леонід Миколайович Литвиненко*. Семен Якович Брауде брав активну участь у його створенні й разом з колективом радіоастрономів перейшов працювати в цей новий інститут, завершивши таким чином організаційну частину розбудови радіоастрономічних досліджень в Україні.

Семен Якович Брауде – засновник школи декаметрової радіоастрономії світового масштабу. Сьогодні учні його учнів успішно продовжують наукові дослідження. До перерахованих вище традиційних об'єктів в останні роки додалися спостереження радіовипромінювання блискавок на Сатурні та транз'єнтного радіовипромінювання поки ще не відомої природи. Ведеться програма з виявлення екзопланет у радіодіапазоні. Радіотелескоп УТР-2 і інтерферометрична мережа УРАН брали і нині беруть участь в наземній підтримці космічних місій – Wind, Cassini, JUNO, Parker. Проводяться спільні радіоастрономічні спостереження з ILL (International LOFAR Radiotelescope), NenuFAR та іншими найбільшими в світі радіотелескопами. За останні десятиліття українські декаметрові радіотелескопи стали сегментом світової мережі низькочастотних радіотелескопів.

Внесок Семена Яковича Брауде в сучасну українську та світову радіоастрономію важко переоцінити. Напевне, тому на зворотному боці Місяця поблизу його південного полюса є кратер ударного типу, який носить ім'я «*Braude*». Це ім'я кратеру присвоїв Міжнародний Астрономічний Союз на честь Семена Яковича Брауде – основоположника декаметрової радіоастрономії. ■



Співробітники
Радіоастрономічної
обсерваторії
ім. С.Я. Брауде
РІ НАН України
радо приймають всіх,
хто бажає ознайомитися
як працює найбільший
в світі радіотелескоп
декаметрових хвиль
УТР-2.
с. Іванівка Харківської обл.