Презентація

Національна академія наук України

РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ ВСЕСВІТУ НА ДЕКАМЕТРОВИХ ХВИЛЯХ

Представлено Радіоастрономічним інститутом НАН України для участі у конкурсі зі здобуття Державної премії України в галузі науки і техніки

Автори:

Коноваленко О.О., ак., Захаренко В.В., чл.-кор., Калініченко М.М., д.ф.-м.н., Мельник В.М., д.ф.-м.н., Сидорчук М.А., н.сп., Станіславський О.О., д.ф.-м.н., Степкін С.В., н.сп., Ульянов О.М., к.ф.-м.н.

Харків – 2018

Радіовипромінювання Всесвіту на декаметрових хвилях

Представлено Радіоастрономічним інститутом НАН України.

Автори:

Коноваленко О.О., ак., д.ф.-м.н., Захаренко В.В., чл.-к., д.ф.-м.н., Калініченко М.М., д.ф.-м.н., Мельник В.М., д.ф.-м.н., Сидорчук М.А., н.сп., Станіславський О.О., д.ф.-м.н., Степкін С.В., н.сп., Ульянов О.М., к.ф.-м.н.

Метою роботи є проведення надчутливих комплексних спостережень та досліджень низькочастотного радіовипромінювання декаметрових хвиль повної вибірки астрономічного населення Всесвіту. Завдяки модернізації, створенню та використанню найбільших у світі українських радіотелескопів нового покоління УТР-2, УРАН, ГУРТ забезпечене найкраще поєднання експериментальних параметрів – чутливості, роздільної здатності, завадостійкості, багатофункціональності, які визначають світовий рівень цієї актуальної науки.

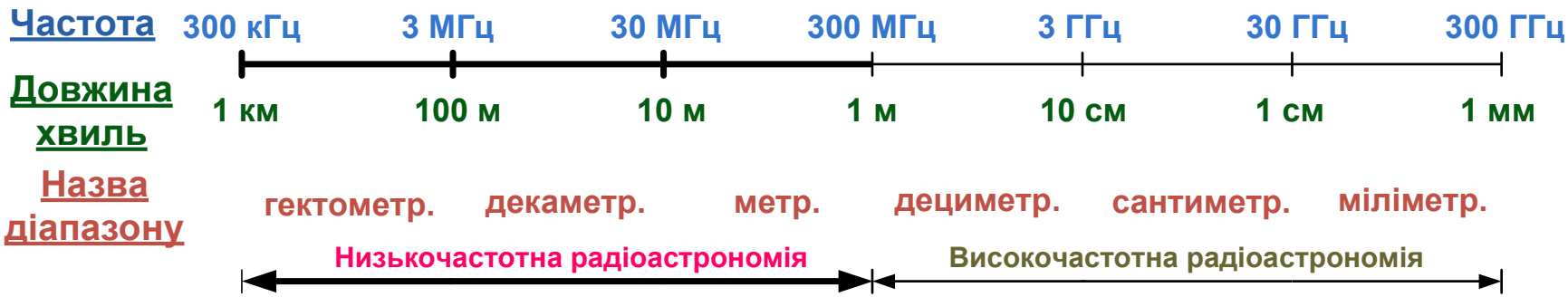
Відкриті нові об'єкти та явища у сонячній системі, Галактиці та Метагалактиці, зокрема, невідомі раніше магніто-активні плазмові утворення в атмосферах Сонця, планет, зірок, а також у міжпланетному та міжзоряному середовищах; блискавки на Сатурні; нові пульсари та невідома галактична популяція джерел спорадичного радіовипромінювання; холодні хмари галактичних рукавів з нейтральним воднем, але з повністю іонізованими гігантськими атомами вуглецю з розмірами близько 0,1 мм, які мають рекордно високі збуджені стани на квантових рівнях, більших за 1000; протяжні гало та космологічні явища для далеких радіогалактик та квазарів. Усі ці утворення генерують невідоме раніше низькочастотне радіовипромінювання з різноманітними просторово-частотно-часовими та еволюційними особливостями.

Доведено, що у сучасній всехвильовій астрономії найбільш довгохвильовий діапазон – декаметровий за своїми важливістю та інформативністю є одним з найцікавіших. На тлі бурхливого розвитку світової низькочастотної радіоастрономії вітчизняні експериментальні засоби та результати залишаються неперевершеними. Вони добре відомі і визнані у науковому світі, є незамінними та максимально затребуваними. Проведені дослідження та їх результати закріплюють пріоритет України та забезпечують її інтеграцію у європейський та світовий науковий простір, включаючи приєднання до сучасних світових мереж наземних та космічних радіотелескопів.

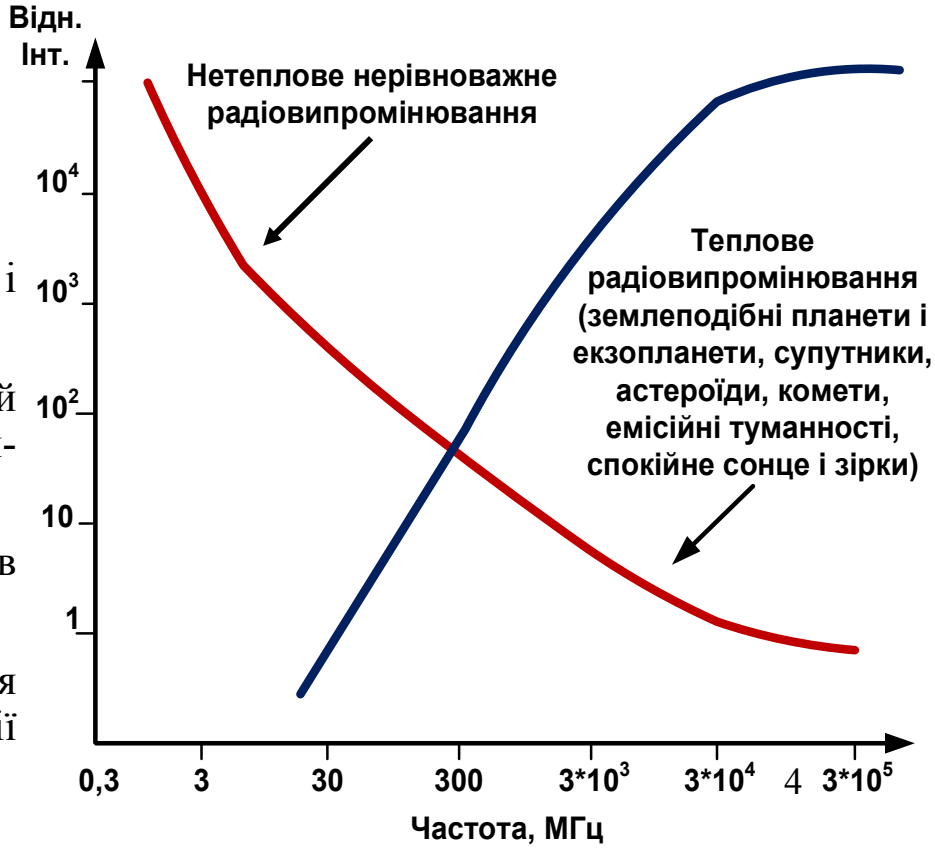
Кількість публікацій: **до циклу робіт включено 129 статей, з них 83 опубліковано за кордоном. Згідно бази даних Scopus загальна кількість посилань на публікації авторів складає 1335, h- індекс = 19; згідно бази даних Goog1e Scholar загальна кількість посилань складає 3242, h- індекс = 28. За даною тематикою захищено 10 докторських та 42 кандидатські дисертації.**

Президент НАН України Борис Євгенович Патон з академіком НАН України Семеном Яковичем Брауде під час виїзного засідання Бюро Президії АН УРСР з нагоди інавгурації радіотелескопа УТР-2 (червень, 1971 р.)

Діапазони частот радіоастрономічних досліджень



Можливі спектри радіовипромінювання



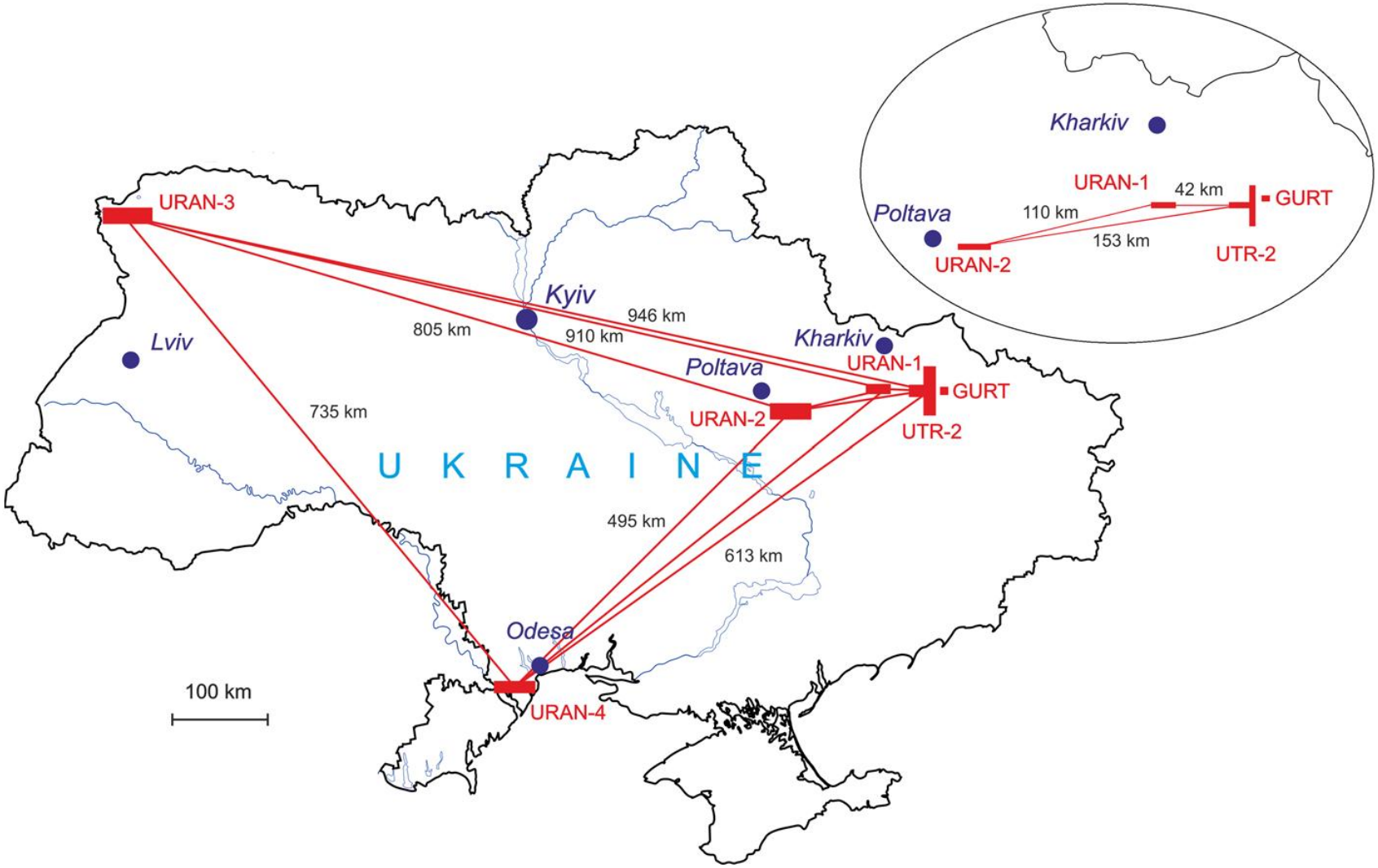
Механізми космічного нетеплового радіовипромінювання, важливі для НЧ радіоастрономії

- Синхротронна радіоемісія (галактичне і позагалактичне тло, радіогалактики, квазари);
- Когерентна радіоемісія у магнітоактивній плазмі (активне Сонце і зірки, пульсари, планети-гіганти і екзопланети-гіганти);
- Радіоемісія електростатичних розрядів (блискавки в атмосферах планет і екзопланет);
- Монохроматична стимульована радіоемісія високозбуджених атомів (рекомбінаційні лінії міжзоряних атомів).

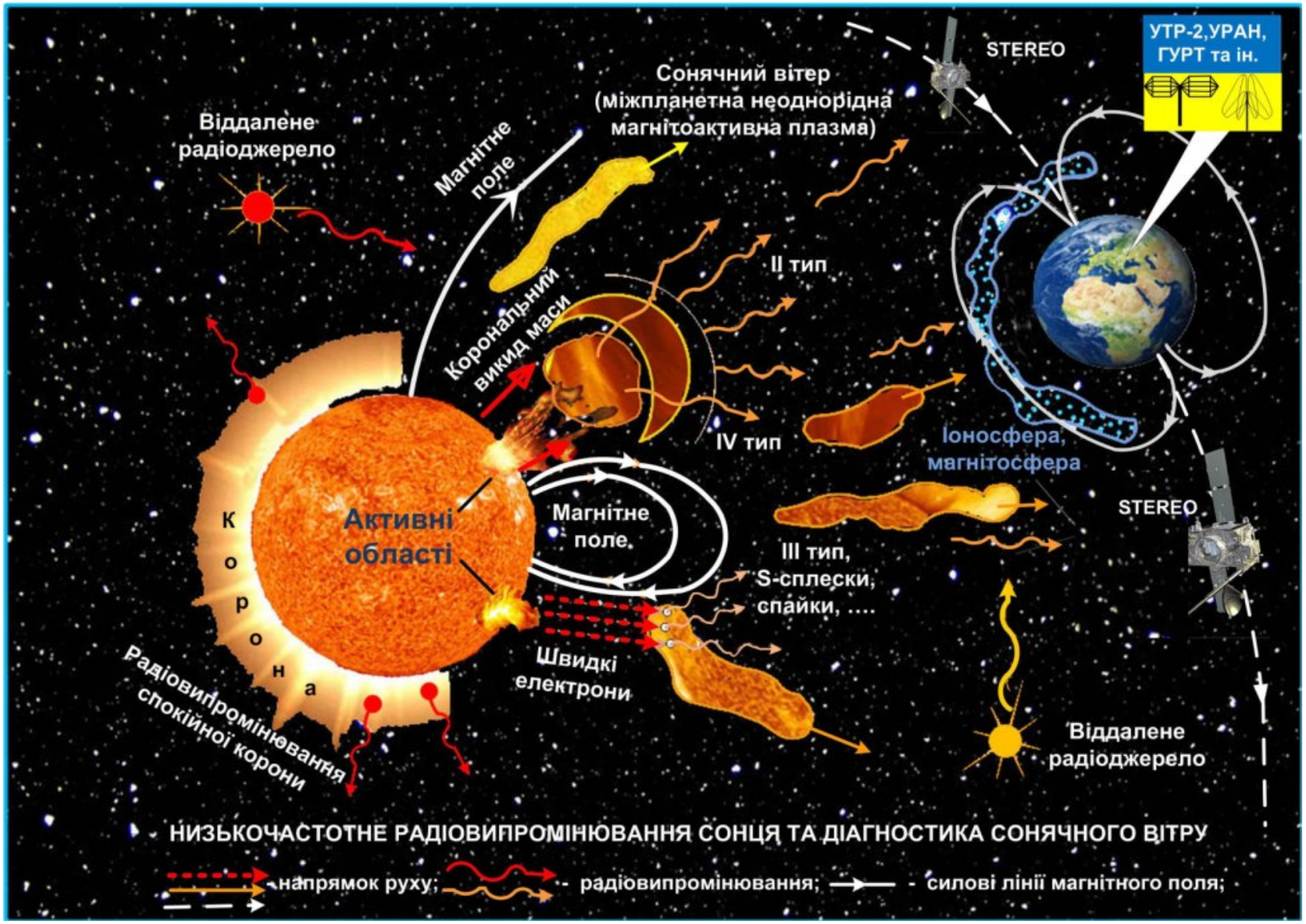
Найбільший в світі радіотелескоп УТР-2 (антена Північ-Південь, 1,9 км х 60 м)
Діапазон частот – 8…32 МГц; кількість елементів - 2040;
ефективна площа – 150 000 кв. м.

Радіотелескопи УРАН-1… УРАН-4

Діапазон частот – 8…32 МГц; загальна кількість елементів УРАН – 1000*2=2000; загальна кількість елементів усіх телескопів – 4040; загальна ефективна площа – 200 000 кв. м. (!!!)



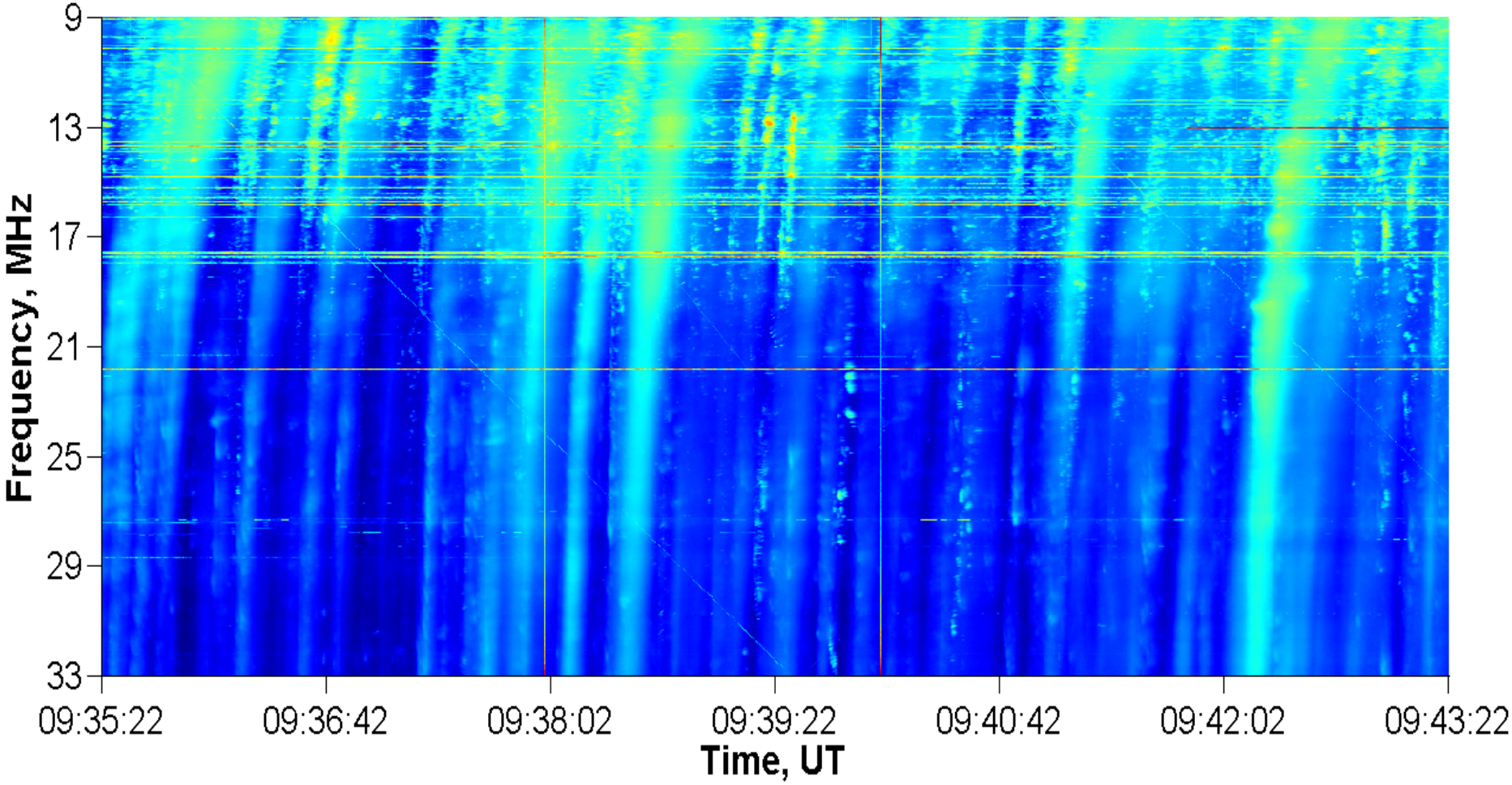
Розміщення радіотелескопів УТР-2, УРАН, ГУРТ в Україні



Дослідження Сонця і міжпланетного середовища за допомогою УТР-2, УРАН, ГУРТ і космічної місії STEREO

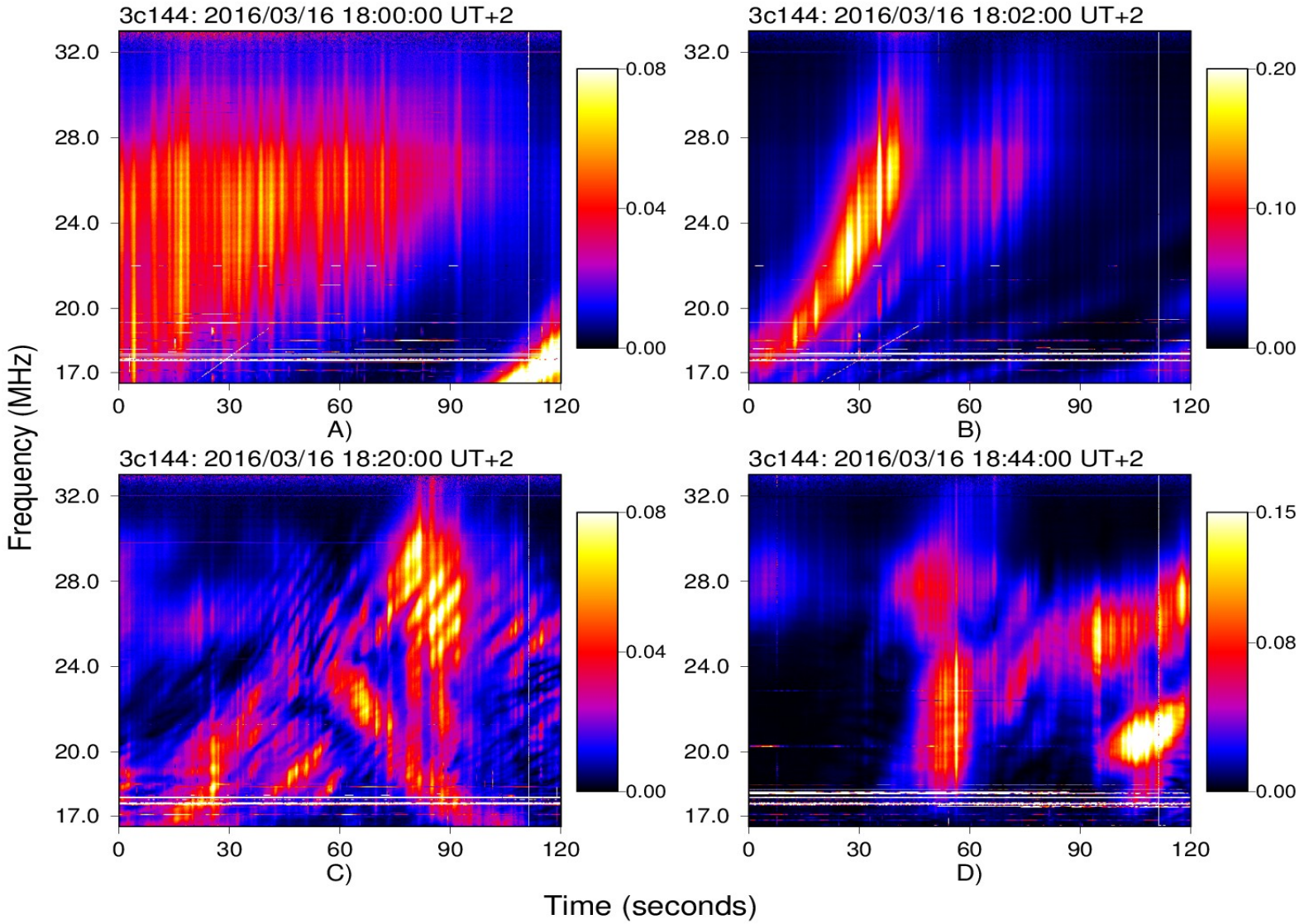
Відкриття нових типів і надтонкої структури декаметрового спорадичного декаметрового сонячного радіовипромінювання

Due to high sensitivity and interference immunity of the UTR-2 ground-based observations are possible even at f < 10 MHz !



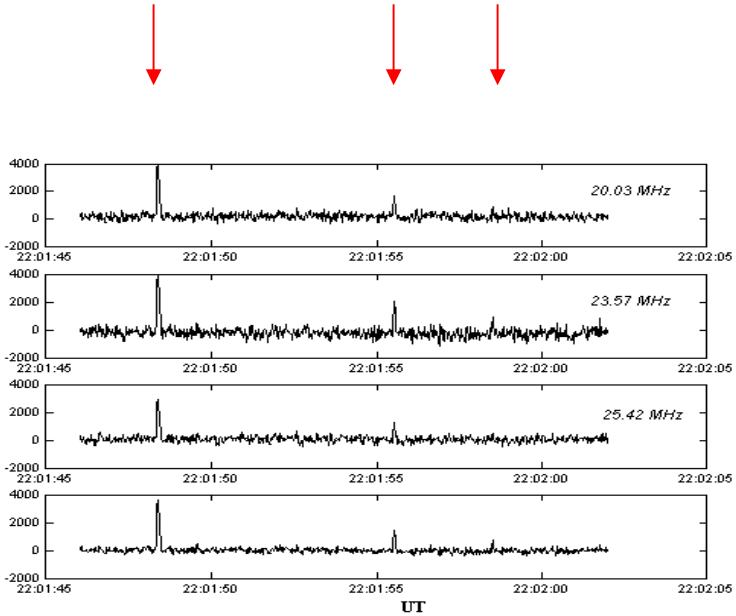
Melnik et al., Solar Ph., 2011

Міжпланетні та іоносферні мерехтіння для радіоджерела 3C 144 у різні інтервали часу

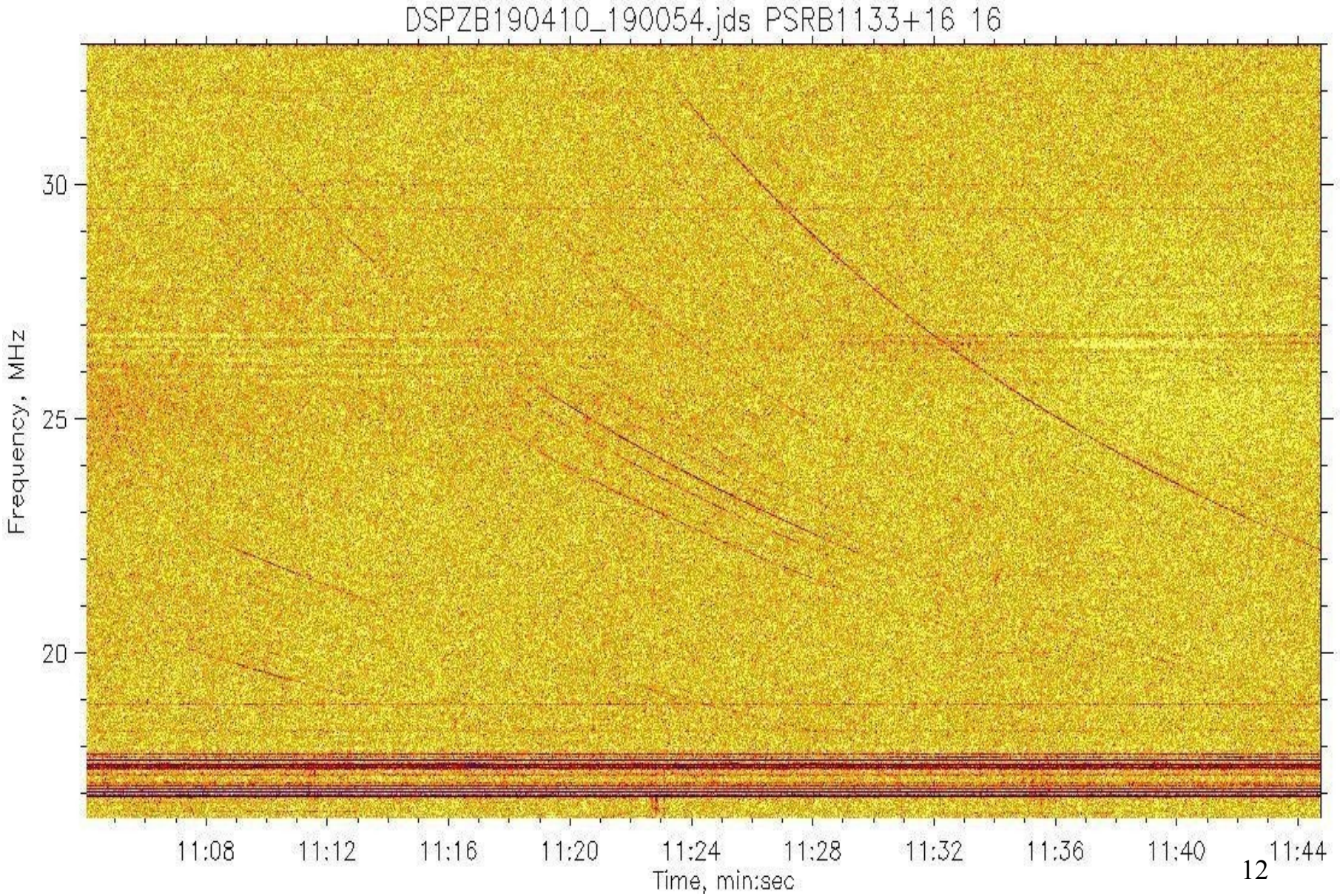


Відкриття блискавок в атмосфері Сатурна після 30-річних безуспішних спроб детектування відповідних радіосигналів наземними радіотелескопами всього світу

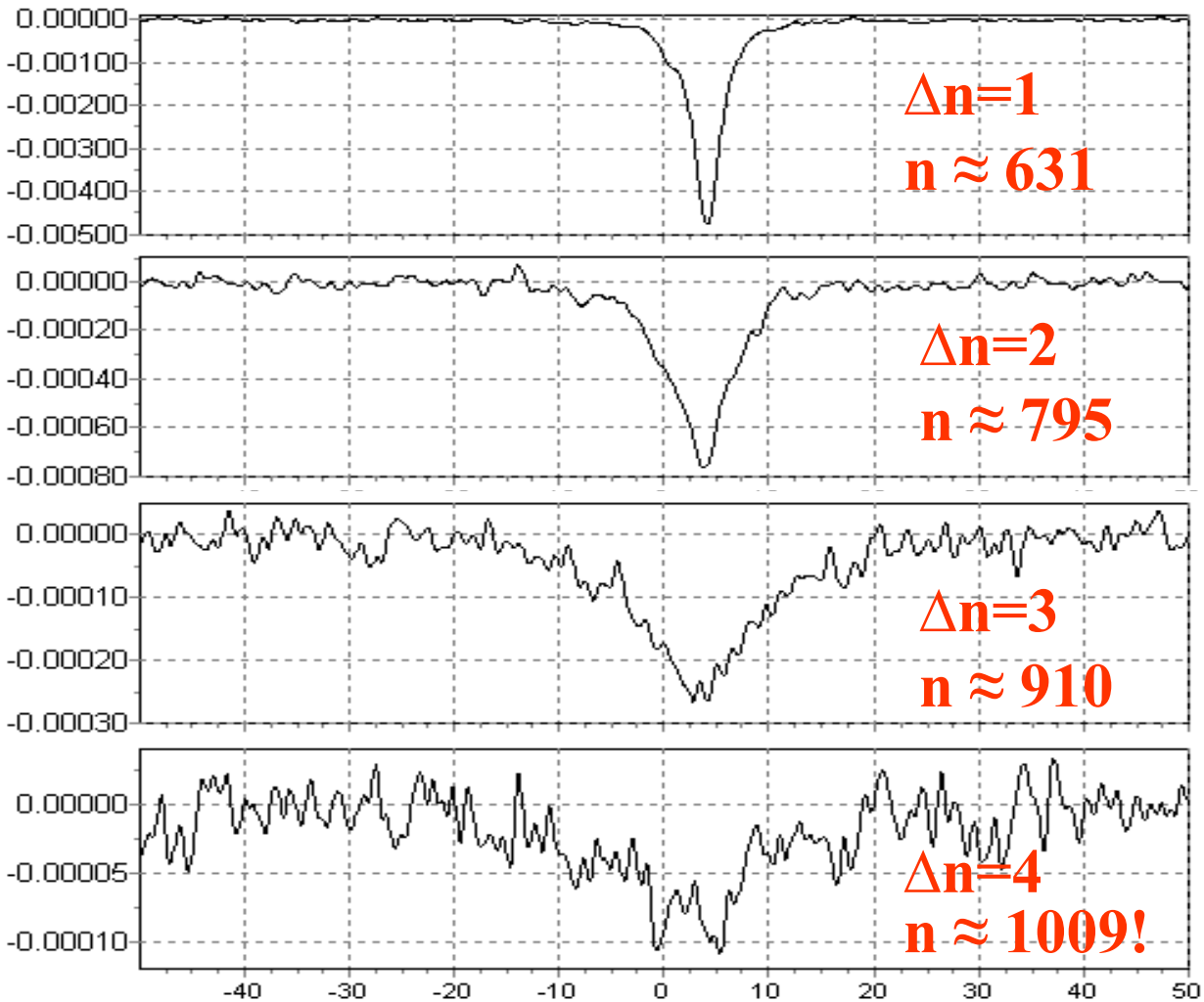
Cassini Spacecraft near Saturn (ESA-NASA Project)

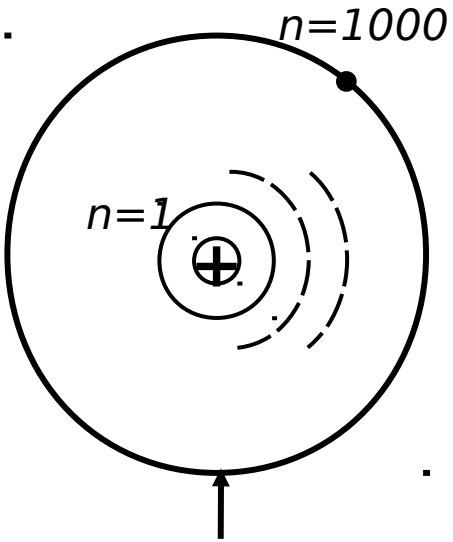


Відкриття випромінення нових пульсарів на низьких частотах, індивідуальних та аномальних імпульсів, а також їх тонкої структури



Відкриття рекордно високозбуджених (гігантських) міжзоряних атомів, спектральні лінії яких стали новим засобом прецизійної діагностики холодної космічної плазми (UTR-2, $\nu \approx 30$ MHz, $\Delta n = 1...4$, $n \approx 1009$) - 2007



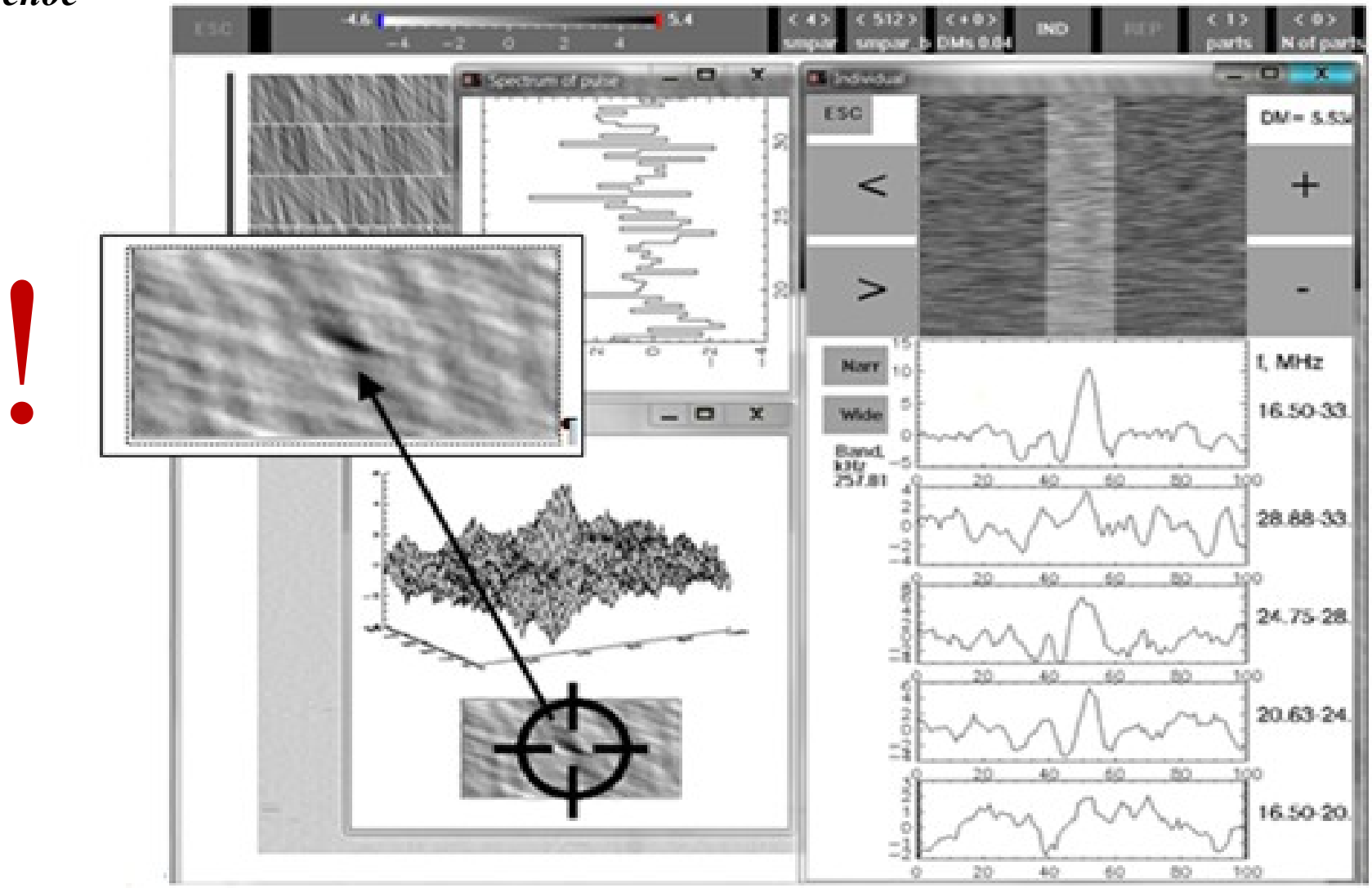


D ≈ 0.1 мм !

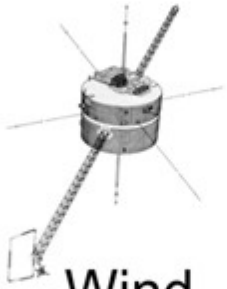
Konovalenko, Sodin, Nature, 1981; Stepkin et al., MNRAS, 2007

Відкриття імпульсного радіовипромінювання джерела невідомої природи (“транзієнта”) в Галактиці за допомогою УТР-2

(спостереження і обробка даних 2014 – 2017 рр., результати поки не опубліковані)



Сучасні засоби низькочастотної наземно-космічної радіоастрономії


Wind

Stereo

Cassini

Juno

SPACE: f < 10 MHz (NO IONOSPHERIC LIMIT):

f=0,1 – 30 MHz; ΔF=100 kHz; ΔT=100 ms

N ≈ 1; $A_{eff} \approx 100\ m^2$ **(!)**

$$\Delta S_{min} = 2kT / A_{eff}\sqrt{\Delta f \Delta \tau}\ ; \quad A_{eff} \approx N A_1 \approx N \lambda^2/4$$

GROUND: (UTR-2, URAN1…..URAN4,GURT); F ≥ 10 MHz (IONOSPHERIC LIMIT):

f=8-32 MHz (8-80 MHz); ΔF=1kHz; ΔT=1 μs

N=2040 (UTR-2); N_Σ=4500; A_{eff} (UTR-2)= 140 000 m^2 ; $A_{eff\Sigma} \approx 300\ 000\ m^2$ **(!)**

UTR-2

URAN-1

URAN-2

URAN-3

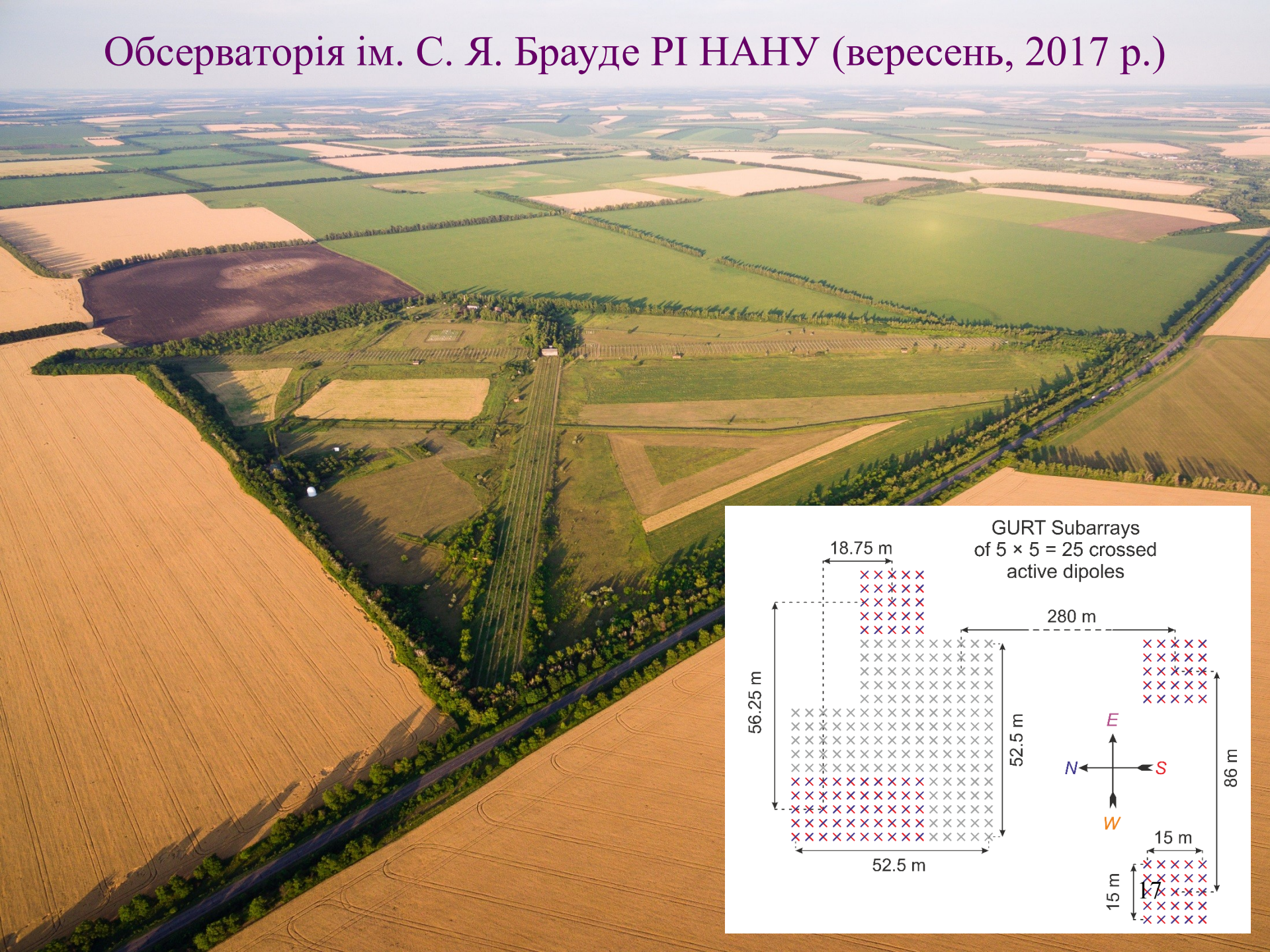
URAN-4

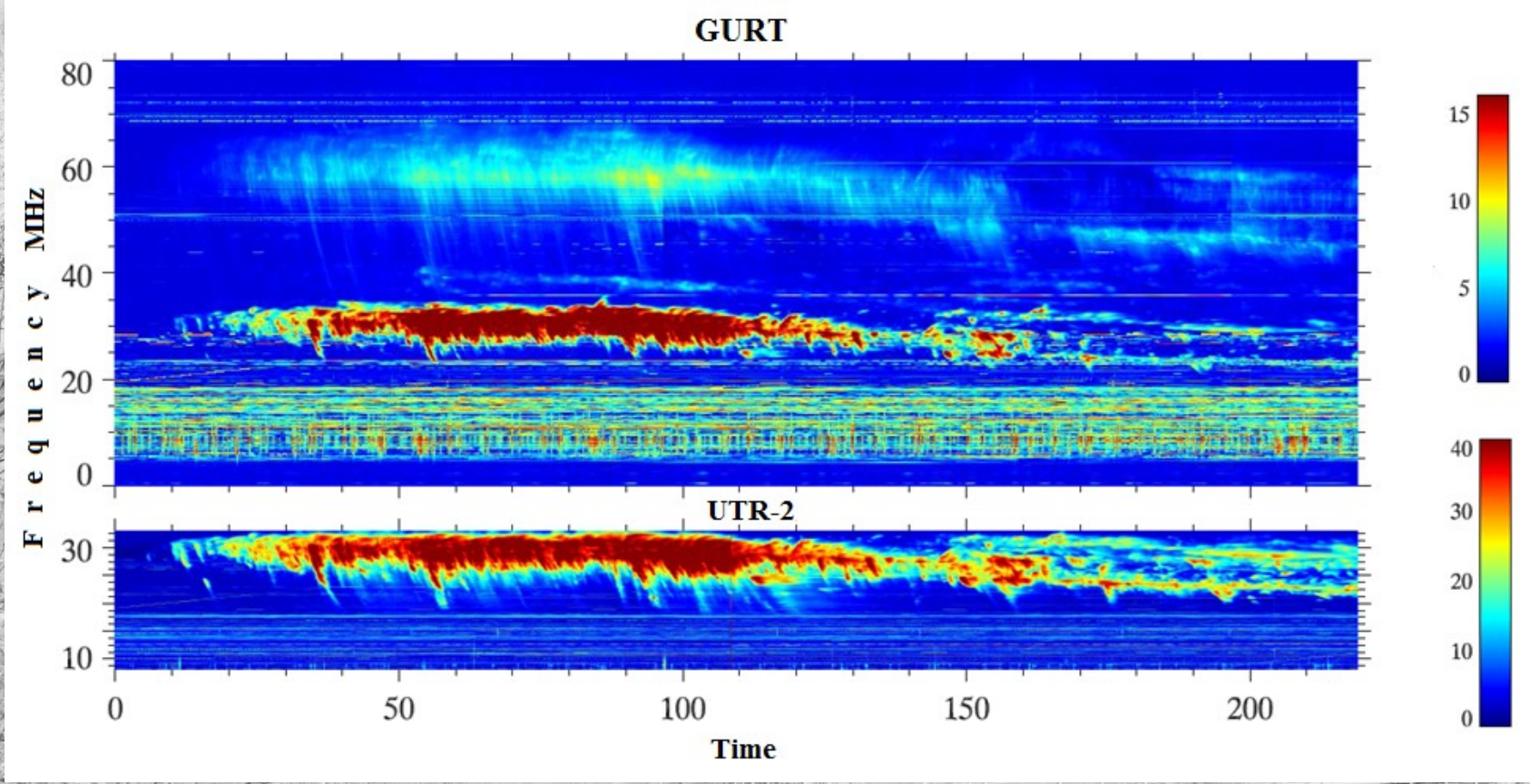
GURT

Додатковий радіотелескоп нового покоління ГУРТ поруч з радіотелескопом УТР-2 на обсерваторії ім. С.Я. Брауде

- ✓ **Діапазон частот – 8…80 МГц;**
- ✓ **Кількість схрещених елементів у субрешітці – 25,**
- ✓ **загальна кількість елементів, що встановлені – 550;**
- ✓ **потенційно можлива кількість елементів – до 10 000, що може забезпечити площу до 1 кв. км!**

Обсерваторія ім. С. Я. Брауде РІ НАНУ (вересень, 2017 р.)





Type II Solar bursts observed by GURT (top) and UTR-2 (bottom) on 25.07.2014. The start is 07:11:15 UT

Low-frequency radio telescopes in Europe (UTR-2, URAN-1, URAN-2, URAN-3, URAN-4, GURT, LOFAR, E-LOFAR, Nenu FAR, NDA)

LF: 10…30 MHz (dkm); 30…300 MHz (m)

ДЯКУЄМО ЗА УВАГУ!