

V. Efimenko, PhD,  
V. Lozitsky, DrSci  
Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv

### STATISTICAL PECULIARITIES OF 24<sup>th</sup> CYCLE OF SOLAR ACTIVITY

*Current 24<sup>th</sup> cycle of solar activity is anomalous if following aspects: 1) it had non-monotonous phase of grown, and on different times of this phase it demonstrated peculiarities of both middle and weak cycle, 2) peak of cycle was two-top, and second top was higher than first on about 15 units of averages Wolf's number (in old classification) that is maximum value for all previous cycles, and 3) temporal interval between first and second maximums of cycle was 26 months that is second value from all 24 cycles. As to index of integral distribution of sunspot diameters, it was found earlier that this index  $\alpha$ , in the average, equals about 6.0 for 7 previous cycles, in diameter range 50–90 Mm. New statistical analysis based on data for 2010–2015 allows to conclude that for 24<sup>th</sup> cycle  $\alpha \approx 5.8$ . Thus, dispersion of diameters of sunspots in 24<sup>th</sup> cycle is typical for majority of solar cycles.*

*Key words: Sun, solar activity, sunspots, integral distribution for diameters of sunspots, statistical peculiarities of 24<sup>th</sup> cycle.*

В. Єфіменко, канд. фіз.-мат. наук

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка

### АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА У 2015 р.

*Подано інформацію про роботу Астрономічної обсерваторії за 2015 рік. Висвітлено найважливіші події у житті обсерваторії та результати наукових досліджень.*

Інформація про роботу Астрономічної обсерваторії за 2014 рр. була подана у Віснику Київського університету [1]. Тут висвітлено результати наукових досліджень та найважливіші події у житті обсерваторії за 2015 рік.

У 2015 р. обсерваторія відзначила 170 річницю з часу заснування. Головним заходом стала наукова конференція присвячена цій даті. Важливою подією року став конкурс наукових тем на 2016–2018 рр. Астрономічна обсерваторія подала на конкурс три фундаментальні наукові теми: "Фундаментальна фізика та моделі високоенергетичних астрофізичних явищ", науковий керівник Жданов В.І.; "Космічні чинники земних катаклізмів. Спостереження, аналіз, інформатизація", науковий керівник Чурюмов К.І.; "Закономірності та аномалії сонячної активності та їх застосування для прогнозування космічної погоди", науковий керівник Криводубський В.Н. Результати конкурсу наукових тем були оголошені на початку 2016 року. Необхідну кількість балів набрали дві перші теми, які отримали фінансування на 2016–2018 рр.

**Структура та склад.** На початок 2015 р. в штаті Астрономічної обсерваторії працювало 56 осіб, з них співробітників, які беруть участь у виконанні НДР – 32, у тому числі докторів – 6, кандидатів наук – 16; інженерно-технічних працівників – 9, у тому числі кандидатів наук – 3; обслуговуючий персонал – 23; музей – 1. В науковій роботі брали участь викладачі, аспіранти та студенти кафедри астрономії та фізики космосу фізичного факультету.

У 2015 році структура обсерваторії не змінювалась – на кінець 2015 р. до її складу входили сектор астрометрії та малих тіл сонячної системи (зав. сектору канд. фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник Клецонок В.В.), відділ астрофізики (зав. відділу доктор фіз.-мат. наук, професор Жданов В.І.), сектор сонячної активності та сонячно-земних зв'язків (зав. сектору кандидат фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник Пішкало М.І.), а також 2 спостережні станції (с. Лісники Києво-Святошинського р-ну і с. Пилиповичі Бородянського р-ну Київської області).

Обсяг бюджетного фінансування у 2015 р. склав 3122.0 тис. грн., договірної – 200.0 тис. грн.

За результатами роботи працівниками обсерваторії у 2015 р. опубліковано 2 монографії, 1 навчальний посібник, 52 наукові статті, з них 12 у закордонних виданнях, проведено 2 наукові конференції, зроблено 71 доповідь на 10 конференціях.

У 2015 р. кандидатські дисертації захистили співробітники обсерваторії Пономаренко В.О. "Спектральні особливості вибраних комет сімейства Юпітера та довгоперіодичних комет зі зворотним рухом" (н.к. Чурюмов К.І.), Слюсар В.М. "Мікролінування віддалених джерел в багаточастинкових гравітаційно-лінзових системах: статистика кривих блиску" (н.к. Жданов В.І.) і аспірант Василенко А.А. "Особливості спектрів рентгенівського випромінювання активних ядер галактик в діапазоні енергій 0.5–250 keV" (н.к. Жданов В.І.).

**Тематика наукових досліджень.** Впродовж року виконувались бюджетні теми "Характеристики розподілу матерії у Всесвіті та властивості об'єктів", науковий керівник Жданов В.І., докт. фіз.-мат. наук, професор, зав. відділом (об'єм фінансування 1.303 тис. грн.), "Магнітна активність Сонця і сонячно-земні зв'язки у новому 24 циклі", науковий керівник Лоцицький В.Г., докт. фіз.-мат. наук, ст.н.с. (787.0 тис. грн.), "Фізичні та кінематичні характеристики малих тіл сонячної системи", науковий керівник Чурюмов К.І., докт. фіз.-мат. наук, член-кор. НАН України (1032.0 тис. грн.). Договірна тема "Темна енергія та темна матерія в астрофізичних об'єктах та космології" з Державним фондом фундаментальних досліджень, науковий керівник Парновський С.Л., докт. фіз.-мат. наук, професор, пров.н.с. (200.0 тис. грн.).

#### **Результати наукових досліджень.**

**Астрометрія та малі тіла сонячної системи.** На основі спільних з ГАО НАН України спостережень на астрометричному комплексі МАК складено каталог положень і зоряних величин зір в V полосі екваторіальної зони КМАС2.0, який нараховує 1 млн. 750 тис. зірок до 17 зоряної величини в системі Tucho-Hipparcos та забезпечує середню щільність близько 1400 зірок на квадратний градус (Клецонок В.В., Буромский М.І.). Створено каталог ліній мультиплетів заліза метеорів, із зазначенням термів, енергетичних рівнів і довжин хвиль ліній та побудовано діаграми Гротріана, які наочно пояснюють переходи, що супроводжують випромінювання в тому чи іншому мультиплеті. На основі цього каталогу вдосконалені методи обробки спектральних спостережень метеорів (Чурюмов К.І. з співавторами). Розроблено методи оптимізації ефективності телевізійних спостережень метеорів: статистичний метод уточнення визначення швидкості метеора за двома пунктами спостережень з використанням методу Монте-

Карло; емпіричний метод підвищення ефективності фотометричних вимірів динамічних об'єктів у телевізійних кадрах отриманих спостережними системами з нелінійним відгуком; метод геометричної оптимізації розміщення пунктів спостереження метеорів та вибору оптики; розроблено концепцію створення багатфункціонального мобільного телевізійного комплексу для спостережень метеорів (Козак П.М., Рожило О.О.). Створений електронний архів фотографічної склотеки обсерваторії з даними умов і параметрів спостережень та цифровими копіями зображень інтегровано до Об'єднаного цифрового архіву УкрВО та міжнародних баз даних (Казанцева Л.В.).

**Астрофізика.** Досліджено можливі джерела спостережуваних космічних променів найвищих (понад  $10^{20}$  eV) енергій з врахуванням модифікації спектру космічних променів внаслідок взаємодії з міжгалактичним магнітним полем та з фоном електромагнітного випромінювання. Серед потенційних кандидатів виділено молоді пульсари, які при народженні могли мати мілісекундні періоди, та гігантські спалахи магнетарів (Гнатик Б.І. з співавторами). Отримано нові дані про вміст та характеристики аерозолію над Києвом, оцінки зв'язку між варіаціями потоку космічних променів та динамікою аерозолію. Проаналізовані ряди даних про спектральну оптичну товщу аерозольного шару у атмосфері над Києвом, одержані за допомогою сонячних фотометрів міжнародної мережі AERONET протягом 2008–2014 рр. та виявлені основні риси її сезонних змін та трендів та негативний тренд вмісту аерозолів над Києвом протягом 2011–2014 рр. Виявлено основні джерела забруднення атмосфери над Україною аерозолем протягом літа 2010 р. за супутниковими даними із залученням даних AERONET (Данилевський В.О.). Побудовано нові моделі колективного руху галактик, які враховують як мультипольну структуру великомасштабного поля швидкостей, так і маси близьких аттракторів та падіння на них, а також, в інших варіантах, з урахуванням ефектів загальної теорії відносності. Моделі були застосовані для опрацювання нової вибірки даних щодо пекулярних рухів галактик з каталогу RFGC, що, однак, не привело до суттєвого покращення якості опису поля колективних швидкостей на відстанях до 100 Мпк. Отримані нові обмеження на значення космологічних параметрів та їх комбінацій з урахуванням нових даних про червоні зміщення, ширини ліній H I та фотометричні параметри. Було показано, що вони, а також значення швидкостей дипольної компоненти колективного руху добре узгоджуються з передбаченнями  $\Lambda$ CDM-моделі та результатами інших авторів (Кудря Ю.М.). Ревізовано спостережні перспективи щодо визначення моделей протяжного джерела та розподілу матерії з даних по гравітаційному лінзуванню; доповнено оцінки необхідної точності фотометричних спостережень. Продовжено розробку методів визначення коефіцієнтів підсилення точкового та протяжного джерела в околах каустики гравітаційно-лінзової системи, отримано аналітичні вирази для часу затримки. Отримано нові аналітичні співвідношення для автокореляційної функції мікролінзованого випромінювання з урахуванням ефектів хвильової оптики. Проаналізовано ефекти мікролінзування в автокореляційній функції потоку випромінювання віддаленого джерела, мікролінзованого як точковими масами, так і протяжними згустками темної матерії за наявності і без зовнішнього зсуву; встановлено, що зміна зовнішнього зсуву в інтервалі від 0 до 0.3 слабо впливає на автокореляційні функції кривих блиску (Жданов В.І., Александров О.М.). Розглянуто функції світності вибірки галактик з активним зореутворенням з врахуванням швидкої еволюції світності галактик на шкалі часу в  $\sim 10$  млн років, виявленої з залежності темпу зореутворення, нормованого на масу молодого зоряного населення, від віку спалаху. Показано, що функції світності галактик з активним зореутворенням у лінії H $\alpha$  та ультрафіолетовому континуумі не можуть бути описані функцією Шехтера. При порівнянні темпів зореутворення ізольованих галактик 2MIG та галактик у парах знайдено, що еволюційні процеси головним чином залежать від маси галактики, але спіральні галактики у парах мають менші значення темпу зореутворення при малих масах, а масивні галактики у парах мають вищий темп зореутворення, ніж ізольовані галактики (Парновський С.Л., Ізотова І.Ю.). У результаті комплексу статистичних досліджень, оснований на оригінальних вибірках, виявлено відмінності випромінювання галактик у залежності від оточення, що говорить про вплив оточення галактик на їх еволюцію. Показано, що темпи зореутворення в галактиках Маркаряна вищі, ніж в ізольованих галактиках (Мельник О.В.). З метою вивчення неоднорідності розподілу матерії у Всесвіті на великих червоних зміщеннях, в тому числі, небаріонної компоненти темної матерії, оцінено оцінки параметри двоточкових кореляційних функцій та спектру потужності розподілу квазарів, проведено оцінки спектру потужності контрасту густини матерії на основі вивчення Лайман-альфа лісу ліній поглинання в спектрах квазарів (Жданов В.І., Федорова О.В.).

**Фізика Сонця, сонячно-земні зв'язки.** На основі аналізу даних Сонячної обсерваторії імені Вілcoxа та даних проекту SOLIS встановлено, що у 24-му циклі сонячної активності у північній півкулі Сонця відбулася потрібна зміна полярності магнітного поля, а у південній – однократна (Пішкало М.І., Лейко У.М.). За матеріалами наземних спостережень сонячної фотосфери, а також міжнародних даних геомагнітної активності, отримані докази існування синхронних вікових варіацій напруженості магнітного поля, площі та протяжності великих сонячних плям, які разом з параметрами їх 11-річних варіацій і кореляційних зв'язків з геомагнітними індексами дозволяють прогнозувати геомагнітну збуреність у наступному циклі сонячної активності (Лозицька Н.Й., Єфіменко В.М.). На основі детального аналізу тонких спектральних ефектів в  $I \pm V$  та  $V$  профілях ліній Fe I 6301.5 та 6302.5 Å підтверджено факт існування особливо сильних субтелескопічних магнітних полів з напруженістю 8 кГс в тіні великих сонячних плям; у відповідних ділянках доплерівська швидкість є негативною (підйом плазми) і близькою до  $-2$  км/сек (Лозицький В.Г.). Проаналізовано спостереження фотосферних магнітних полів, проведені орбітальною обсерваторією Hinode у 2015 р., і встановлено, що дійсні напруженості магнітного поля у субтелескопічних силових трубках за межами сонячних плям знаходяться в межах 1.3–2.3 кГс (Лозицький В.Г., Ботигіна О.О.). Розрахунками в рамках двох моделей СКЗ встановлено, що в глибоких шарах конвективні комірки під дією обертання Сонця можуть закручуватися на досить великі кути, необхідні для вагомого негативного внеску спіральної турбулентності в сумарну турбулентну дифузію магнітного поля (Криводубський В.Н.). Знайдено параметри сонячних циклів після ревізії чисел Вольфа 2015 р. і на

основі аналізу кореляційних зв'язків між різними параметрами циклів обґрунтовано довгостроковий прогноз сонячної активності, згідно з яким мінімум 25-го циклу становитиме 8.3 у травні 2020 р., а максимум – 166.7 у листопаді 2024 р.– лютому 2025 р. (Пішкало М.І.).

#### Список використаних джерел

1. Єфіменко В.М. Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка у 2014 р. // Вісн. Київ. ун-ту. Астрономія. – 2015. – Вип. 1(52). – С. 57–58.

Надійшла до редколегії 10.03.16

В. Ефименко, канд. физ.-мат. наук

Астрономическая обсерватория Киевского университета имени Тараса Шевченко

#### АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ КИЕВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ТАРАСА ШЕВЧЕНКО В 2015 ГОДУ

*Приведена информация о работе Астрономической обсерватории за 2015 год. Освящены наиболее важные события в жизни обсерватории и результаты научных исследований.*

V. Efimenko, PhD

Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv

#### ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF NATIONAL TARAS SHEVCHENKO UNIVERSITY OF KYIV IN 2015

*The information on work of the Astronomical observatory for 2015. The basic results of scientific researches for 2015 are stated.*