

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ

З В І Т

ПРО РОБОТУ ВІДДІЛУ ФІЗИКИ СУБЗОРЯНИХ ТА ПЛАНЕТНИХ СИСТЕМ

У 2022 РОЦІ

**Завідувач відділу фізики субзоряних та планетних систем, д.ф.-м.н.  
Я.В.Павленко**

Київ – 2022

## **Співробітники відділу:**

Зав. відділу Павленко Яків Володимирович

в.о. гнс Відьмаченко Анатолій Петрович (сум.)

с.н.с. Овсак Олександр Степанович

с.н.с. Захожай Ольга Володимирівна

с.н.с. Крушевська Вікторія Миколаївна

н.с. Кузнецова Юліана Геннадіївна

с.н.с. Неводовський Петро Вікторович

м.н.с. Іванюк Олексій Михайлович

пр.н.с. Шемінова Валентина Андріївна

с.н.с. Любчик Юрій Петрович

с.н.с. Ющенко Володимир Олександрович

н.с. Камінський Богдан Мар'янович

г.н.с. Мороженко Олександр Васильович(на громадських засадах)

## НАЙВАЖЛИВІШІ РЕЗУЛЬТАТИ за 2022 рік

**Павленко Яків, Кулик Ірина, Шубіна Олена, Василенко Максим, Добричева Дар'я, Корсун Павло.**

Дослідники Головної астрономічної обсерваторії НАН України провели незалежний аналіз спостережень орбітального телескопа TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite). Використовуючи ці високоточні космічні дані, відкрили п'ять нових комет довкола зорі  $\beta$  Живописця. Це відкриття важливе для дослідження ролі малих тіл, таких як астероїди та комети, в еволюції планетних систем та, зокрема, нашої Сонячної системи. Результати цієї роботи були опубліковані у провідному фаховому журналі та добре сприйняті міжнародною науковою спільнотою, див. Scientific American

<https://www.scientificamerican.com/article/ukrainian-astronomers-discover-exocomets-around-another-star/>

**Захожай Ольга та ін.**

Було відкрито теплий супер-Юпітер навколо зорі HD 114082 на основі сигналу з періодом  $109.8 \pm 0.4$  доби з комбінованих даних радіальних швидкостей, розрахованих зі спектрів, отриманих на інструментах FEROS і HARPS, та однієї транзитної події у фотометрії TESS. Найкраще узгоджена модель вказує на супутник масою  $8.0 \pm 1.0 M_{\text{Jup}}$  з радіусом  $1.00 \pm 0.03 R_{\text{Jup}}$  на орбіті з великою напіввіссю  $0.51 \pm 0.01$  а.о. та ексцентриситетом  $0.4 \pm 0.04$ . HD 114082 b, можливо, наймолодша ( $15 \pm 6$  млн. років) і одна з трьох молодих ( $< 100$  млн. років) гігантських планет-супутників, для яких маса та радіус визначені спостережно.

**Овсаком О.** на основі публікацій 1995-2018 років систематизовано основні положення методу ефективної оптичної глибини, який може використовуватися для виконання аналізу даних спектрофотометричних вимірювань планет-гігантів з метою визначення ймовірної вертикальної структури та параметрів аерозольної складової в їх атмосферах. Підготовлено статтю й подано на розгляд редакції журналу.

**Овсаком О.** виконано аналіз даних спектрополяриметричних вимірювань безхмарного неба над Cabauw Experimental Site for Atmospheric Research (The Netherlands, CESAR,  $51^\circ 58.223' \text{ N}$ ,  $4^\circ 55.575' \text{ E}$ ), отриманих у 2013 році. Визначені ймовірні мікрофізичні параметри атмосферного аерозолю (середньо-геометричний радіус, дисперсія, дійсна частина показника заломлення аерозольних часток) та спектральні значення коефіцієнта відносного вкладу молекулярного розсіяння.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ПО ТЕМАХ ВІДДІЛУ за 2022 рік

### ВІДОМЧА ТЕМА № 407В Комплексні дослідження фізичних властивостей планетних систем та ультрахолодних карликів.

**Підготовка та проведення спостережень, обробка отриманих даних:**  
**Кузнєцова Ю.Г., Андрєєв М.В., Крушевська В.М., Захожай О.В.**

**1. Телескоп Celestron-14" XLT (Кузнєцова Ю.Г., Андрєєв М.В.):**

1.1 Проведення юстирувальних робіт на телескопі Celestron-14" та технічно-експлуатаційних робіт на куполі телескопа.

1.2 Обробка фотометричних даних екзопланетних систем, отриманих на телескопі Celestron-14" (ГАО) та телескопі Celestron-14" (спостережна станція Лісники).

1.3. Фотометричні спостереження на телескопі Celestron-14" транзитної екзопланетної системи HD189733; тестові спостереження штучних супутників Землі.

**2. Крушевська В.** Фотометричні *UBVRI*- спостереження на 60-см телескопі системи Касегрен АІ САН, Татранська Ломниця, Словаччина (відповідальний - Шугаров С.Ю.):

- нова зоря CRTS J164950.4+035835 (квітень — травень, 4 ночі)

- карликова нова зоря TCR J06015731+3903527 (вересень, 5 ночей).

**3. Кузнєцова Ю., Крушевська В.** Обробка фотометричних даних карликової нової зорі TCR J06015731+3903527.

**4. Кузнєцова Ю., Крушевська В.** Спектральні спостереження транзитних екзопланетних систем та планет-гігантів Сонячної системи на 2-м телескопі Zeiss-2000 в листопаді 2022 р. (обсерваторія піку Терскол). Подано заявку на спектральні спостереження на I півріччя 2023 р.

**5. Кузнєцова Ю., Крушевська В., Андрєєв М.В.** Підготовлено та подано проект для проведення спектروفотометричних спостережень «Physical Processes in systems of WZ Sge eclipsing binaries and stars with exoplanets» на 2-м Liverpool Telescope та 4.2-м William Herschel telescope.

**6. Захожай О.** Спостереження на 2.2 метровому телескопі обсерваторії La Silla: Багато ночей - підтримка сервісних спостережень. Загалом у 2022 році (з 1.01 по 16.11.2022 р.) було отримано 721 спектр на інструменті FEROS для програми Radial Velocity Survey for Planets around Young stars (RV-SPY), було використано >140 годин спостережного часу (експозиційного часу). Написано та подано спостережні заявки для отримання спостережного часу на 2.2м телескопі обсерваторії La Silla (ESO), Чилі у періоди p110 (жовтень 2022 р. - березень 2023 р.) та p111 (квітень 2023 р. - вересень 2023 р.). Необхідний спостережний час на ці періоди отримано.

**Протягом 2022 року по темі № 407В отримано такі результати.**

Під керівництвом **Захожай О.** міжнародним колективом відкрито теплий супер-Юпітер біля HD 114082 на основі сигналу з періодом  $109.8 \pm 0.4$  доби в комбінованих даних радіальних швидкостей, розрахованих зі спектрів, отриманих на інструментах FEROS і HARPS, та однієї транзитної події у фотометрії TESS. Найкраще узгоджена модель вказує на супутник масою  $8.0 \pm 1.0 M_{\text{Jup}}$  з радіусом  $1.00 \pm 0.03 R_{\text{Jup}}$  на орбіті з великою напіввіссю  $0.51 \pm 0.01$  а.о. та ексцентриситетом  $0.4 \pm 0.04$ . HD 114082 b - можливо, наймолодша ( $15 \pm 6$  млн. років) і одна з трьох молодих ( $< 100$  млн. років) гігантських планет-супутників, для яких маса та радіус визначені спостережно.

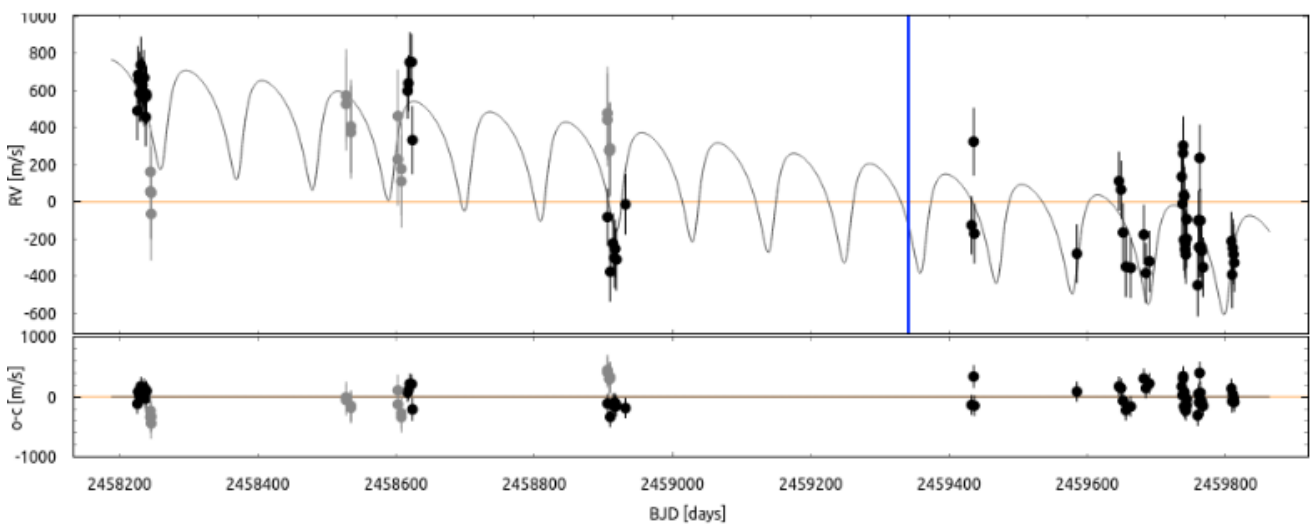


Рис. 1. Часовий ряд ряду RV для HD 114082. Дані FEROS від RVSPY показані чорними колами. RVs обчислено з загальнодоступних даних. Спектри HARPS показані сірими кружками. Смуги помилок вказують на ймовірний прояв активності. Суцільна сіра лінія показує модель, яка найкраще підходить (див. параметри в таблиці 2), а вертикальна синя лінія вказує на час спостережуваного транзиту. Нижня панель показує О-С.

**Овсак О.** Виконав модельний аналіз даних спектро-поляриметричних вимірювань безхмарного неба над Cabauw Experimental Site for Atmospheric Research, наведених у роботі G. van Harten et al. Atmospheric aerosol characterization with a ground-based SPEX spectropolarimetric instrument; doi:10.5194/amt-7-4341-2014.

Методом моделювання спектральних фазових залежностей ступеню лінійної поляризації (DoLP) штучного газово-аерозольного середовища підібрані ймовірні мікрофізичні параметри атмосферного аерозолу (середньо-геометричний радіус, дисперсія та дійсна частина показника заломлення аерозольних часток), коефіцієнт відносного вкладу основної аерозольної моди й визначені спектральні значення

коефіцієнта відносного вкладу молекулярного розсіяння.

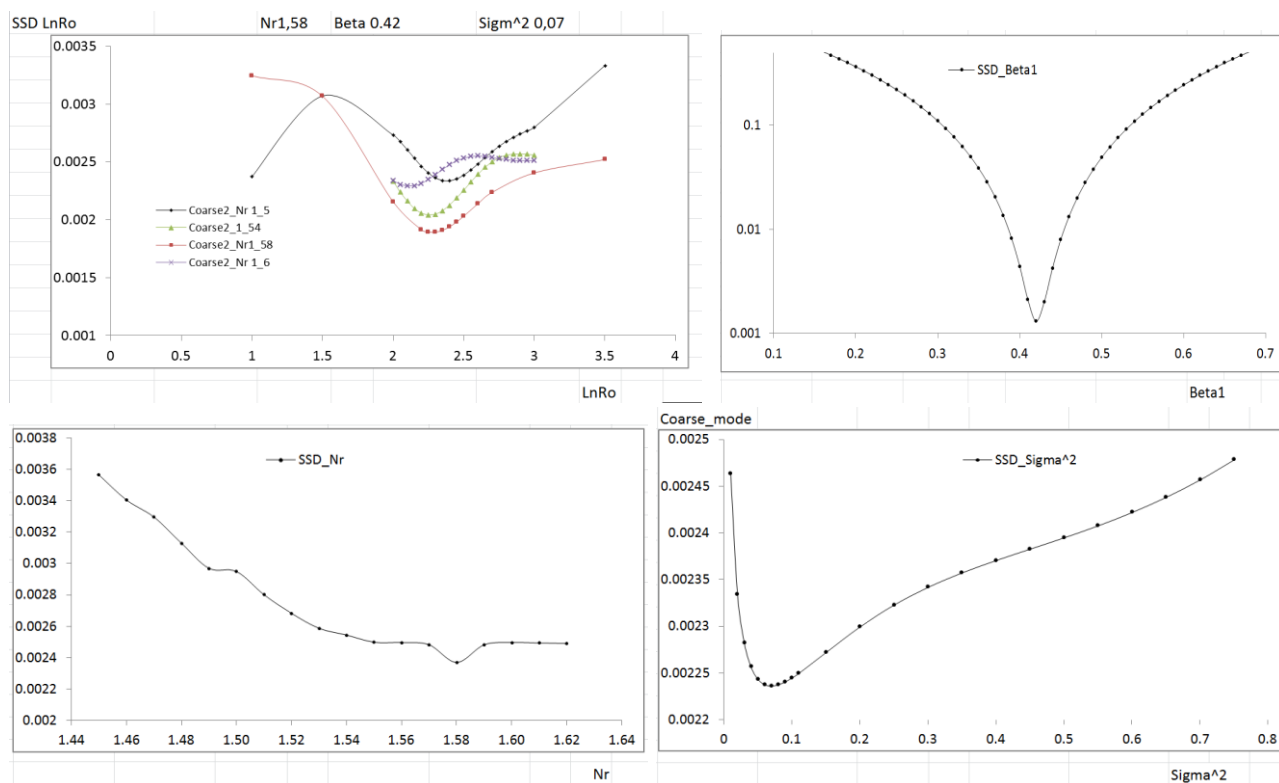


Рис. 2. Приклади мінімізації різничної функції (SSD) при підборі параметрів грубо-дисперсного аерозолі: середнього геометричного радіусу часток ( $\text{LnRo}$ ); дисперсії функції розподілу за розмірами ( $\text{Sigma}^2$ ); дійсної частини показника заломлення ( $\text{Nr}$ ) та параметра відносного вкладу газового розсіяння  $\text{Beta1}$  на довжині хвилі 870 нм.

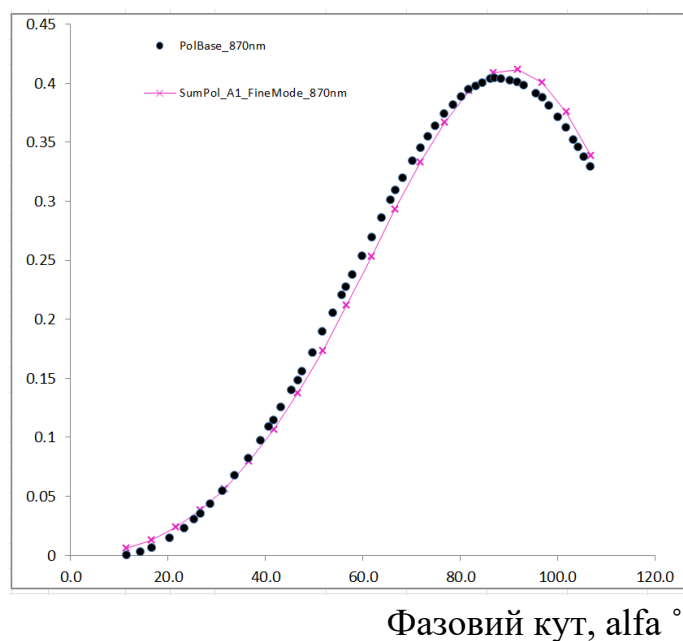


Рис. 3. Фазові залежності ступеню лінійної поляризації (DoLP) безхмарного неба та модельного газОВО-аерозольного середовища на довжині хвилі 870 нм. Позначення: чорні кружки – дані вимірювань над CESAR, 2013 рік, рожеві хрестики – розрахована характеристика модельного газОВО-аерозольного середовища з підібраними параметрами його аерозольної складової та параметра відносного вкладу газОВОГО розсіяння.

**Неводовський П.** підготовлено обґрунтування щодо проведення космічного експерименту з дистанційного дослідження аерозольної компоненти стратосфери Землі. - (Конф. ПБФ КПІ). Проводилася робота з підготовки матеріалів до включення нашої роботи у кластер “Клімат, енергетика та мобільність”, ключового напрямку 2: Глобальні виклики та європейська індустріальна конкурентоздатність - робочої програми для тематичних напрямів «Горизонт Європа».

Проведено підготовчі роботи для включення макету бортового УФП до складу мікросупутника — КПІ. Проводиться розробка алгоритму побудови космічного експерименту з дослідження стратосферної компоненти Землі за допомогою ультрафіолетОВОГО піко-поляриметра.

**Любчик Ю.П., Павленко Я.В.** дослідили системи смуг молекули NaH в спектрах зір пізніх спектральних класів. В ході роботи було проведено моделювання поглинання випромінювання системами смуг молекули NaH в атмосферах зір пізніх спектральних класів. Розрахунки синтетичних спектрів з параметрами моделей атмосфер, які описують М зорі, демонструють, що смуги ліній цієї молекули утворюють помітні спектральні деталі приблизно однакової інтенсивності на довжинах хвиль від приблизно 3800Å до майже 11000Å.

В розрахунках використовувались нещодавно розраховані параметри молекули NaH з бази даних Exomol (<http://exomol.com>), а також нове значення потенціалу дисоціації цієї молекули  $D_0=1.975$  (Le Roy, 2013) . Були розглянуті залежності розрахованих розподілів енергії від потенціалу дисоціації молекули NaH та від параметрів зоряної атмосфери ( $T_{\text{eff}}$ ,  $\log g$ ,  $[\text{Fe}/\text{H}]$ ). Аналіз синтетичних спектрів продемонстрував, що лінії молекули NaH слабшають із зростанням температури та зменшенням сили тяжіння в атмосфері зорі. Тобто, ліній гідриду натрію неможливо спостерігати ні в зорях з ефективними температурами, що відповідають раннім М зорям, ні в М гігантах. Лінії молекули NaH мають проявлятися лише в спектрах холодних карликів, хоча сильне поглинання іншими молекулами (TiO, CrH, FeH) в видимій та близькій інфрачервоній області спектру та поглинання атомами в синій ділянці ускладнюють детектування ліній NaH. Відтворено розподіл енергії в спектрі червоного карлика VB 10 (M8V) в синій області спектру (Рис. 4.).

В роботі показано, що при нормальних умовах та близькому до сонячного хімічному складі, молекули NaH лише вносять додаткову складову в непрозорості спектрів холодних зір карликів та субзоряних об'єктів.

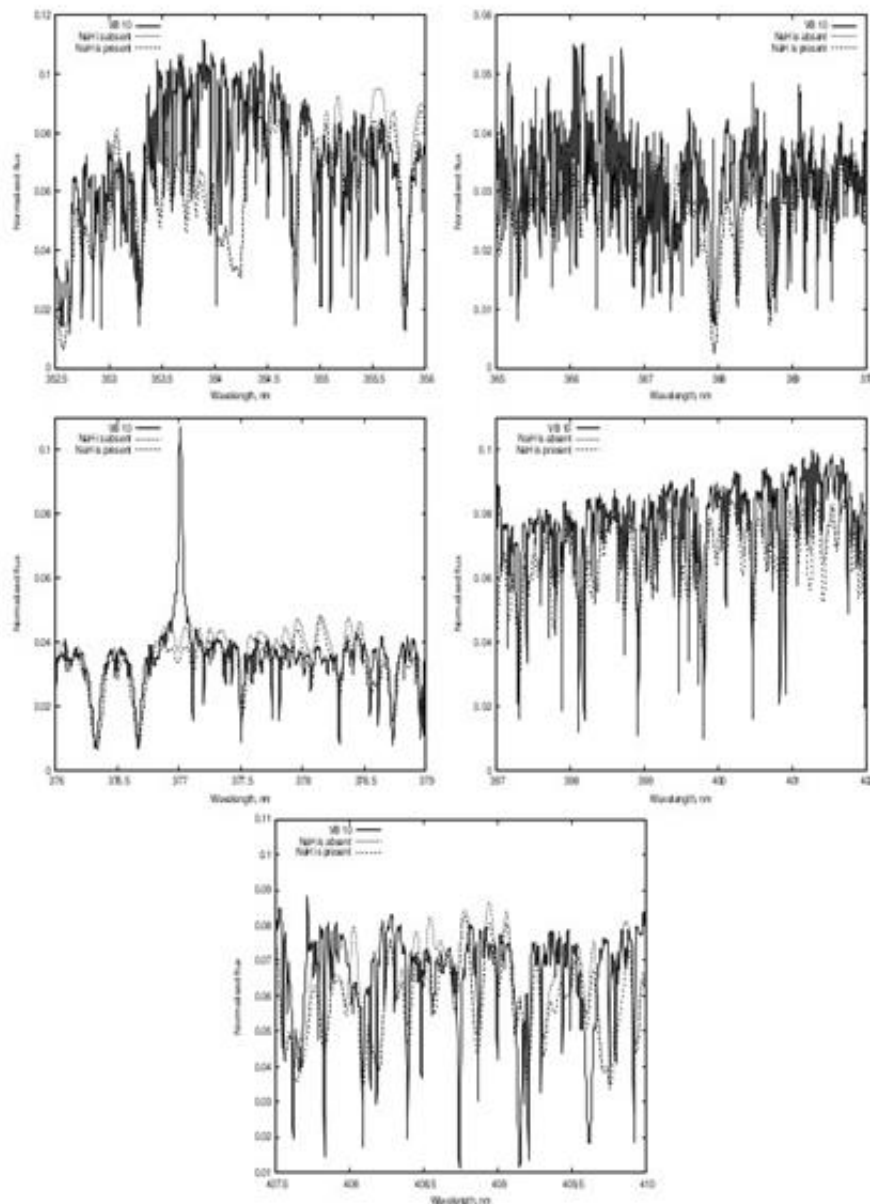


Рис. 4 Порівняння спостережного спектру VB10 (M8V) та синтетичних спектрів, розрахованих з врахуванням молекул TiO, MgH, SiH, AlH, NaH та атомних ліній в окремих ділянках спектру. Модель атмосфери  $T_{\text{eff}} / \log g / [\text{Fe}/\text{H}]$ : 2800/5.0/0.0,  $v \sin i = 10$  км/с.

**Павленко Я.В., Любчик Ю.П.** у складі інтернаціонального колективу дослідили лінії молекули AlH в синій частині спектру Proxima Centauri. Для аналізу синьої частини спектра (4000-4500Å) зорі Proxima Centauri (M5.5V) був застосований нещодавно обрахований список ліній молекули AlH з сайту ExoMol (<http://exomol.com>). Порівняння спостережного та розрахованого спектрів



дозволило ідентифікувати велику кількість ліній АН. В деяких спектральних ділянках, наприклад, 4065-4090 та 4240-4280А вони домінують як за кількістю, так і за інтенсивністю над іншими спектральними лініями. Молекула АН вважається “легкою” і тому в спектрі Proxima Centauri спостерігається набір сильних та добре просторово розділених ліній, навіть в головах її молекулярних смуг.

Порівняння теоретичних розрахунків із спостережуваним спектром підтверджує високу точність списку ліній ExoMol, з точки зору відповідності довжин хвиль та інтенсивності, принаймні для випадків переходів між рівнями нижньої обертальної енергії збудження. Структура молекулярних смуг АН добре узгоджується зі спостереженнями в значному спектральному діапазоні. Вони мають чітко визначену структуру, що складається з окремих ліній, які не утворюють бленд в спектрах високої роздільної здатності.

Разом з цим були виявлені деякі широкі лінії в спостережуваному спектрі Proxima Cen як лінії АН, утворені переходами між рівнями з вищими J. Ці лінії зміщені відносно передбачених в ExoMol довжин хвиль, і ми окремо обчислювали енергетичні поправки для рівнів обертання станів А1П  $v = 1$  і  $v = 0$  для відтворення спостережуваних довжин хвиль.

Ця робота показала, що справжні зоряні спектри високої роздільної здатності є чудовим інструментом для перевірки результатів складних квантово-механічних розрахунків і можуть служити джерелом уточнення лабораторних даних: не лише позиції лінії, а й інформації про розширення ліній. Зокрема, емпіричне визначення швидкості радіаційного затухання для більшої кількості ліній АН методом моделювання спектрів зір буде дуже корисним, особливо для ліній, недоступних у спостережному спектрі. Для цього будуть корисні навіть спектри не дуже високої роздільної здатності, що охоплюють спектральний діапазон порядку сотні ангстрем, але з чітко визначеним плоским континуумом і з високим співвідношенням сигнал/шум.

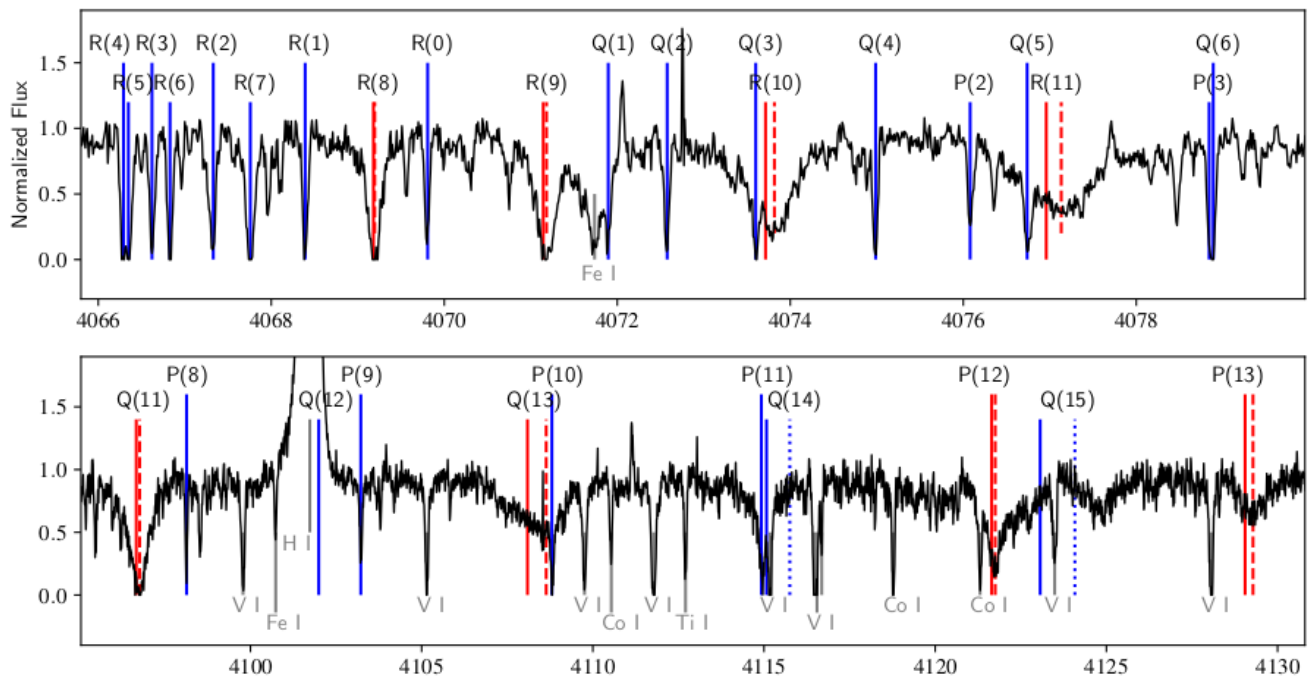


Рис. 5. Спектр Proxima Cen у спектральному діапазоні, що охоплює окремі частини 27 АН А 1 П – X 1  $\Sigma$  + 1-0 (дві верхні панелі) смуги. Червоним кольором пофарбовані лінії дифузного характеру. Вертикальними лініями позначені розраховані положення ліній, а штриховими — спостережувані позиції. Екстрапольовані та дуже невизначені положення ліній 1-0 Q(14) і Q(15) на другій панелі зверху позначені пунктирними лініями.

**Шемінова В.А.** продовжила дослідження вмісту елементів, які утворюються в процесі повільного захоплення нейтронів (s-процес). Відомо, що згідно аналізу вмісту галактичних відкритих скупчень, значення  $[Ba/Fe]$  підвищується до +0.7 dex в самих молодих скупченнях (<100 млн. років) по відношенню до  $[Ba/Fe]=0.0$  dex в скупченнях сонячного віку. Цей факт неможливо пояснити ні ефектами НЛТР, ні зірковим нуклеосинтезом. Також було виявлено підвищення Sr, Y і Zr на +0.3 і +0.5 dex, і слабе підвищення La, Ce, Nd і Sm зі зменшенням віку. Тренд  $[Ba/Fe]$  з віком зір є найбільш очевидний і являє, так звану, бар'єву загадку. Нещодавні дослідження виявили позитивну кореляцію між індексом активності зірки та їх значеннями  $[Ba/Fe]$ . Однак, головоломка Ba все ще залишається нерозгаданою.

Ціль даного дослідження прослідити вміст Ba та Cu, Sr, Y, Zr, La, Ce у зірках сонячного типу різного віку. Стимулом послужило кілька факторів. По-перше, наявність наших результатів по дослідженню зір сонячного типу, отриманих раніше, дозволяє виконати більш точніший хімічний аналіз зір. По-друге, попередні наші визначення  $[Ba/Fe]$  та ін. елементів у молодих відкритих скупченнях, показали перевищення Ba, але ми не змогли пояснити цей факт. Тому

цей новий аналіз дасть змогу уточнити відому інформацію та використати отримані дані для подальшого дослідження загадки Ba.

В поточному році уже визначено вміст Fe та s-елементів, таких як Ba, Cu, Sr, Y, Zr, La, Ce, для Сонця та 7 зір сонячного типу, використовуючи диференціальний метод від лінії до ліній з урахуванням надтонкої та ізотопної структури. Всього задіяно 29 спектральних ліній. Робота продовжується. Ще залишилось виконати аналіз для 5 зірок.

### **Ющенко В.А.:**

1) На доповіді Генеральній Ассамблеї Міжнародного Астрономічного Союзу 2-11 серпня 2022 р. була представлена робота з дослідження радіоактивних елементів з коротким та довгим періодом напіврозпаду. Також можна розділити їх на елементи для яких є сили осциляторів і для яких ми можемо визначити вміст елемента в атмосфері зорі та елементи для ідентифікації котрих ми маємо лише довжини хвиль. В роботі показується актуальність проблеми та питання походження радіоактивних елементів.

2) На доповіді, що проходила на Гамовській конференції представлена робота з дослідження хімічного складу зорі HIP13962, та дослідження інших зірок різних типів і пошук та дослідження в них радіоактивних елементів.

3) Робота у Kinematics and Physics of Celestial Bodies, 2022

Зірка була у подвійній системі з іншою зіркою, що вибухнула як наднова. Після цього вибуху зірки розлетілись у різні боки, та зоря HIP13962 була забруднена елементами, що утворились внаслідок вибуху. Саме через це ця зірка дуже цікава для вивчення її хімічного складу.

4) Друга рецензія роботи в Astrophysical Journal. В цій роботі досліджується зірка HD47536, та інші зорі. Вивчається також вміст 10 елементів у 932 зірках, взятих з опублікованих досліджень різних авторів. Це потрібно для майбутніх досліджень з вивчення спостережних ефектів дефіциту елементів з потенціалом іонізації близької до потенціалу іонізації водню.

**Камінський Б., Павленко Я.** у складі інтернаціонального колективу завершили аналіз оптичних та інфрачервоних спектрів рекурентної нової V3890 Sgr, отриманих до та після спалаху, що відбувся в серпні 2019р. Отримано параметри атмосфери червоного гіганта, що входить в систему; зроблена оцінка металічності зорі, визначено вміст, та відношення ізотопів вуглецю, проведено аналіз ліній молекули SiO, виявлено наявність пилової оболонки в системі, та визначено її температуру, проведено аналіз емісійних ліній.

**Іванюк О.** Продовжив аналіз вибірки зі 111 спектрів молодих зір пізніх спектральних класів із пиловими дисками для визначення вмісту Li I, Al I, Ca I, C I, Co I, Cu I, Cr I, Fe I, Fe II, Mg I, Na I, Mn I, Ni I, O I, Sc II, Si I, Ti I, Ti II, V I, Zn I. вміст елементів в зорях сонячного типу, в тому числі компонентах кратних систем.

**Крушевська В.** Проведено детальній аналіз фотометричних даних карликової нової зорі типу WZge ASASSN-19oc. Пораховано колор-індекси, середню колірну температуру на початку спалаху та на стадії спаду яскравості, швидкість зміни періоду з часом, а також значення O - C для екстремумів ординарних надгорбів.

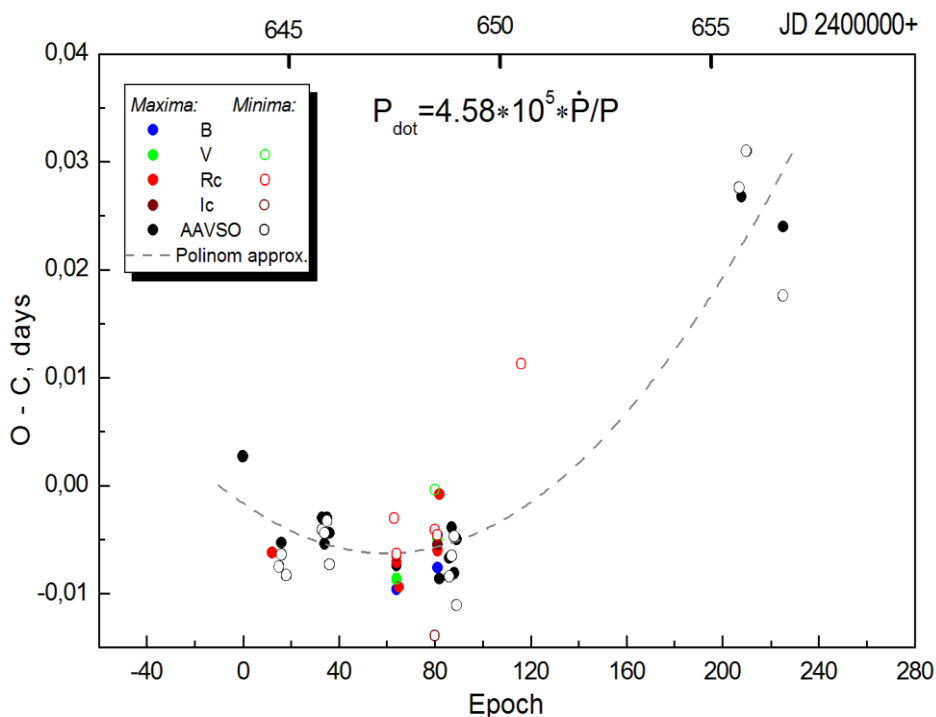


Рис. 6. Крива O – C для звичайного екстремума надгорбів по часу

Проведено обробку даних фотометричних спостережень нової зорі CRTS J164950.4+035835, по результатах уточнено період коливань,  $P = 0.06922$  доби. Також проводилася обробка фотометричних даних класичної нової зорі V606 Vul. Взято участь у підготовці статті «Superoutbursts of WZ Sge-type dwarf nova V627 Pegasi lacks an early superhump phase».

**Кузнєцова Ю.** Продовжено роботу по аналізу фотометричних даних екзопланетних систем HD68988 та HD168746 за темою «Дослідження змін хромосферної активності зір під впливом близьких масивних екзопланет».

Переоброблено та проаналізовано частину спектрів довгоперіодичної затемненої системи eps Aurigae, отриманих до та під час дворічного затемнення 2009-2011 рр.

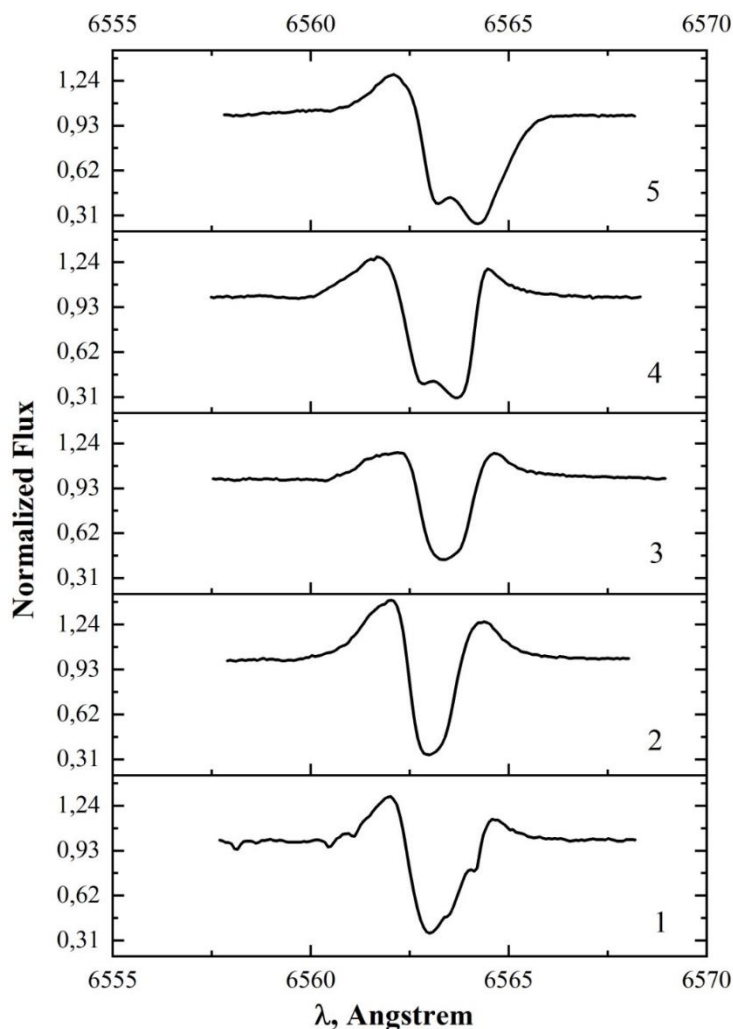


Рис. 7. Еволюція профілів лінії Na затемненої системи eps Aug за період травень 2008 – березень 2010. Нумерація спектрів: 1) 24.05.2008, 2) 15.12.2008, 3) 01.05.2009, 4) 22.12.2009, 5) 20.03.2010.

**Відьмаченко А.П.** Зміна підсонячної точки у магнітосфері Юпітера за орбітальний період на кут більше  $26^\circ$  викликає сезонні зміни характеристик атмосфери. А ексцентриситет орбіти призводить до більше ніж на 21% припливу енергії до північної півкулі. Наш аналіз спостережних даних за 1960-2022 рр. показав, що відношення відбивних характеристик північних і південних помірних і тропічних регіонів  $A_J = B_N / B_S$  добре описує зміни атмосферних процесів на Юпітері, під час обертання навколо Сонця за 11.87 років. Раніше ми виявили, що у 1960-1995 та

на 2-м телескопі обсерваторії на піку Терскол. Представлені спектральні спостереження Epsilon Aurigae були проведені в період з травня 2008 по травень 2009 на стадії перед затемненням, в грудні 2009 на початку затемнення і в березні 2010 вже на стадії затемнення. За результатами спостережень проведено аналіз змінності профіля лінії Na та деяких інших спектральних ліній перед затемненням і під час затемнення. Виявлено довготривалі варіації профілів лінії Na (рис.7). По результатах роботи подано статтю у фаховий журнал "Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Астрономія".

2012-2019 рр. між змінами фактору активності  $A_J(t)$ , варіаціями сонячної активності (СА) та моментами проходження планети перигелію та афелію орбіти кореляція була кращою за 80%, і всі ці зміни були синхронізовані. З 1995 по 2012 рр. відбулося "розбалансування" в періодичності зміни цих параметрів. Але після 2012 р. зміни величини припливу енергії від Сонця до різних півкуль Юпітера через варіації СА та витягнутість орбіти – знову стали синхронізованими. Отримані нами результати обробки даних про зміни блиску півкуль Юпітера у 2019-2022 роках (рис.8), підтвердили стійкість відновлення ходу синхронізації періодичності у зміні  $A_J(t)$ , орбітального періоду та періодів СА.

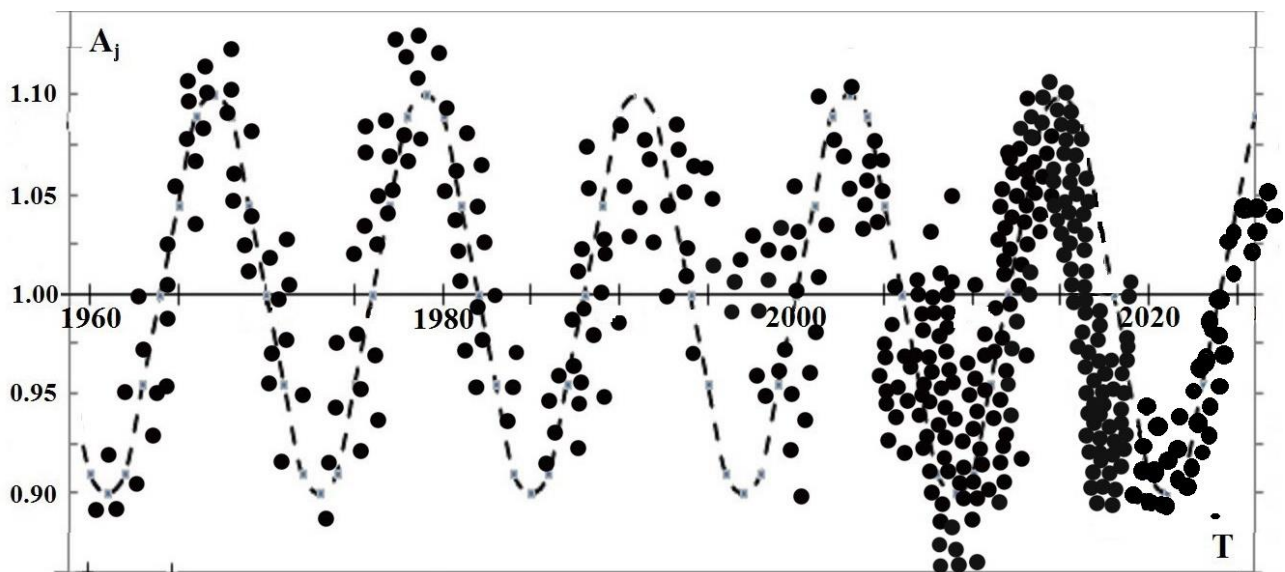


Рис. 8. Зміни фактору активності півкуль Юпітера  $A_J$  за період 1960-2022 рр.  
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022msip.conf...75V/abstract>

## Роботи по темі 434Д. ВИЯВЛЕННЯ ТА АНАЛІЗ КОМЕТНОЇ АКТИВНОСТІ В ПОЗАСОНЯЧНИХ ПЛАНЕТНИХ СИСТЕМАХ

Опублікована стаття дослідників Головної астрономічної обсерваторії НАН України, які провели незалежний аналіз спостережень орбітального телескопа TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite), використовуючи ці високоточні космічні дані відкрили п'ять нових комет довкола зорі  $\beta$  Живописця. Це відкриття важливе для дослідження ролі малих тіл, таких як астероїди та комети, в еволюції планетних систем та, зокрема, нашої Сонячної системи. Результати цієї роботи були опубліковані у провідному фаховому журналі.

## **Робота зі студентами - Кузнєцова Ю., Крушевська В.**

1. Керівництво при підготовці кваліфікаційної роботи бакалавра студента 4 курсу Київського національного університету імені Т.Шевченка Андрієва Юрія Тарасовича за темою «Фотометрична змінність екзопланетних систем різних типів». Науковий керівник – Крушевська В., науковий консультант – Кузнєцова Ю.
2. Проведення зимової науково-виробничої практики за фахом студента 5 курсу Андрієва Ю.Т. (листопад-грудень 2022 р.) в ГАО НАН України. Науковий керівник – Кузнєцова Ю.

## **Науково-популяризаційна діяльність відділу - Кузнєцова Ю.**

1. Проведення волонтерських лекцій з астрономії в проєкті #МирніВечорниці (#PeacefulGatherings) на платформі бібліотеки НТУ України "КПІ ім. Ігоря Сікорського".
2. Викладання астрономії в МАН України для дітей різних вікових категорій.
3. Проведення науково-популярних лекцій онлайн [#Science4Kids](#) на платформі організації INSCIENCE для українських дітей, що перебувають наразі в країнах Європи або залишилися в Україні (відеозаписи лекцій <https://inscience.io/en/science4kids/#video>).

Загальні показники друкованої продукції установи

Монографії		Підручники, навчальні посібники, кількість	Довідники, науково- популярна література, кількість	Опубліковані брошури, рекомендації, методики, кількість	Статті, кількість				Тези, кількість
Кількість	Обсяг (обл.- вид. арк.)				у вітчизняних виданнях	у зарубіжних виданнях	у препринтах	у наукових фахових журналах (вітчизняних і зарубіжних), що входять до міжнародних баз даних	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	-	1	-	-	2	1	2	10	31



**ФОРМА VIII-4**

**Публікації установи у виданнях, які індексуються у міжнародних наукометричних базах даних**

Вид публікації	Публікація	Код бюджетної програми, в межах якої підготовлена публікація	Наукометрична база даних, в якій проіндексовано журнал	Квартіль наукового журналу (Q) для статей	Адреса публікації
Зазначити вид публікації (монографія, підручник, збірник наукових праць, науково-популярне видання, стаття тощо)	Вказати авторів, назву публікації та видання, в якому вона розміщена, мовою оригіналу	Зазначити код бюджетної програми (КПКВК 6541030, 6541140, 6541230)	Зазначити назву наукометричної бази даних (Scopus або WoS)	Зазначити квартал журналу (Q1;Q2, Q3;Q4) наукового журналу, визначений відповідною базою даних (за наявності)	Вказати адресу (DOI або URL) публікації в інтернеті
Підручник	Бойко В.В., Відьмаченко А.П., Гуменюк Я.О., Залоїло І.А., Ільїн П.П., Малюта М.В., Чорній В.П. Фізичний практикум.	1210			

	<p>Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт в змішаному та дистанційному режимі. Київ. Видавничий центр НУБПІ України. -340 с., 2022</p>				
Стаття	<p>Pavlenko, Y.V.; Tennyson, J.; Yurchenko, S.; Schmidt, M.R.; Jones, H.R.A.; Lyubchik, Y.; Suárez M.A. AlH lines in the blue spectrum of Proxima Centauri. MNRAS, Volume 516, Issue 4, pp.5655-567, 2022</p>	1210	Scopus	Q1	DOI: <a href="https://doi.org/10.1093/mnras/stac2588">10.1093/mnras/stac2588</a>
Стаття	<p>Pavlenko, Ya.; Kulyk, I.; Shubina, O.; Vasylenko, M.; Dobrycheva, D.; Korsun, P. New exocomets of <math>\beta</math> Pic. Astronomy &amp; Astrophysics, 2022, Volume 660, id.A49, pp.</p>	1210	Scopus	Q1	DOI: <a href="https://doi.org/10.1051/0004-6361/202142111">10.1051/0004-6361/202142111</a>

Стаття	Rushton, M. T.; Woodward, C. E.; Gehrz, R. D.; Evans, A.; Kaminsky, B.; Pavlenko, Ya V.; Eyres, S. P. S. Rise and fall of silicate dust in RS Ophiuchi following the 2006 eruption. MNRAS, Advance Access, 517.2526R, 2022	1210	Scopus	Q1	DOI: <a href="https://doi.org/10.1093/mnras/stac2771">10.1093/mnras/stac2771</a>
Стаття	Kaminsky, B.; Evans, A.; Pavlenko, Ya.V.; Woodward, C. E.; Banerjee, D.P.K.; Gehrz, R.D.; Walter, F.; Starrfield, S.; Ilyin, I.; Strassmeier, K. G.; Wagner, R.M. The recurrent nova V3890 Sgr: a near-infrared and optical study of the red giant component and its environment. MNRAS, Advance Access., tmp.2296K, 2022	1210	Scopus	Q1	DOI: <a href="https://doi.org/10.1093/mnras/stac2199">10.1093/mnras/stac2199</a>
Стаття	Lyubchyk, Yu. P.; Pavlenko, Ya. V.;	1210	Scopus	Q4	DOI: <a href="https://doi.org/10.3103/S0884591322030059">10.3103/S0884591322030059</a>

	Lyubchuk, O. K.; Jones, H. R. A. Bands of NaH lines in Spectra of Late Type Stars. Kinematics and Physics of Celestial Bodies, vol. 38, issue 3, pp. 159-165, 2022				
Стаття	Gopka, V. F.; Shavrina, A. V.; Yushchenko, V. A.; Pavlenko, Ya. V.; Yushchenko, A. V.; Glazunova, L. V. Analysis of Actinium Abundances in the Atmosphere of Cepheid HIP13962. Kinematics and Physics of Celestial Bodies, vol. 38, issue 2, pp. 100-107, 2022	1210	Scopus	Q4	DOI: <a href="https://doi.org/10.3103/S0884591322020040">10.3103/S0884591322020040</a>
Стаття	Vasylenko, M., Dobrycheva, D., Kulyk, I., Shubina, O., Korsun, P. "An algorithm for automatic identification of asymmetric transits in the RESS database", Proceedings of the International Astronomical Union	1210	Scopus	—	DOI: <a href="https://doi.org/10.1017/S1743921322000023">https://doi.org/10.1017/S1743921322000023</a>

	“Multi-scale (Time and Mass) dynamics of space objects” held 18-22 October, 2021 in Iasi, Romania, v. 364, p. 264-266.				
Стаття	Zakhozhay O., Launhardt R., Trifonov T., Kuerster M., Reffert S., Henning Th., Brahm R., Vines J., Marleau, G.-D., Patel J. RVSPY – Radial Velocity Survey for Planets around Young Stars. A warm Super_Jovian planet around HD114082, a young star with a debris disk // A&A Letters – 2022. – Vol. 677. – L14.	1210	Scopus або WoS	Q1	<a href="https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244747">https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244747</a>
Стаття	Zakhozhay O., Launhardt R., Mueller A., Brems S., Eigenthaler P., Gennaro M., Hempel A., Hempel M., Henning Th., Kennedy G., Kim S., Kuerster M., Lachaume	1210	Scopus або WoS	Q1	<a href="https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244213">https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244213</a>

	R., Manerikar Y., Patel J., Pavlov A., Reffert S., Trifonov T.RVSPY – Radial Velocity Survey for Planets around Young Stars. Target characterization and high-cadence survey // A&A – 2022. – Vol. 667. – A63.				
Стаття	Trifonov T., Wollbold A., Kürster M., Eberhardt J., Stock S., Henning Th., Reiners A., Reffert S., Lee M.H., Zechmeister M., Rodler F., Rybizki J., Heeren P., Gandolfi D., Barragán O., Zakhzhay O., Sarkis P., Tala M., Kossakowski D., Wolthoff V., Brems S.S., Passegger V.M. Revisiting single planet systems with HARPS and FEROS. A new planet candidate around HD 33142 // AJ – 2022. – Vol. 164. –	1210	Scopus	Q1	<a href="https://doi.org/10.3847/1538-3881/ac7ce0">https://doi.org/10.3847/1538-3881/ac7ce0</a>

	156.				
Стаття	Eberhardt J., Trifonov T., Kürster M., Wollbold A., Stock S., Henning Th., Reffert S., Lee M.H., Zechmeister M., Rodler F., Heeren P., Gandolfi D., Barragán O., Zakhochay. O., Tala M., Kossakowski D., Wolthoff V., Sarkis P., Brems S.S., Revisiting single planet systems with HARPS // AJ – 2022. – Vol. 163. – 198E	1210	Scopus	Q1	<a href="https://doi.org/10.3847/1538-3881/ac53b2">https://doi.org/10.3847/1538-3881/ac53b2</a>
Стаття	P. Nevodovskyi, O. Ovsak, A. Vidmachenko, O. Ivakhiv, O. Zbrutskyi, M. Geraimchuk. EARTH'S STRATOSPHERIC AEROSOL PARAMETERS REPAIRMENT FROM POLARIMETRIC MEASUREMENTS OF THE SKY//	1210	Scopus	Q4	<a href="https://doi.org/10.47839/ijc.20.4.2440">https://doi.org/10.47839/ijc.20.4.2440</a>

	International Journal of Computing Date of publication DEC-31, 2021, date of current version NOV-24, 2021				
Стаття	<p>Vidmachenko, A. P., Nevodovskyi, P. V., Ovsak, O. S., Morozhenko, O. V., Ivakhiv, O.V., Geraimchuk, M. D. Ultraviolet polarimeter for remote study of the Earth's stratosphere from space. Proceedings of the 12th International scientific and practical conference. Innovations and prospects of world science (20-22 July, 2022). Chapter 14. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. P. 91-100. ISBN 978-1-4879-3794-2.</p>	1210	—	—	<p><a href="https://www.researchgate.net/profile/A-Vidmachenko/publication/362127725_Ultraviolet_polarimeter_for_remote_study_of_the_Earth%27s_stratosphere_from_space/links/62d7ef64fdad924dcbf5035b/Ultraviolet-polarimeter-for-remote-study-of-the-Earths-stratosphere-from-space.pdf?origin=publication_detail">https://www.researchgate.net/profile/A-Vidmachenko/publication/362127725_Ultraviolet_polarimeter_for_remote_study_of_the_Earth%27s_stratosphere_from_space/links/62d7ef64fdad924dcbf5035b/Ultraviolet-polarimeter-for-remote-study-of-the-Earths-stratosphere-from-space.pdf?origin=publication_detail</a></p>
Стаття	<p>Kuznyetsova Y., Andreev M. Spectral monitoring of long-periodical eclipsing</p>	1210	—	—	



	system Epsilon Aurigae during 2008-2010 // «Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Астрономія», 1(65) 2022				
Стаття	Sheminova, V. A. Convective Line Shifts in the Spectra of Solar-Type Stars. Kinematics and Physics of Celestial Bodies, vol. 38, issue 2, pp. 83-99. April 2022.	1210	Scopus	Q4	<a href="https://arxiv.org/pdf/2204.00830.pdf">https://arxiv.org/pdf/2204.00830.pdf</a>
Препринт	Sheminova, V. A. Macro-microturbulence in the solar photosphere. 2022arXiv220206037S, 2022/02.	1210			<a href="https://arxiv.org/pdf/2202.06037.pdf">https://arxiv.org/pdf/2202.06037.pdf</a>
Препринт	Sheminova, V. A. The influence of the medium physical conditions and atomic constants on the Stokes profiles of absorption lines in the solar spectrum. 2022arXiv220306867S,	1210			<a href="https://arxiv.org/pdf/2203.06867.pdf">https://arxiv.org/pdf/2203.06867.pdf</a>

	2022/03.				
Стаття	<p>Golubaev A.V.,  Gorbanev Yu.M.,  Shulga O.V., Andreev  O.A., Bushuev F.I.,  Vidmachenko A.P.,  Hrudynin B.O.,  Zhilyaev B.E.,  Kaliuzhnyi M.P., Kozak  P.M., Kulichenko M.O.,  Malynovskyi Ye.V.,  Mozgova A.M.,  Savchuk S.G., Steklov  A.F., Sumaruk Yu.P.,  Yankiv-Vitkovska L.M.  Creation of the  Ukrainian meteor  observation network:  instruments, methods  for processing,  observation  possibilities. Space  Science and  Technology, 28(4), p.  39-70., 2022</p>		Scopus або WoS		<p><a href="https://www.mao.kiev.ua/biblio/jscans/knit/2022-28/knit-2022-28-4-04-golubaev.pdf">https://www.mao.kiev.ua/biblio/jscans/knit/2022-28/knit-2022-28-4-04-golubaev.pdf</a></p>

Статистичні дані щодо міжнародного співробітництва

Назва установи, що звітує: \_\_\_\_\_

Проводилась робота по темах		Віізди за кордон		Прийнято закордонних вчених та спеціалістів	Прямі зв'язки з закордонними партнерами (кількість)			Участь у роботі міжнародних конференцій, симпозіумів, семінарів тощо		Участь у роботі міжнародних організацій комісій, редакцій тощо	Лекційна діяльність за кордоном	Міжнародні відзнаки українських учених
Загальна кількість	Почаго в 2020 р.	Загальна кількість вііздів	Загальна кількість осіб		Угоди	Спільні лабораторії	Спільні групи	За кордоном	В Україні			
1	1	3	3	-	-	-	3	2	3	11	7	-
								4	7			

Детальні дані щодо тематики співробітництва з зарубіжними партнерами (окремо по кожній країні) викласти за формою IX-3.

ФОРМА IX-3

### Дані щодо тематики співробітництва з зарубіжними партнерами

Країна-партнер (за алфавітом)	Установа-партнер	Тема співробітництва	Документ, в рамках якого здійснюється співробітництво, термін його дії	Практичні результати та публікації
1	2	3	4	5
Великобританія	Університетський коледж Лондон	Моделювання спектрів ультрахолодних карликів	Особисті контакти	Оброблено нові масиви ліній АІН та опубліковано 1 статтю (MN)
Великобританія	Університет Гертворширу	Вивчення ультрахолодних карликів, зоряних систем з екзопланетами	Я.Павленко має офіційний статус Visiting Researcher of UH	підготовлено статтю в A&A
Великобританія	Університет Keele	Дослідження кактакмічних зір	Особисті контакти	2 статті опубліковано, 1 готується до друку
Іспанія	Центр Астробіології (Мадрид) та Інститут Астрофізики Канарських островів (Тенеріфе)	Дослідження інфрачервоних надлишків випромінювання L-карликів	Особисті контакти	Отримано спостережні данні на телескопі IRAM для двох коричневих карликів

Казахстан	Астрофізич-ний інститут ім. В.Г. Фесенкова,	Дослідження оптичних характеристик вертикальної структури хмарових шарів планет-гігантів Сонячної системи	Особисті контакти	Визначення та порівняння характеристик вертикальної структури аерозольної складової в атмосфера Юпітера та Сатурна
Канада	Монктонів-ський університет, Нью-Брансвік	Дослідження спектрів гарячих пекулярних зір	Особисті контакти	Підготовка спільної публікації
Німеччина	Інститут астрономії Макса Паланка	Пошук екзопланет методом дослідження радіальних швидкостей	Особисті контакти	Отримано спостережні данні на інструменті FEROS.опубліковано 4 статті
Словаччина	Астрономічний Інститут САН	Пошук позасонячних планет-гігантів навколо білих карликів	Особисті контакти	Фотометричні спостереження та обробка даних.
Словаччина	Астрономічний Інститут САН	Фізичні процеси в катаклізмичних подвійних зорях	Особисті контакти	Фотометричні спостереження, обробка даних.
США	Університет Грінсборо	Дослідження інфрачервоних надлишків випромінювання гарячих зір	Особисті контакти	1 стаття готується до AJ, 1 матеріал конференції подано до друку