

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ

Директор ГАО НАН України
академік НАН України

«___» _____ Я.С. Яцків

Звіт
відділу позагалактичної астрономії та астроінформатики
за 2019 рік
(звіт лабораторії космічних променів за 2019 рік подано окремо)

Завілувач відділу
позагалактичної астрономії
та астроінформатики

_____ І.Б. Вавилова

Київ – 2019

Відділ позагалактичної астрономії та астроінформатики (ПАА) створено 01.01.2017 р. на базі лабораторії великомасштабної структури Всесвіту (лабораторія астроінформатики до 31.12.2015 р.) і лабораторії космічних променів. Завідувач відділу – Вавилова І.Б. (обрана за конкурсом та рекомендована Вченою радою ГАО НАН України від 20.04.2017 та затверджена на посаді постановою Президії НАН України від 05.07.2018).

У 2019 р. за результатами оцінювання ефективності діяльності ГАО НАН України за період 2014–2018 рр. за критеріями відповідно до вимог Методики оцінювання ефективності діяльності наукових установ Національної академії наук України, що затверджена постановою Президії НАН України від 15.03.2017 № 75 зі змінами, внесеними постановою Президії НАН України від 11.07.2018 № 241, відділу ПАА надано категорію «А».

Організаційна структура, штат та окремі індивідуальні відзнаки

Організаційна структура. На кінець 2019 року в структурі відділу – 2 лабораторії (лабораторія великомасштабної структури Всесвіту і лабораторія космічних променів) та група астроінформатики.

У відділі в 2019 р. працювали 23 співробітника, з яких 1 – за сумісництвом, 3 – на громадських засадах. Науковці: 3 доктора наук, 14 кандидатів наук. Середній вік співробітників – 47,3 років; молодих науковців – 8 співробітників.

У лабораторії великомасштабної структури Всесвіту у 2019 р. працювали 11 наукових співробітників, із яких 1 – на громадських засадах. У складі лабораторії 1 доктор наук, 8 кандидатів наук, у т.ч. 7 – молоді вчені. Середній вік співробітників лабораторії становить 39,5 років. Посада завідувача лабораторії є вакантною, тимчасово ці обов'язки виконує завідувач відділу.

У лабораторії космічних променів у 2019 р. працювали 6 наукових співробітників. У складі лабораторії 1 доктор наук, 5 кандидатів наук (1 – за сумісництвом). Середній вік співробітників лабораторії становить 55,8 років. Завідувач лабораторії – Шахов Б.О.

У групі астроінформатики у 2019 р. працювали 6 наукових співробітників, серед яких 1 – доктор наук, 1 кандидат наук (на громадських засадах), середній вік становить 59 років.

Зміни у штатному розкладі, які відбулися в 2019 р. У 2019 р. у відділ прийнято Шатохіну С.В. на посаду наук. співроб., Компанієць О.В. на посаду пров. інженера; рішенням конкурсної комісії ГАО НАН України, яке затверджено Вченою радою ГАО НАН України, Василенко А.А. переведений на посаду ст. наук. співроб., Іжакевич О.М. переведена на посаду наук. співроб.; Елійв А.А. був докторантом 2-го року навчання до 30.10.2019 р. і від 01.11.2019 р. працює на посаді ст. наук. співроб.; Пулатова Н.Г. – у відпустці по догляду за дитиною до 23.02.2020 р.

У 2019 р. вибули зі штату відділу 4 співробітника – проф. Саваневич В.Є. (за власним бажанням, зараз працює на громадських засадах), Ключева А.В. (за власним бажанням). Василенко М.Ю. і Компанієць О.В. поступили до аспірантури Інституту фізики НАН України і з 01.11.2019 працюють у відділі за сумісництвом.

Особисті відзнаки і нагороди співробітників відділу.

Баби́к Ю.В. – премія Верховної Ради України для молодих вчених за 2019 рік за роботу «Вплив активності ядра на гарячі атмосфери галактик раннього типу» (на розгляді у ВР).

Баби́к Ю.В. – відзнака НАН України «Талант, натхнення, праця».

Вавилова І.Б. – відзнака НАН України «За підготовку наукової зміни».

Федоров Ю.І. – відзнака НАН України «За професійні здобутки».

Шахов Б.О. – грамота Верховної Ради України.

Їжакевич О.М., Шатохіна С.В. – Подяка Відділення фізики і астрономії НАН України до 75-річчя ГАО НАН України.

Василенко А.А. – стипендіат НАН України (2019-2020), Добричева Д.В. – стипендіат Президента України (2019-2020), Колесник Ю.Л. (2018-2019) – стипендіат Президента України.

Члени Міжнародного астрономічного союзу (13): Бабик Ю.В., Вавилова І.Б., Василенко А.А., Добричева Д.В. (юніор), Елиїв А.А., Караченцева В.Ю., Ключова А.І. (юніор), Колесник Ю.Л., Мельник О.В., Пулатова Н.Г., Саваневич В.Є., Торбанюк О.О. (юніор), Шахов Б.О.

Члени Європейського астрономічного товариства (10): Бабик Ю.В., Вавилова І.Б., Василенко А.А., Добричева Д.В., Елиїв А.А., Караченцева В.Ю., Мельник О.В., Пулатова Н.Г., Торбанюк О.О., Шахов Б.О.

У 2019 році у відділі ПАА виконувалися такі теми:

Відомча тема НАН України «Великомасштабна структура Всесвіту за даними багатохвильових оглядів окремих її складників» (виконавці – співробітники лабораторії великомасштабної структури Всесвіту і групи астроінформатики, 2019-2023 рр., № 409В, наук. кер. Вавилова І.Б.; тема затверджена Постановою бюро Відділення фізики і астрономії НАН України від 22.05.2018 №4 та рішенням Експертної ради з питань оцінювання тем фундаментальних робіт при НАН України 30.05.2018 № 4).

Відомча тема НАН України «Вплив нестационарних стохастичних магнітних полів на формування просторово енергетичного розподілу високоенергійних частинок» (2018-2022, № 394В, науковий керівник Шахов Б.О.).

Відомча тема НАН України «Визначення фізичних характеристик небесних об'єктів на різних масштабах Всесвіту за результатами спостережень та моделювань» відділення фізики і астрономії НАН України (2018–2019, №406Д, серед виконавців теми – Бабик Ю.В., Василенко А.А., Василенко М.Ю., Добричева Д.В., Торбанюк О.О.).

Цільова програма наукових досліджень «Дослідження фундаментальних фізичних та астрономічних процесів обраних об'єктів Всесвіту та перспективи практичного застосування астроінформації» відділення фізики і астрономії НАН України (№ 379Ц, серед виконавців теми – Караченцева В.Ю., Федоров Ю.І.).

Науково-дослідна робота «Новітні методи та нові знання про будову матерії у Всесвіті: опрацювання та наповнення бази даних рентгенівських космічних місій» Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень (2018-2022, № 398Кт, Етап 2, науковий керівник – Василенко А.А.).

Конкурсна науково-дослідна робота молодих вчених НАН України «Методи машинного навчання бінарній морфологічній класифікації великих масивів галактик. Етап 1. Методи машинного навчання із застосуванням чисельних параметрів до морфологічної класифікації великих масивів SDSS-галактик» (2019–2020, № 418Кт, наук. кер. – Добричева Д.В.).

Спільний науково-дослідний проект науковців Київського національного університету імені Тараса Шевченка та Національної академії наук України на 2019-2020 рр. «Дослідження джерел рентгенівського і гамма-випромінювання та перспективи їх спостережень в проєкті СТА» (науковий керівник від ГАО НАН України – Кравчук С.Г., виконавці від відділу – Бабик Ю.В., Василенко А.А., Василенко М.А., Компанієць О.В.).

Науково-дослідна робота «Створення високоточної багатопозиційної фазової системи «Вега-V» для визначення траєкторій навколоземних високодинамічних об'єктів (БФСТВ). Етап 2. Дослідження шляхів реалізації методів і засобів калібрування та контролю точності багатопозиційної фазової системи траєкторних вимірювань «Вега-V». Проведення оптичних

спостережень об'єктів навколоземного космічного простору» (№ 412Кт) (виконавці від відділу – Саваневич В.Є., Їжакевич О.М., Шатохіна С.В.).

Відомча тема «Дослідження світових тенденцій і розробка методів та засобів поширення і популяризації астрономічних знань в Україні» (№ 392В) (виконавці від відділу – Вавилова І.Б. і Артеменко Т.Г.).

Співробітник Добричева Д.В. брала участь у виконанні гранту НАН України дослідницьким лабораторіям/групам молодих вчених НАН України «Визначення властивостей темної матерії за допомогою астрофізичних та космологічних спостережень» (2018-2019, Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України).

Спільний міжнародний проект Національного астрономічного інституту Таїланду і ГАО НАН України «Setup of the automatic asteroid search with Thai Robotic Telescope Network» (2018-2019, керівники від установ – Мкртчян Д., Саваневич В.Є.).

Найголовніші наукові результати, що увійшли до річного звіту ГАО НАН України за 2019 рік

Запропоновано новий метод обчислення модулів відстаней для галактик близького Всесвіту на основі регресії за допомогою штучної нейронної мережі із використанням каталогу відстаней до 91760 галактик, незалежних від червоного зміщення, з бази даних NASA/IPAC. Для відновлення модуля відстані використовувалися базові спостережувані характеристики, такі як видимі зоряні величини в U, B, I, K смугах, поверхнева яскравість, кутові розміри, променева швидкість, показники кольору. Отримана середня квадратична похибка 0.35 з.в. (16 %) обчислення модулів відстаней є співмірною із середніми помилками методів Таллі-Фішера та Фундаментальної площини (Еліїв А.А., Вавилова І.Б., Добричева Д.В., Караченцева В.Ю.).

Вперше був знайдений аналітичний розв'язок задачі поширення галактичних космічних променів в сучасній стаціонарній моделі геліосфери. Модель описує середовище з різними модами поширення сонячного вітру та факторами розсіювання частинок для кожної області геліосфери, а також враховує прискорення частинок на ударній хвилі (TS). Розв'язок був проаналізований із чисельними розрахунками та проведено якісне порівняння із даними космічного апарату "Voyager-1" (Колесник Ю.Л., Шахов Б.А.).

Короткі звіти по темам, що виконувалися у 2019 році

Відомча тема НАН України «Великомасштабна структура Всесвіту за даними багатохвильових оглядів окремих її складників» (№ 409В, 2019-2023 рр., № держреєстрації 0119U000393)

Тема затверджена Постановою бюро Відділення фізики і астрономії НАН України від 22.05.2018 №4 та рішенням Експертної ради з питань оцінювання тем фундаментальних робіт при НАН України 30.05.2018 № 4. (наук. кер. Вавилова І.Б.; виконавці – Вавилова І.Б., В.Ю. Караченцева, А.А. Еліїв, Ю.В. Бабик, О.В. Мельник, Д.В., Добричева, А.А. Василенко, О.О. Торбанюк, Н.Г. Пулатова, М.Ю. Василенко, О.В. Компанієць, Л.К. Пакуляк, О.М. Їжакевич, С.В. Шатохіна,).

Запропоновано новий підхід для обчислення модулів відстаней до близьких галактик на основі регресії за допомогою штучної нейронної мережі. Вимірювання відстаней до галактик, з якістю кращою ніж червоне зміщення, є важливим для астрофізики, особливо для виокремлення войдів, груп та скупчень галактик, тестування космологічних моделей. Реконструкція поля власних швидкостей галактик має вирішальне значення для картографування Всесвіту, дослідження елементів великомасштабної структури Всесвіту. Традиційно відстані для галактик вимірюються за модулем відстані $m-M$, різницею між абсолютною та видимою зоряними величинами. Теоретичні оцінки абсолютної величини M всієї галактики, зір чи їхніх скупчень використовують як індикатори (свічі) відстаней.

Основна ідея полягає у використанні максимально доступних спостережуваних даних для масивів галактик з черврим зміщенням $z < 0.2$. Було використано каталог відстаней до 91760 галактик, незалежних від червоного зміщення, з позагалактичної бази даних NASA/IPAC. Для відновлення модуля відстані використовувалися різні спостережні характеристики, такі як видимі зоряні величини в смугах U, B, I, K, поверхневу яскравість, кутові розміри, променево швидкість, показники кольору як аналог морфологічних типів та положень галактик на небі. Перевагою нашого підходу є те, що використовуються зручні для спостереження базові спостережувані параметри, відомі для великого масиву галактик. Було протестовано різні регресійні моделі: лінійну, поліномну, метод найближчих сусідів, XGBoost та штучні нейронну мережу. Обчислено середні квадратичні помилки для кожної моделі регресії. Найнижчі помилки - для регресій градієнтного підсилення XGBoost та нейронної мережі. Однак модель XGBoost має значно більше вільних параметрів, тому було обрано нейронну мережу як найбільш підходящу модель, оскільки вона є досить точною з мінімальною кількістю використаних вільних параметрів. Застосовуючи новий метод до галактик із позагалактичної бази даних NASA/IPAC, було отримано середню квадратичну похибку 0.35 з.в. (16 %), що майже не залежить від відстані до галактики і є співмірним із середніми помилками методів Таллі-Фішера та Фундаментальної площини. Без урахування променевої швидкості запропонована модель забезпечує помилку 0.44 з.в. (20%). У майбутньому планується детальніше порівняти запропоновану модель регресії у вигляді нейронної мережі з іншими традиційними методами та випустити каталог близько чверті мільйона галактик, які не мають поміряних модулів відстані, але до яких можливо застосувати метод обчислення модулів відстаней до близьких галактик на основі регресії за допомогою штучної нейронної мережі (Еліїв А.А., Мельник О.В., Вавилова І.Б., Добричева Д.В., Караченцева В.Ю.) [25].

Виконано дослідження щодо верифікації методів машинного навчання (МН), які застосовуються для бінарної морфологічної класифікації галактик (E - ранній та L - пізній типи). Використовувалися два види МН з учителем: класичні класифікатори машинного навчання; класичний класифікатор нейронних мереж. Особлива увага стосувалася візуального очищення набору даних. Вибірка містить 300 000 SDSS-галактик з DR9, що не мають визначеного морфологічного типу на червоному зміщенні $z < 0,1$. Тренувальна вибірка галактик містить ~6000 галактик з візуально визначеними морфологічними типами, вибраними випадковим чином з різних червоних зміщень та діапазонів світностей загальної вибірки. Застосовано такі класичні класифікатори машинного навчання: методи наївного байєсу (Naive Bayes), випадкового лісу (Random Forest), опорних векторів (Supporting Vector Machines), метод логістичної регресії (Logistic Regression) та k-найближчих сусідів (K-Nearest Neighbours). Для тренування класифікатора використовувалися абсолютні величини, показники кольору, зворотній індекс концентрації до центру галактик. Виявилось, що класифікатор Supporting Vector Machines дає найвищу точність 96,4% (96,1% - E і 96,9% - S) (виконавці Василенко М.Ю., Добричева Д.В., Вавилова І.Б., Еліїв О.В., Мельник О.В. [19].)

З метою оцінки віріальної маси скупчення галактик Virgo було створено вибірку галактик з радіальними швидкостями $V_{LG} < 2600$ км/с, які розміщуються всередині області $\delta SGL = 30^\circ$ та $\delta SGB = 20^\circ$ навколо центральної галактики M87. Половина галактик вибірки мають оцінки відстані. Аналіз рухів галактик в околицях скупчення Virgo дав оцінку різними авторами так званого радіуса нульової поверхні, $R_0 = 7.0 - 7.3$ Мпк, якому відповідає повна маса скупчення $M_T = (7.4 \pm 0.9) \times 10^{14}$ у сонячних одиницях. Віріальна маса скупчення, яка визначена незалежно за внутрішніми рухами галактик дає, при значенні віріального радіусу $R = 1.7$ Мпк, майже таке ж саме значення, $M_{VIR} = (7.2 \pm 0.5) \times 10^{14} M_{Sun}$. Узгодження внутрішніх та зовнішніх оцінок маси призводить до висновку, що в широких околицях Virgo між радіусами R та R_0 не міститься значущої кількості темної матерії. Для пояснення цього факту потрібні нові спостережні та теоретичні зусилля. (Караченцева В.Ю. у співпраці [9])

Отримано новий та неочікуваний результат, що гарячі атмосфери скупчень галактик, галактичних груп та галактик раннього типу мають однакову форму профілю ентропії газу. Ентропія є основним термодинамічним показником, який показує еволюцію нагрівання та

охолодження відповідного газу. Представлені результати поставили під сумнів велику кількість минулих теоретичних моделей. Знайдений профіль ентропії є універсальним, він не залежить ні від маси об'єкта, ні від інших його фізичних характеристик. Жодне гідродинамічне моделювання не показувало отриманої універсальності профіля ентропії. Знайдений універсальний профіль ентропії є подібним, по своїй значимості, з універсальним профілем густини темної матерії Наварро-Френка-Вайта. Хоча відповідний профіль густини не описує достатньо надійно маломасивні об'єкти, такі як галактики малої маси. Тоді як знайдений профіль ентропії є універсальним для всіх видів галактик, в тому числі для спіральних, в яких маса гарячої атмосфери набагато менша, чим в еліптичних галактиках, проте вони показують ідентичний нахил профілю ентропії газу. Стійкість знайденої форми профілю ентропії, вказує на те, що вплив активного ядра в центрах галактик є невинним і спокійним процесом, який стабілізує гарячі атмосфери усіх без винятку об'єктів, від галактик раннього та пізнього типів до багатих скупчень. Знайдений профіль ентропії буде слугувати спостережним еталоном для майбутніх теоретичних моделей, що описуватимуть формування та еволюцію галактик у Всесвіті. (*Бабик Ю.В. у співпраці [3, 4, 27]*).

Виконано первинну обробку спостережних даних галактики NLS1 LEDA 2816068, отриманими телескопом XMM-Newton під час двох послідовних спостережень весною та влітку 2014 року. Попередня спектральна обробка у діапазоні 0,3-10 кеВ була виконана з використанням феноменологічних моделей, проведено часовий аналіз кривих блиску в різних діапазонах енергій та отримано результати для подальшого спектрального аналізу з використанням складних фізичних моделей для визначення характеристик акреційного диску навколо надмасивної чорної діри та параметрів його корони. Спектральний аналіз проводився з використанням спеціалізованого програмного забезпечення XSpec 12.9. Для підгонки рентгенівського спектру були використані наступні такі феноменологічні моделі як, степеневий континуум, модель поглинання в нейтральному серед визі без визначеної геометрії, для емісійних ліній – моделі гаусівського профілю, для сильного випромінювання на енергіях <2 кеВ – модулі гальмівного випромінювання електронів або випромінювання гарячого та теплового дифузного середовища. Перший етап спектрального аналізу показав відсутність емісійних ліній у спектрі, але присутність якісних даних на енергіях 0,3-2 кеВ надала можливість протестувати модель акреційного диску активного ядра, яка базується на припущенні про наявність двох зон комптонізації. Ці зони включаються у себе окремо низько- та високоенергетичні електрони, які можуть мати різні розподіл за енергією — або степеневий або тепловий (*Василенко А.А.*).

Для галактики Mrk 417 досліджено структуру поглинаючого середовища в її ядрі з використанням даних NuSTAR і Swift/BAT (*Василенко А.А., Компанієць О.В. [43]*). Протестовано моделі з кількома формами високоенергетичної корони – сферичної, півсфери та у вигляді плоскої плити. Отримані параметри, критичними серед яких є електронна температура та оптична товща областей комптонізації, дозволять в мабутньому визначити параметр компактності, який вкаже на домінуючий механізм взаємодії між зарядженими частинками у короні акреційного диску в активному ядрі галактики LEDA 2816068. Для узгодженого опису усього спектру від 0.3 до 10 кеВ було застосовано енергетично-узгоджену модель випромінювання $optxagnf$, що дозволило отримати незалежну оцінку маси центральної чорної діри, темпу акреції та низки інших параметрів. Ця модель також дозволяє використовувати УФ дані при моделюванні, що призводить до покращення вихідних даних. Спостережні УФ дані були отримані шляхом опрацювання найдовшого, близького в часі, спостереження УФ телескопу рентгенівського супутника Swift (*Василенко А.А.*).

Виконано обробку даних рентгенівських спостережень галактики типу Сейферт 1 з вузькими лініями NGC 4748, виконаними кількома космічними обсерваторіями та відповідним пошуком фізичної інтерпретації характеристичних параметрів опрацьованого спектру. Спектральний аналіз рентгенівського випромінювання від галактики NGC 4748 виконувався з використанням даних камери EPIC/PN супутника XMM-Newton (також часовий аналіз кривої блиску з розділенням на два діапазони — 0,5-2,0 кеВ та 2,0-10,0 кеВ),

телескопу BAT супутника Swift та телескопу ISGRI супутника INTEGRAL. Таким чином повний спектральний діапазон охоплював енергії 0,5-300 кеВ. До цих даних було застосовано як феноменологічні моделі, так і фізичні моделі випромінювання. Для опису континууму застосовувались моделі степеневого закону, модифікованого експоненційним завалом на високих енергіях та врахуванням компоненти відбитого випромінювання від нейтрального або йонізованого середовища. Походження останньої компоненти вважався акреційний диск. З метою врахування власного випромінювання від речовини акреційного диска (тобто, не його корони, або відбитого випромінювання від корони), було використано додаткові ультрафіолетові дані у трьох фільтрах (U, UVW1, UVM2) бортового оптичного/УФ телескопу XMM-Newton з перетворенням їх у формат, який дозволяв провести одночасний аналіз разом з рентгенівським спектром. В результаті, це дозволило поглибити фізичну інтерпретацію спектру, а саме: побудувати схематичну структуру акреційного диску активного ядра NGC 4748; запропонувати просторовий (радіальний) розподіл джерел рентгенівського випромінювання у акреційному диску у залежності від енергії цього випромінювання (т.зв. “іграшкова модель”); оцінити масу надмасивної чорної діри у центрі NGC 4748, а також оцінити темп акреції речовини на цю чорну діру. Встановлено, що й модель, яка передбачає додаткову зону комптонізації з низькоенергетичних електронів, разом з моделлю, яка передбачає наявність відбиття від високоіонізованої плазми, добре описують спостережну форму спектру і за наявними даними не є статистично відокремленими (Василенко А.А.).

Зв'язок між материнською галактикою та НМЧД був відкритий у вигляді спостережної кореляції між зоряною масою галактики, масою НМЧД, дисперсією швидкостей зір галактичного баджу та ін. (Ferrarese et al., (2000) та Gebhardt et al. (2000)). Також еволюція процесів зореутворення та АЯГ відбувається в узгоджений спосіб на різних етапах розвитку Всесвіту (Elbaz et al. (2011), Aird et al. (2017)). Для дослідження зв'язку між швидкістю зореутворення та акрецією на НМЧД було використано каталог властивостей галактик (galSpec catalogue) створений групою MPA-JHU на основі SDSS DR8. Каталог містить фотометричні та спектроскопічні дані, величини зоряних мас та швидкості зореутворення для більш ніж 580 тис. галактик. Для визначення темпів акреції на НМЧД були використані рентгенівські дані у м'якому та жорсткому діапазонах з 3XMM-DR8 каталогу рентгенівської обсерваторії XMM-Newton (XMM-Newton Serendipitous Source Catalogue). На основі цих оптичного та рентгенівського каталогів створено вибірку з 1478 галактик на червоних зміщеннях $z < 0.33$. (Торбанюк О.О.)

Відомо, що ідентифікація АЯГ у великих цифрових оглядах неба ускладнюється через радіаційне забруднення областями зореутворення та іншими об'єктами в материнській галактиці, тому для надійної ідентифікації АЯГ у створеній вибірці 1478 галактик огляду SDSS DR8 було застосовано різні критерії відбору (та їх комбінації), які базуються на властивостях випромінювання АЯГ в різних діапазонах довжин хвиль. Наприклад, для відбору оптично затемнених АЯГ (світло від АЯГ поглинається пиловим тором навколо НМЧД та пилом в материнській галактиці) було використано дані у ІЧ та рентгенівських діапазонах. Також для розрахунку надійних значень швидкості акреції на НМЧД нами було зроблено корегування значень рентгенівської світності для різних типів материнських галактик (з активним та затухаючим зореутворенням). Для цих корекцій використовувались відомі співвідношення між рентгенівською світністю галактик та швидкістю зореутворення, світністю галактики на довжині хвилі в два мікрметри та ін. Зкорегована рентгенівська світність АЯГ та зоряна маса материнської галактики була використана для розрахунку величини швидкості акреції на НМЧД. Порівняльний аналіз отриманої величини з відомими швидкостями зореутворення показав, що величина швидкості акреції на НМЧД зростає разом зі збільшення швидкості зореутворення в материнській галактиці у всьому діапазоні зоряних мас, що підтверджує спільний еволюційний розвиток активного ядра разом із утворенням зір у галактиках. (Торбанюк О.О.)

З метою вивчення позиційної точності малих тіл Сонячної системи при використанні Gaia каталогу як опорного каталогу, проведено переобробку 7 оцифрованих фотографічних платівок з різними обмеженнями опорних зірок по зоряній величині. Досліджені різниці O-C для всіх ідентифікованих положень зірок і астероїдів в широкому діапазоні від 8 до 17 зоряних величин. За результатами аналізу отримано попередній висновок про відсутність суттєвих змін у випадковій складовій похибок координат при визначеннях з Tycho-2 і Gaia DR2 каталогами. Систематична складова цієї похибки зазнає більших змін при визначенні координат слабких зірок. (виконавці: Шатохіна С.В., Андрук В.М. у співпраці [18]). Для оцінки змін позиційної точності астероїдів при використанні Gaia для старих спостережень, коли різниця епох становить 50 років і більше, виконано переобробку біля 200 спостережень вибраних малих планет, отриманих на ПДА в 1949-1983 рр. Отримано попередній висновок щодо незначимих різниць O-C для положень малих планет в опорних системах Tycho-2 і Gaia DR2 каталогів. А у порівнянні зі старими оригінальними координатами, які присутні в базі даних Minor Planet Center, нові координати мають значно вищу точність при використанні як Gaia DR2, так і Tycho-2 каталогів. (виконавці: Шатохіна С.В. [17])

За результатами редуційних обробок фотографічних платівок і плівок із зоряними скупченнями, отриманих по спостереженнях в Балдоне в U і V спектральних смугах, виконано пошук положень астероїдів та проведено аналіз отриманих результатів. За результатами опрацювання понад 1500 Балдонівських спостережень в U і V смугах складено попередній каталог біля 1700 положень астероїдів. Отримано значну кількість оригінальних положень в U смузі у ранні 1968-1987 роки спостережень. Однак результати опрацювання плівок у V смузі потребують детального дослідження позиційної точності астероїдів внаслідок особливостей фотоматеріалу і викривлень, які виникають при його скануванні. (виконавці: Їжакевич О.М., Шатохіна С.В. у співпраці [5, 28, 30]).

Проведені вибіркове впорядкування платівок та часткова інвентаризація склотеки. Виконано вибір платівок з архіву склотеки, додаткове їх оцифрування та передачу до Миколаївської АО для проведення вимірювань координат із залученням скануючої машини Шанхайської астрономічної обсерваторії Китайської АН, подальшої обробки, порівняння та спільних досліджень позиційної точності різних небесних об'єктів (Плутон, астероїди, зорі). (виконавець Шатохіна С.В.)

У рамках міжнародного проекту «*The Vanishing & Appearing Sources during a Century of Observations*», VASCO (<https://vasconsite.wordpress.com/>) із використанням астропластинок УкрВО виконано пошук зір, зоряна величина яких могла різко зменшитися упродовж 100-річчя або які зникли взагалі, тобто знаходилися на пізніх стадіях еволюції [26, 41]. Розпочато роботу з автоматичної обробки платівок POSS, які використовувалися в проекті VASCO (керівник проекту *Beatriz Villarroel* (Швеція), учасники від ГАО НАН України – *Вавилова І.Б., Андрук В.М.*)

Спільний міжнародний проект Національного астрономічного інституту Таїланду і ГАО НАН України «*Setup of the automatic asteroid search with Thai Robotic Telescope Network*» (2018-2019, керівники від установ – Мкртчян Д., Саваневич В.Є.) мав на меті: розробити, налаштувати та протестувати програмне забезпечення CoLiTec-AS (виявлення та астрометрія) для пошуку астероїдів та комет, використовуючи нові телескопи NARIT (GOTO + TRT); провести перші астрометричні вимірювання астероїдів за допомогою програмного забезпечення CoLiTec-AS за допомогою PROMPT 8 для тестування на астрометричну точність; налаштування автоматичного лінку для виявлення рухомих об'єктів за допомогою TRT/ GOTO; розробка, налаштування та тестування CoLiTec-VS (автоматизована фотометрія діафрагми) на зорі та астероїди; розробити та протестувати в NARIT нову версію комбінованого CoLiTec-AS / Програмне забезпечення VS, яке одночасно здійснює астрометрію та фотометрію астероїдів і комет. В Observatorio del Roque de los Muchachos, на території Ла-Пальма, розташовано 8 телескопів (40 см, f/2,5) на одне кріплення; 4 телескопи та ще один купол фінансуються NARIT, планується до оснащення ще 2x8 телескопів найближчим часом

Отримані результати за цим спільним проектом: Поточний ліміт виявлення астероїдів із зображеннями GOTO UT-1 становить 18,5m і може бути значно покращений після покращення оптики телескопа; Сильні відхилення зображень призводять до великої кількості помилкових

виявлень; Для безпечного виявлення астероїдів рекомендована кількість послідовних GOTO-зображень становить 4, що зменшить кількість помилкових виявлень програмного забезпечення. Програмне забезпечення CoLiTec-AS, встановлене в CHALAWAN, буде замінено на у грудні 2019 р. – початку 2020 р. із новим програмним забезпеченням. Нове програмне забезпечення CoLiTecsoft здатне робити автоматичне виявлення, астрометрію та фотометрію астероїдів та комет, – це перше в світі програмне забезпечення, яке робить це одночасно [13, 14, 24, 38].

Виконано узагальнення попередніх результатів, отриманих у відділі ПАА, та підготовлено оглядові роботи, які знайшли своє відображення в розділах монографії «Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation», прийнятої до друку у видавництві Elsevier, абстракти розділів подано нижче.

Простежено розвиток астрономічних методів спостереження від візуальних, що дозволяли відстеження поведінки окремих об'єктів, до сучасних космічних місій, які одночасно виробляють дані для декількох сотень тисяч об'єктів у різних спектральних діапазонах. Завдяки цьому астрономія перейшла від вивчення окремих об'єктів до вивчення Всесвіту в цілому і стала наукою про великі дані. Описуються стисло візуальні, фотографічні та ПЗЗ- огляди зір, галактик та міжгалактичного середовища, спектральні фотографічні та спектральні дослідження з ПЗЗ, багатохвильові наземні та космічні бази даних та архіви, що дозволило створити високоточну координату систему, щоб виявити нові властивості небесних тіл і, як результат, побудувати 3-D моделі спостережуваних частин Всесвіту. Згадано також «збережені» дані накопичених століттями фотоастропластинок, які були активно оцифровані протягом останніх десятиліть і дають нові знання з порівняльного аналізу старого та нового спостережувального матеріалу.

Дослідження з астрономії змінюються від керування гіпотезами до керування даними до інтенсивного використання даних. Щоб вирішити різні виклики та можливості, які пропонує експоненціальне зростання обсягів, темпів та складності астрономічних даних, з'явилися нові дисципліни Астростатистика та Астроінформатика (Vavilova I., Pakuliak L., Babyk Iu., Elyiv A., Dobrycheva D., Melnyk O. (2020). *Surveys, Catalogues, Databases and Archives of Astronomical Data. Chapter 5* [46]).

Ідея швидкого оцифрування старих астрономічних фотографічних архівів зіткнулася з відсутністю технічних засобів для якісного виконання цього завдання при збереженні максимально можливої точності матеріалу спостереження. Вирішенням проблеми стали планшетні комерційні сканери. Особливості проектування сканерів, які є джерелом додаткових помилок, вимагали розробити спеціальні алгоритми обробки оцифрованих даних, що враховували б специфіку оцифровки. Ці алгоритми дозволяють врахувати та усунути помилки, пов'язані з процесом сканування, на етапі попередньої обробки оцифрованих зображень, використовуючи лише дані самого оцифрованого зображення. Наведено приклад такого алгоритму, що використовується на попередньому етапі обробки оцифрованого зображення астропластини ширококутного астрографа. Проблема вивчення систематичних помилок у масивах великих даних пов'язана з необхідністю підтримувати високу точність у роботах, де ці дані є системами відліку. Рішення полягає у використанні незалежних наборів великих даних для аналізу помилок та пропонування методів їх усунення, як показано на прикладі зоряних каталогів XPM-2MASS-USNO-A2.0 та UCAC3.0 (Pakuliak L.K., Andruk V.M. *Applications of big data in astronomy and geosciences: algorithms for photographic images processing and error elimination. Chapter 18* [48]).

Подано приклади вилучення даних з багатохвильових астрономічних оглядів: отримати автоматизовану морфологічну класифікацію галактик за допомогою мультипараметричних діаграм та методів машинного навчання; реконструювати широкомасштабний розподіл галактик за зоною уникнення Чумацького Шляху; моделювання змінності потоку галактик з активними ядрами (Vavilova I., Dobrycheva D., Vasylenko M., Elyiv A., Melnyk O. (2020). *Multiwavelength extragalactic surveys: examples of data-mining. Chapter 16* [47]).

Прийнято до друку навчальний посібник для студентів вузів, автори Вавилова І.Б., Кудря Ю.М., Василенко А.А., Бабик Ю.В. (2020). *Позагалактична астрономія. Книга 2. Фізичні властивості галактик* (К.: Наукова думка) [45].

Відомча тема НАН України «Вплив нестационарних стохастичних магнітних полів на формування просторово енергетичного розподілу вискоенергійних частинок» (виконавці – співробітники лабораторії космічних променів, 2018-2022, № 394В, науковий керівник Шахов Б.О.)

Звіт за цією темою подано окремо у звіті лабораторії космічних променів. (Виконавці *Шахов Б.О., Кизьюров Ю.В., Колесник Ю.Л., Маловичко П.П.*). Оpubліковані статті за темою див. [12, 16, 44].

Відомча тема НАН України «Визначення фізичних характеристик небесних об'єктів на різних масштабах Всесвіту за результатами спостережень та моделювань» відділення фізики і астрономії НАН України (2018–2019, №406Д, виконавці від відділу Бабик Ю.В., Василенко А.А., Василенко М.Ю., Добричева Д.В., Торбанюк О.О. (звіт подано окремо))

Цільова програма наукових досліджень «Дослідження фундаментальних фізичних та астрономічних процесів обраних об'єктів Всесвіту та перспективи практичного застосування астроінформації» відділення фізики і астрономії НАН України (№ 379Ц, серед виконавців теми – Караченцева В.Ю., Федоров Ю.І. (тема III-46-17; № держреєстрації 0117U004025)

Представлено вибірку 220 галактик, майже безбалджових (bulge-less), які вважаються дублікатами (counterparts) плоских об'єктів з каталогу Revised Flat Galaxy Catalogue (RFGC). Було відібрано галактики типів Sc, Scd та Sd згідно з їхніми видимими відношеннями осей $\log(r_{25}) < 0.05$ та стандартними великими кутовими діаметрами $\log(d_{25}) > 0.90$ згідно з визначеннями в базі даних HyperLEDA. Об'єкти вибірки були обмежені за радіальною швидкістю $V_{LG} < 10000$ km/s та схиленням вище $D = -30^\circ$. Морфологічний склад вибірки подібний такому ж із каталогу RFGC. Загальні характеристики галактик з вибірки безбалджових спіральних галактик, що видимі анфас, (face-on bulge-less), такі: майже 50% з них мають бароподібні структури, які знаходяться в галактиках з абсолютними зоряними величинами від -17 до -22; значна частина галактик нашої вибірки (27-50%) демонструє спотворені візерунки спіральної структури; галактики не показують значимої асиметрії у кількості “S”- та “Z”- подібних орієнтацій спіну; середнє відношення світності (псевдо) балджу до повної для 85% галактик вибірки дорівнює $P(B)/Tot = 11\%$. Ця оцінка практично співпадає з величиною $(P)B/Tot = (13 \pm 3)\%$, отриманою В. Davis et al.(2018) для галактик типів Sc-Scd. Зважаючи на незначне внутрішнє поглинання та малий ефект проєкції, Sc-Sd диски, що видимі анфас, можуть бути відповідними об'єктами для того, щоб розпізнати їхні центральні ядра як кандидати у чорні діри помірної маси. Близько 40-60% галактик створеної вибірки мають чіткі нерозділені ядра, їхня присутність різко залежить від світності «хазайської» галактики. (*Караченцева В.Ю., результати опубліковані в статті [8]*).

Використано вибірку 220 безбалджових галактик, які видимі анфас, що розташовані в областях з низькою густиною оточення, для оцінки їхньої повної маси по орбітальним рухам гаданих рідкісних супутників. Наша інспекція виявила 43 карликових сусіда, які мають середню проєктовану відстань 130 кпк та середньоквадратичну різницю радіальних швидкостей 96 км/с. Для них отримано середнє відношення орбітальної маси до світності в К-смузі 20 ± 3 (в припущенні, що $M_K/L_K = 1$ (у сонячних одиницях)). Сім безбалджових спіральних галактик у Місцевому Об'ємі також характеризуються низьким середнім відношенням, тобто $M_{orb}/L_K = 22 \pm 5$. Зроблено висновок, що безбалджові галактики типів Sc-Scd-Sd мають бідні темні гало, в 2-3 рази нижче порівняно зі спіральними галактиками з балджами тієї ж самої зоряної маси. (*Караченцева В.Ю., результати опубліковані в статті [9]*).

Виконано оцінку інтегрального (SFR) та питомого (sSFR) темпу зореутворення для 181 галактики пізніх типів Sc, Scd, Sd, що видимі майже анфас. Значення SFR для них були отримані за даними FUV-потоків в огляді GALEX. Медіанні величини питомого темпу зореутворення (sSFR) дорівнюють: -10.66 dex для Sc, -10.44 для Scd та -10.40 dex для Sd типів в одиницях (рік^{-1}). Середнє значення sSFR для цих галактик плавно зменшується від маломасивних дисків до гігантських дисків. Після врахування фотометричних помилок питомий темп зореутворення має малу космічну варіацію, 0.16 dex. Для відтворення спостереженої зоряної маси за космічний час 13.7×10^9 років, безбалджові спіралі, видимі анфас, повинні були мати в минулому темпи SFR у 2-3 рази вище тих, що спостерігаються зараз. (Караченцева В.Ю., стаття прийнята до друку [42]).

На основі розв'язку рівняння Фокера-Планка у малокутовому наближенні розглянуто поширення сонячних космічних променів (СКП) у міжпланетному середовищі. Одержано вираз для образу Лапласа функції розподілу космічних променів і співвідношення, яке представляє просторово-часовий розподіл концентрації частинок високої енергії. Показано, що на початковій стадії анізотропного спалаху СКП має місце імпульсний сплеск інтенсивності частинок (Ю.І. Федоров, стаття опублікована [6]).

Досліджено просторово-енергетичний розподіл галактичних космічних променів проведено на основі розв'язків рівняння переносу, яке описує поширення заряджених частинок високої енергії у геліосферних магнітних полях. Показано, що напрямок потоку галактичних космічних променів залежить від енергії частинок. Показано, що при зменшенні геліоцентричної відстані глибина модуляції галактичних космічних променів збільшується, а максимум їх енергетичного спектру зміщується в напрямку високих енергій. (Ю.І. Федоров, стаття опублікована [7]).

Науково-дослідна робота «Новітні методи та нові знання про будову матерії у Всесвіті: опрацювання та наповнення бази даних рентгенівських космічних місій» Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень

**Етап 2. Ізольовані галактики, групи і скупчення»
(2018-2022, науковий керівник Етапу 2 – Василенко А.А.,
тема П-100-18 (№398 Кт); номер держреєстрації 0118U004071)**

Виконано детальний рентгенівський аналіз одного із найвіддаленіших скупчення галактик JKCS 041 із використанням глибоких (75000 сек) архівних даних рентгенівської обсерваторії Чандра. Досліджено зображення та спектральні властивості JKCS 041, його поверхневу яскравість, щільність, ентропію, час охолодження та профілі маси. Температура JKCS 041 дорівнює $7,4 \pm 2,9$ кеВ, загальна віріальна маса становить $M_{200} = (4,6 \pm 2,9) \times 10^{14} M_{\odot}$. Газова частка становить $\sim 10\%$, тоді як темна речовина 90% при R200. Отримані фізичні параметри JKCS 041 використано для побудови чисельних масштабних співвідношень. Додаючи параметри JKCS041 до загальної вибірки досліджених скупчень галактик обсерваторією Чандра, вдалося збільшити досліджуваний масштаб червоних зміщень до $z=1,8$. Знайдено параметр концентрації (с) JKCS041, побудовано відношення параметра концентрації і маси (с-М), виконано порівняння з існуючими гідродинамічними моделюваннями. Вперше досліджено відношення $M-Y=T/cMg$ у випадку віддалених об'єктів, яке є одним з найбільш надійних оцінок маси. Зроблено висновок, що параметр концентрації, с, скупчення галактик JKCS 041 добре узгоджується з теоретичними оцінками, а отримані масштабні співвідношення параметрів не узгоджуються з самоподібними еволюційними моделями.

Досліджено як активні ядра галактик в центральних галактиках скупчень та груп впливають на гарячі атмосфери скупчень, груп і еліптичних галактик. Було знайдено однаковий нахил профілів ентропії у всіх трьох класах об'єктів, що вказує на те, що гарячий газ в об'єктах різного розміру і маси, еволюціонує абсолютно однаково.

Створена у 2016-2018 роках база даних фізичних характеристик скупчень галактик, груп та індивідуальних галактик за допомогою рентгенівського космічного телескопу “Чандра”

поповнилася новими даними. Всього було оброблено близько 3000 спостережень для 600 об'єктів вибірки. В кінцеву вибірку було відібрано 230 скупчень галактик та 60 груп і масивних галактик. Фізичні характеристики кінцевої вибірки рентгенівських джерел, а саме профілі температури, світності, маси, ентропії, часу охолодження та інші, знаходяться у вільному доступі за посиланням <https://ancient-sands-40156.herokuapp.com/>. Дана сторінка була розроблена у співробітництві із науковцями Університету Ватерлоу в Канаді.

Розроблено оригінальні математичні методи моделювання даних і обробки зображень позагалактичних джерел, що дозволило значно покращити точність побудови профілів яскравості/температури рентгенівських галактик та відтворювати структуру Всесвіту за зоною уникнення Молочного Шляху. Серед інших таких результатів, отримано характеристики першого етапу спектрального аналізу в діапазоні 0,3-10 кеВ рентгенівського випромінювання від квазару 3C273 та запропоноване фізичне пояснення походження "м'якого" надлишку в діапазоні 0,3-2,0 кеВ (А.А. Василенко, І.Б. Вавилова, Ю.В. Бабик, М.Ю.Василенко, Д.В. Добричева, В.Ю. Караченцева).

Конкурсний науковий проект молодих вчених НАН України «Методи машинного навчання бінарній морфологічній класифікації великих масивів галактик.

**Етап 1. Методи машинного навчання із застосуванням чисельних параметрів до морфологічної класифікації великих масивів SDSS-галактик»
(2019–2020, № 418Кт, № держреєстрації 0119U102565, наук. кер. Добричева Д.В.)**

Виконано дослідження застосування класичного класифікатора нейронних мереж для бінарної морфологічної класифікації галактик (Е - ранній та L - пізній типи), а саме класифікатор глибинної згорткової нейронної мережі, а саме Xception. Тренувальна вибірка галактик-SDSS була та сама, що і для класичних методів МН, але в даній задачі використовувались тільки зображення і візуально визначений морфологічний тип. Зображення мають розміри 100×100 пікселів, або 25×25 кутових секунд. Використовувалися g , r , i фільтри із SDSS як R-G-B канали для створення зображень. Нетривіальність та актуальність даної задачі полягає в тому, що для навчання моделей використовується відносно маленька вибірка зображень, що накладає обмеження на оцінку якості моделей та їх подальшу експлуатацію. Цей виклик спровокував використання декілька відомих прийомів: аугментація зображень, горизонтальні та вертикальні фліпи, випадкові зсуви на ± 10 пікселів та обертання в межах 180 градусів. Вище перелічені прийоми були випадковим чином застосовані до зображень під час навчання. Виявилось, що глибока згорткова нейронна мережа забезпечує точність 93,5% (95% - E і 86% - S) [11]. Запропоновано метод для отримання переваг з обох підходів (класичні класифікатори машинного навчання та класичний класифікатор нейронних мереж). Показано загальні помилки обох алгоритмів і запропоновано об'єднати обидва підходи для блокування цих помилок, з основною метою підвищити загальну якість класифікації галактик SDSS (Добричева Д.В., Василенко М.Ю.).

Спільний науково-дослідний проект науковців Київського національного університету імені Тараса Шевченка та Національної академії наук України "Дослідження джерел рентгенівського і гамма-випромінювання та перспективи їх спостережень в проекті СТА" (№ 10Ф, 2019-2020 рр.)

Одними з найпотужніших астрофізичних джерел жорсткого випромінювання є активні ядра галактик (АЯГ). Дослідження АЯГ, їх будови та складних фізичних процесів, що обумовлюють спостережні прояви активності у всьому діапазоні електромагнітних хвиль, вже декілька десятиліть залишається одним з найактуальніших напрямів досліджень в астрофізиці. Рентгенівське випромінювання в діапазоні від одиниць до сотень кілоелектронвольт є дуже важливим джерелом інформації про фізичні процеси у самому центрі

АЯГ, адже воно генерується у безпосередній близькості від надмасивної чорної діри (НМЧД). Розповсюджуючись, воно розсіюється, поглинається та перевипромінюється центральними складовими структури АЯГ. Надмасивні чорні діри (НМЧД) знаходяться у центрах більшості масивних галактик, їх маси корелюють з основними характеристиками цих галактик. Такі кореляції є характерними і для центральних галактик у складі галактичних груп і скупчень галактик. Це, в свою чергу, вказує на те, що еволюція чорних дір та великомасштабних структур (в масштабах від галактик до скупчень галактик) є тісно пов'язаними між собою. Поясненням для такої кореляції є використання механізму саморегуляції зворотного зв'язку з АЯГ.

Було створено вибірку дослідження та проведено первинну обробку та аналіз даних 200 об'єктів, а саме найяскравіших галактик у складі скупчень та груп, а також індивідуальних галактик, спостережуваних космічною обсерваторією Chandra. Первинна обробка була проведена за допомогою найновіших версій програмного забезпечення Chandra з використанням файлів калібрування. Для коректного врахування фону від зоряної компоненти у складі міжгалактичного газу було застосовано спектральні моделі різної модифікації, що дало змогу точно визначити температуру, потік, світність, металічність та інші спектральні характеристики міжгалактичного газу. Було побудовано радіальні розподіли фізичних параметрів гарячих атмосфер у складі скупчень, груп та деяких галактик. Такі профілі, в свою чергу, дають можливість розрахувати нагрівання і вплив зворотного зв'язку від активного ядра галактик (Бабик Ю.В.).

Було побудовано рентгенівські спектри ядра галактики NGC 6240, отримані космічною обсерваторією Chandra в енергетичному діапазоні 0.5 — 8 кеВ. Встановлено, що змінність для даного джерела відсутня, таким чином спектри отримані в різні проміжки часу можна поєднати. Використовуючи скрипт combine_spectra в програмному забезпеченні CIAO 4.9 було отримано комбіновані спектри для однакових за розмірами регіонів центральної частини галактики. В подальшому було апроксимовано комбіновані спектри південного і північного ядер галактики в діапазоні 5.5 — 7.0 кеВ. У спектрі також присутня емісійна лінія Fe K α (положення лінії EFe K α = 6.39–0.01+0.01 кеВ і EFe K α = 6.41–0.01+0.01 кеВ). Припускається, що зміщення лінії відносно лабораторного значення зумовлено просторовим рухом подвійної надмасивної чорної діри навколо центру мас системи. Таким чином, в наближенні колової орбіти, оцінка динамічної маси центральної частини галактики розміром 1 кпк становить $2 \times 10^{11} M_{\text{sun}}$ і подвійної надмасивної чорної діри $2 \times 10^9 M_{\text{sun}}$ (науковий керівник від ГАО НАН України – Кравчук С.Г., виконавці від відділу – Бабик Ю.В., Василенко А.А., Василенко М.А., Компанієць О.В.)

Науково-дослідна робота «Створення високоточної багатопозиційної фазової системи «Вега-V» для визначення траєкторій навколосемних високодинамічних об'єктів (БФСТВ). Етап 2. Дослідження шляхів реалізації методів і засобів калібрування та контролю точності багатопозиційної фазової системи траєкторних вимірювань «Вега-V». Проведення оптичних спостережень об'єктів навколосемного космічного простору» в рамках Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень (2018-2022 рр., № 412Кт, наук. кер. М.М. Медведський)

Розроблено математично-програмні комплекси автоматичного виявлення і подальшого супроводження, а також автоматичної фотометричної обробки малих небесних тіл Сонячної системи і штучних супутників Землі на ПЗЗ-кадрах під час спостережень. Нове програмне забезпечення CoLiTeSoft здатне робити автоматичне виявлення, астрометрію та фотометрію астероїдів та комет, – це перше в світі програмне забезпечення, яке робить це одночасно Отримано 5 авторських свідоцтв [33–37] (серед виконавців – Саваневич В.С., Вавилова І.Б. у співпраці).

Складені раніше каталоги 90 екваторіальних координат і зоряних величин Плутона та 2292 положень астероїдів, отриманих по спостереженнях Голосіївської частини проекту ФОН, розміщено за встановленими форматами даних на сайті УкрВО (<http://gua.db.ukrvo.org/starcatalogs.php>) та передано в Strasbourg astronomical Data Center (SDC) (<http://cdsweb.u-strasbg.fr>) (виконавці: Шатохіна С.В., Пакуляк Л.К.) [21–23]

За результатами редуційних обробок фотографічних платівок і плівок із зоряними скупченнями, отриманих по спостереженнях в Балдоне в U і V спектральних смугах, виконано пошук положень астероїдів і комет та проведено аналіз отриманих результатів. Опрацьовано понад 1700 плівок (з фільтром V) та майже 300 платівок (з фільтром U) спостережень на 1.2 м телескопі в Балдоне (Рига, Латвія) в 1967-1993 рр. та складено попередній каталог біля 1700 топоцентричних положень астероїдів; виконано порівняння з даними ефемерид JPL DE431. Отримано значну кількість оригінальних положень в U смузі у ранні 1968-1987 роки спостережень. Однак результати опрацювання плівок у V смузі потребують детального дослідження позиційної точності астероїдів внаслідок особливостей фотоматеріалу і викривлень, які виникають при його скануванні. (виконавці: Їжакевич О.М., Шатохіна С.В. у співпраці). [18, 23]

**Відомча тема «Дослідження світових тенденцій і розробка методів та засобів поширення і популяризації астрономічних знань в Україні»
(тема III-49-18 (392 В); номер держреєстрації 0113U003090)**

Вийшли друком 6 чисел науково-популярного журналу «Світогляд» НАН України і ГАО НАН України обсягом 50,22 обл.-вид. арк. (*комп'ютерна верстка і дизайн С.С. Вавілов*).

Виконано дослідження з історіографії українських та зарубіжних джерел щодо ролі роботи М.І. Кибальчича як одного із засновників ракетно-космічної техніки (*Вавилова І.Б. у співпраці, стаття опублікована в журналі «Космічна наука і технологія», №6, 2019 [15]*). На міжнародній конференції EWASS2019 (Ліон, Франція) представлено усну доповідь щодо найстародавніших астрономічних обсерваторій на сучасних теренах України (*Вавилова І.Б.*).

Продовжується робота з наповнення бази даних «Астрономи - Україна» на веб-сайті УкрВО (*Пакуляк Л.К., Парусімов Г.В.*). Підтримується діяльність і організаційна робота щодо членства України як члена міжнародного наукового журналу «Astronomy & Astrophysics» (*Яцків Я.С., Вавилова І.Б.*).

У рамках святкування 100-річчя Міжнародного астрономічного союзу проведено національний конкурс з надання назв зорі і екзопланеті в рамках проекту IAU100 «NamesExoWorlds». З цією метою було сформовано національні комітет і наглядову раду, оголошено публічний конкурс, під час якого отримано 99 пропозицій назв. Конкурс мав широкий резонанс і публічне обговорення в ЗМІ на початку оголошення (серпень 2019 р.) і на етапі підведення підсумків (грудень 2019 р.). Україні була виділена планетна система HAT-P-15, що знаходиться в сузір'ї Персея. Зоря у цій системі є жовтим карликом (тип G) і поки що недосяжна для спостережень наземними телескопами. Екзопланета HAT-P-15b була відкрита в 2010 році, знаходиться на відстані 0.0965 а.о.д. від зорі, є газовою планетою-гігантом з масою 1,94 мас Юпітера і орбітальним періодом 10,9 діб (<https://exoplanets.nasa.gov/exoplanet-catalog/1229/hat-p-15-b/>). Переможцями національного конкурсу стали назви *Берегиня* (Berehynia) для зорі і *Тризуб* (Tryzub) для екзопланети. *Берегиня* була божеством вод і берегів річки, а з часом набула статусу національної богині - "вогнища матері, захисниці землі". *Тризуб* - найвідоміший стародавній символ України, виکارбований на монетах князя Володимира Великого, який сьогодні є одним із державних символів країни (Малий герб). Обидві назви є національними символами українського народу. Авторами переможних назв стали *Оксана Жикол* (назва зорі) та *Вероніка Лобанська* (назва екзо-планети). Веб-сайт конкурсу в Україні: <https://www.mao.kiev.ua/index.php/ua/namexoworld-news-ua> Підсумки конкурсу будуть опубліковані в журналі «Світогляд», №1, 2020. (*Вавилова І.Б., Яцків Я.С.*)

Науково-педагогічна діяльність

Вавилова І.Б. читає курс лекцій з позагалактичної астрономії для бакалаврів кафедри астрономії і фізики космосу ХНУ ім. Тараса Шевченка, керує роботою аспірантів 1-го року навчання (Інститут фізики НАН України) – Василенко М.Ю. та Компанієць О.В.;

Караченцева В.Ю. була науковим консультантом докторанта Еліїва А.А.;

Василенко А.А. був керівником магістерської роботи Компанієць О.В., студентки кафедри астрономії та фізики космосу ХНУ ім. Т.Г. Шевченка.

В аспірантуру Інституту фізики НАН України поступили Василенко М.Ю. і Компанієць О.В. (наук. кер. Вавилова І.Б.)

У відділі проходили практику студенти 3-го курсу кафедри астрономії та космічної інформації ХНУ ім. В.Н. Каразіна.

Науково-організаційна діяльність

- членство в Спеціалізованій раді Д26.208.01 по захистам дисертацій (Караченцева В.Ю., Федоров Ю.І.),
- членство в редколегіях наукових журналів «Кінематика і фізика небесних тіл» (Федоров Ю.І.) і «Odessa Astronomical Publications» (Вавилова І.Б.), науково-практичного журналу НАН України «Космічна наука і технологія» (Вавилова І.Б.), науково-популярного журналу НАН України і ГАО НАН України «Світогляд» (Вавилова І.Б.),
- діяльність в Українській астрономічній асоціації (УАА), зокрема щодо європейського журналу “Astronomy and Astrophysics” та щодо питань участі українських вчених в МАС і ЄАТ (Вавилова І.Б., віце-президент УАА);
- участь у підготовці меморандуму про співпрацю між ГАО НАН України і Інститутом фізики Білоруської АН, між ГАО НАН України і НАРІТ (Таїланд) (Вавилова І.Б.);
- участь у роботі Ради молодих вчених ГАО НАН України (Компанієць О.В. (голова), Бабик Ю.В., Василенко А.А. (голова-організатор у 2018-2019 рр.), Василенко М.Ю., Добричева Д.В., Торбанюк О.О.).
- рецензування наукових статей, експертиза проектів, опонування на захистах дисертацій (Вавилова І.Б.);
- участь у діяльності Ради з космічних досліджень НАН України (Вавилова І.Б., вчений секретар)
- участь у діяльності інших громадських організацій (зокрема, ГО «Жінки в науці», КНК при НАН України).

Співробітники відділу були серед співорганізаторів таких конференцій:

- Міжнародна конференція “26-та Відкрита конференція молодих вчених з астрономії та фізики космосу”, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, 22-27 квітня 2019 р., Київ. Мета: Сприяння науковим дослідженням студентів та аспірантів у галузі природничо-математичних дисциплін (астрономії, космонавтики, геодезії, геоінформатики), поширення знання, які формують у молоді науковий світогляд (Торбанюк О.О.).

- 6-та Гамовська міжнародна конференція, 11–18 серпня 2019 р., Одеса, Україна (відділ ПАА є організатором секції «Астроінформатика», Вавилова І.Б. – член оргкомітету конференції)

- VII Міжнародна конференція «Космічні технології: сучасне та майбутнє», Дніпро, Україна (21-24 травня 2019 р.), Вавилова І.Б. – член організаційного комітету Секції 7 «Дослідження Місяця й асоціація «Місячного селища»».

Міжнародна співпраця

Підписані договори про співпрацю, в яких співробітники відділу беруть участь:

- Національний астрономічний дослідний інститут Таїланду (NARIT) на 2019-2023 роки (Королівство Таїланд);
- Інститут фізики ім. Б.І. Степанова НАН Білорусі (Республіка Білорусь)
- Шанхайська астрономічна обсерваторія Китайської АН (Китайська Народна Республіка)

У відділі ПАА у 2019 р. приймали проф. Дж. Лонго і М. Капачіолі (Італія), д-ра Д. Мкртічяна (Таїланд), Ю.П. Виблій і І.Сівцов (Білорусь).

Наукове стажування співробітників відділу: Бабик Ю.В., Університет м. Ватерлоо (Канада); Василенко А.А., Астрономічна обсерваторія INAF, м. Болонья (Італія); Елиїв А.А., Інститут астрофізики та фізики космосу INAF, м. Мілан (Італія); Торбанюк О.О., Університет Федерико II, м. Неаполь (Італія).

Популяризація наукових досліджень

Добричева Д.В.: текст “Чому ми бачимо небо блакитним?”. «Наука як мистецтво» – спільний проект науково-популярного журналу “Куншт”, NAMU та Громадського радіо. (<https://kunsht.com.ua/podcast/chomu-nebo-blakytne/>); 07 березня 2019 Радіо Голос Столиці, програма ЗЕМЛЯ 3.0: Астрофізика в Україні <https://www.youtube.com/watch?v=VL9lwucr9Q8&t=409s>); 10 березня 2019 р. лекція в рамках проекту “Science After Dark: театр тіней та наукова лекція про світло”, організований журналом “Куншт”, проектом INSCIENCE та IZONE; 23 травня 2019 р. IX міжнародний фестиваль “Книжковий арсенал”, розмова між вченими астрофізиком Дар’я Добричева, фізиком Сергієм Шарапов, математиком Олексієм Ігнатенко “Що ми розкажемо про нас позаземним цивілізаціям?” програма науково-популярного журналу КУНШТ; 19 серпня 2019 р. “Всесвіт ученого Вороного” науково-популярний журнал КУНШТ (<https://kunsht.com.ua/vsesvit-uchenogo-voronogo/>); 19-20 жовтня 2019 Дніпро, TechFest2019 р. лекція “Що Чумацький Шлях та інші галактики можуть розповісти нам про еволюцію Всесвіту?”;

Вавилова І.Б. і Саваневич В.Є. Участь у виставці-презентації наукових досягнень установ НАН України в рамках XIII Всеукраїнського фестивалю науки: окремий стенд ГАО НАН України з демонстрацією програмних комплексів CoLiTec (17 травня 2019 р.); Вавилова І.Б. інтерв’ю про дослідження Місяця радіостанції «Новое время», проект «Академія наук» (26 січня 2019 р.); виступ на засіданні «Астроосінь у Голосіїві 2019» про проект “NameExoworlds” (<http://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=5696>); опрацювання матеріалів, поданих в огляді В.М. Троян «Форум української наукової діаспори «Розвиток науки шляхом міжнародної співпраці»» для науково-популярного журналу «Світогляд», №2, 2019;

Василенко А.А. Лекція «Колонізація Місяця: реальність та проблеми» та стаття «Наше місце на Місяці» («День», №13-14, 2019 р.) 21 січня 2019 р. (<http://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=4587>); стаття «Темна, як ніч. Все, що треба знати про темну матерію» (<https://kunsht.com.ua/temna-yak-nich/>) 16 травня 2019 р.; «Сонце, галактики і чорні діри. Як працює Головна астрономічна обсерваторія НАН України» для інтернет видання «Українська правда» 17 березня 2019 р. (разом із Добричевою Д.В. і Василенком М.Ю.).

Елиїв А.А. Стаття-інтерв’ю “Настав час уточнити карту Всесвіту”, газета “Освіта України”, 2019 №37, ст. 6 (вересень 2019 р.); див також про премії Президента України <http://www.kdpu-nt.gov.ua/uk/content/maybutnie-nauki-za-moloddu-oglyad-2018>

Компанієць О.В. Участь української команди Moon Explorers у Міжнародному Фестивалі з робототехніки First Championship у м. Г’юстон (США, квітень 2019 р.) в рамках проекту First Lego League junior. Тема сезону Mission Moon (Місія Місяць) та представлення

результатів роботи в рамках Всеукраїнського фестивалю з робототехніки Robotica. Інформація доступна в соц.мережах на офіційних сторінках проєкту First в Україні та сторінці STEM-школи Inventor.

Підготовка експертних висновків

У складі експертної комісії НАН України Яцків Я.С. і Вавилова І.Б. здійснювали експертизу Загальнодержавної цільової комплексної науково-технічної космічної програми України на 2020–2024 рр., розробленої Державним космічним агентством України на замовлення Кабінету міністрів України.

Публікації відділу ПАА

Опубліковані статті =20: Aph.J.-2, MNRAS-3 AN-1 КФНТ-3 ОАР-7 КНіТ-1 AASP-1 ProcIAU-1 SAOSP-1; Ел. видання =4; Онлайн-каталоги=4; Матер конфер=5

Авторські свідоцтва=5

Загалом опубліковано у 2019 р.: статті 33 + тези 35

(у вітчизняних виданнях – 12, у зарубіжних виданнях – 17, у препринтах – 4, у наукових фахових журналах (вітчизняних і зарубіжних), що входять до міжнародних баз даних – 12)

Тези – 35 (Участь у 16 конференціях і робочих нарадах (7 в Україні +9 за кордоном))

Статті, прийняті або подані до друку у 2019 р.=10

Статті (20)

1. Andruk V., Eglitis I., Protsyuk Yu., Akhmetov V., Pakuliak L., Shatokhina S., Yizhakevych O. (2019). PHOTOMETRY OF STARS FOR ASTRONEGATIVES WITH A SINGLE EXPOSURE. *Odessa Astronomical Publications*, vol.32, p. 181-184

2. Andruk V.M., Pakuliak L.K., Eglitis I., Yuldoshev Q., Mullo-Abdolv A., Shatokhina S.V., Yizhakevych O.M., Protsyuk Yu.I., Relke H., Akhmetov V.S., Muminov M.M., Ehgamberdiev Sh.A., Kokhirova G. (2019). ON THE FON ASTROPLATE PROJECT ACCOMPLISHMENT. *Odessa Astronomical Publications*, vol.32, p. 185-188

3. Babyk Iu. V., McNamara B. R., Tamhane P., Nulsen P. E. J. et al. (2019). Origins of molecular clouds in early-type galaxies. *Astrophysical Journal*, vol. 887, No. 2, 149. doi = {10.3847/1538-4357/ab54ce}

4. Babyk Iu.V. (2019). X-ray scaling relations of elliptical galaxies. *Advances in Astronomy and Space Physics*, Vol. 9, p. 8-13.

5. Eglitis I., Yizhakevych O., Shatokhina S., Protsyuk Yu., Andruk V. (2019). ASTEROID SEARCH RESULTS FOR DIGITIZED ASTROPLATES OF 1.2m TELESCOPE IN BALDONE. *Odessa Astronomical Publications*, vol. 32, p.189-191

6. Fedorov, Yu. I. (2019). The Distribution Function of Solar Cosmic Rays under Prolonged Particle Injection. *Kinemat. Physics Celest. Bodies*, vol. 35, issue 5, pp. 203-216. DOI: 10.3103/S0884591319050039

7. Fedorov, Yu. I. (2019). Cosmic-Ray Distribution Function under Anisotropic Scattering of Particles by Magnetic-Field Fluctuations. *Kinemat. Physics Celest. Bodies*, vol. 35, issue 1, pp. 1-16. DOI: 10.3103/S0884591319010021

8. Karachentsev, I. D., Karachentseva, V. E. (2019). A reference sample of face-on bulgeless galaxies. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 485, 1477.

9. Karachentsev, I. D., Karachentseva, V. E. (2019). `Scraggy' dark haloes around bulgeless spiral galaxies. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 486, 3697.

10. Kashibadze O., Karachentsev I., Karachentseva V. (2019). Dwarfs in the entourage of the Local Volume groups: flow tracers and cosmological probes. In: *Proceedings of IAU, IAU Symp.* , vol. 344, pp. 488-490.

11. Khramtsov V., Dobrycheva D.V., Vasylenko M.Yu., Akhmetov V.S. (2019). Deep learning for morphological classification of galaxies from SDSS, *Odessa Astronomical Publications*, vol. 32, p. 21-23.
12. Kolesnyk, Yuriy L.; Shakhov, Boris A.; Bobik, Pavol; Putis, Marian (2019). An exact solution of cosmic-ray modulation problem in a stationary composite heliosphere model. *Mon. Notic. R. Astron. Soc.*, Advance Access, 3343, DOI: 10.1093/mnras/stz3343
13. Kudzej, I., Savanevych, V.E., Briukhovetskyi, O.B. et al. (2019). CoLiTecVS - A new tool for the automated reduction of photometric observations, *Astronomische Nachrichten*, vol. 340, vol. 68, p. 68-70. doi = {10.1002/asna.201913562
14. Parimucha, S., Savanevych, V.E., Briukhovetskyi, O.B. et al. (2019). CoLiTecVS: a new tool for an automated reduction of photometric observations. *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, vol. 49, No. 2, p. 151-153
15. Savchuk V. S., Kushlakova N. M., Vavilova I. B. (2019). Nikolai Kibalchich in the history of world rocket-space technics: discussion questions of domestic and world historiography. *Space Science and Technology*, vol. 25, No 6, 76—89.
16. Shakhov, B. A.; Fedorov, Yu. I.; Kolesnyk, Yu. L. (2019). Kinetic Propagation of Charged Particles in a Magnetic Field at Various Directions of Their Injection. *Kinemat. Physics Celest. Bodies*, vol. 35, issue 4, pp. 153-163. DOI: 10.3103/S0884591319040056
17. Shatokhina S.V., Kazantseva L.V., Andruk V.M. (2019). THE RE-PROCESSING RESULTS OF PHOTOGRAPHIC OBSERVATIONS OF ASTEROIDS WITH GAIA CATALOG AT THE MAO NAS OF UKRAINE. *Odessa Astronomical Publications*, vol.32, p. 199-202
18. Shatokhina S.V., Yizhakevych O.M., Protsyuk Yu.I., Kazantseva L.V., Pakuliak L.K., Eglitis I., Relke H., Yuldoshev Q.X., Mullo-Abdolv A.Sh., Andruk V.M. (2019). ON THE “SOLAR SYSTEM BODIES” ASTROPLATEPROJECT OF THE UKRAINIAN VIRTUAL OBSERVATORY. *Odessa Astronomical Publications*, vol.32, p. 203-207
19. Vasylenko M.Yu., Dobrycheva D.V., Vavilova I.B., Melnyk O.V., Elyiv A.A. Verification of machine learning methods for binary morphological classification of galaxies from SDSS (2019). *Odessa Astronomical Publications*, vol.32, p. 46-51.
- 20 (додано після вже встановленої нумерації по тексту звіту). Harris, Gretchen L. H.; Babyk, Iu. V.; Harris, William E.; McNamara, B. R. *Globular Cluster Systems and X-Ray Atmospheres in Galaxies 2019*, *The Astrophysical Journal*, Vol. 887, Is. 2, article id. 259, 10 pp.

Онлайн-каталоги (4)

20. De Rosa, G., Fausnaugh, M.M., Grier, C.J. ... Pulatova, N.G. et al. (2019). VizieR Online Data Catalog: Continuum-Hbeta light curves of 5 Seyfert 1 (De Rosa+, 2018), *J/ApJ/866/133*
21. Eglitis I., Eglite M., Kazantseva L.V., Shatokhina S.V., Protsyuk Yu.I., Kovylianska O.E., Andruk V.M.(2019). VizieR Online Data Catalog: Topocentric positions of Pluto (Eglitis+, 2018), *VizieR On-line Data Catalog 2019,2019yCat.6155...0E*
22. Shatokhina S.V., Kazantseva L.V., Yizhakevych O.M., Andruk V.M.(2019).VizieR Online Data Catalog: 2292 astrometric positions of asteroids (Shatokhina+,2018) *VizieR On-line Data Catalog 2019,2019yCatp003003401S*
23. Yizhakevych, E.M., Andruk, V.M., Pakuliak, L.K. (2019). VizieR Online Data Catalog: Uranus and Neptune topocentric positions (Yizhakevych+, 2016), vol. 0630, *J/other/OAP/29*

Електронні видання (4)

24. Akhmetov, V., Savanevych, V., Dikov, E. (2019). Analysis of the Indian ASAT test on 27 March 2019. arXiv:1905.09659
25. Elyiv, A., Melnyk, O., Vavilova, I., Dobrycheva, D., Karachentseva, V. (2019). Machine learning computation of distance modulus for local galaxies. arXiv:1910.07317 (подано в *Astron. Astrophys.*)

26. Villarroel, B., Soodla, J., Comeron, S., ... Vavilova, I., Ward, M.J. (2019). The Vanishing and Appearing Sources during a Century of Observations project: I. USNO objects missing in modern sky surveys and follow-up observations of a "missing star". arXiv:1911.05068 (подано в *Astronomical Journal*)

27. Voit G.M., Babul A., Babyk Iu. et al. (2019). Circumgalactic gas and the precipitation limit. *Astro2020 White Paper, Bull. of the Am. Astron. Soc.* (id. 405 (2019), Vol. 51, is.3, p.405-412 (arxiv.org: 1903.11212)

Матеріали конференцій (5)

28. Eglitis I., Eglite M., Shatokhina S.V., Andruk V.M., Protsyuk Yu.I. Asteroids from digitized processing of photographic observations in Baldone. *Proc. Workshop "ASTROPLATE 2016"*, Prague, Villa Lanna, March 2016. Ed. P. Skala.- Prague, 2019, p.1-4.

29. Eglitis I., Eglite M., Kazantseva L.V., Shatokhina S.V., Protsyuk Yu.I., Kovylianska O.E., Andruk V.M. Astrometric and photometric processing of Pluto digitized photographic observations 1961-1996. *Proc. Workshop "ASTROPLATE 2016"*, Prague, Villa Lanna, March 2016. Ed. P. Skala.- Prague, 2019, p.5-8.

30. Eglitis, I., Eglite, M., Andruk, V.N., Pakuliak, L.K. (2019). U-magnitudes of stars and galaxies from the digitized astronegatives of Baldone Schmidt telescope. *Astroplate 2016, Proceeding of a conference held in March, 2016 in Prague, Czech Republic.* Editor Petr Skala. ISBN: 978-80-01-06566-2. Publ. by Czech Technical University in Prague, Prague 2019, p.13-16.

31. Protsyuk, Yu. I., Andruk, V.M., Pakuliak, L.K., Golovnia, V.V., Shatokhina, S.V., Yizhakevych, O.M., Ivanov, G.A., Yatsenko, A.I. (2019). Photographic Survey of the Northern Sky: hidden reserves. In: *Large Surveys with Small Telescopes Past, Present, and Future. Astroplate 2016, Proceeding of a conference held in March, 2016 in Prague, Czech Republic.* Editor Petr Skala. ISBN: 978-80-01-06566-2. Publ. by Czech Technical University in Prague, Prague 2019, p. 43-46

32. Vavilova, I.B., Andruk, V.M., Pakuliak, L.K., Yuldoshev Q., Mullo-Abdolv A., Eglitis I., Relke H., Muminov M. M., Protsyuk Yu. I., Ehgamberdiev Sh. A., Shatokhina S. V., Yizhakevych O. M., Kokhirova G., Kazantseva L. V. (2019). On the FON astroplate project accomplishment. In: *Large Surveys with Small Telescopes Past, Present, and Future (Astroplate III) March 11-13, 2019 Bamberg, Germany, Abstract Booklet*, p. 13-14

Авторські свідоцтва (5)

33. Власенко В.П., Саваневич В.Є., Хламов С.В., Брюховецький О.Б., Вавілова І.Б. (2019). Свід. про реєстр. авт. права № 85428. Україна. Комп'ютерна програма «Програма розрахунку інструментального блиску зірок на CCD-кадрах з нормуванням NormInstBrightStar». Дата реєстрації 06.02.2019.

34. Погорелов А.В., Саваневич В.Є., Хламов С.В., Вавілова І.Б. (2019). Свід. про реєстр. авт. права № 85426. Україна. Комп'ютерна програма «Програма служби обробки та зберігання CCD-кадрів та даних їх обробки CLTService». Дата реєстрації 06.02.2019.

35. Власенко В. П., Саваневич В. Є., Хламов С. В., Брюховецький О. Б., Іващенко Ю. М., Погорелов А. В. (2019). Свід. про реєстр. авт. права № 85427. Україна. Комп'ютерна програма «Програма оцінки положення об'єкта на цифровому кадрі з профілем зображення, що не задається аналітично ObjPosEstimator». Дата реєстрації 06.02.2019.

36. Власенко В. П., Саваневич В. Є., Хламов С. В., Брюховецький О. Б. (2019). Свід. про реєстр. авт. права № 85429. Україна. Комп'ютерна програма «Програма узгодженої фільтрації кадрів телескопу, що отримані без добового ведення MatchedFilter». Дата реєстрації 06.02.2019.

37. Діков Є. М., Саваневич В. Є., Хламов С. В., Брюховецький О. Б., Іващенко Ю. М. (2019). Свід. про реєстр. авт. права № 85430. Україна. Комп'ютерна програма «Програма автоматичного супроводу та відображення об'єктів на CCD-кадрах AutoGuidance». Дата реєстрації 06.02.2019.

Прийнято подано до друку

Статті (7 + 3, що вказані в ел. Виданнях = 10)

38. Savanevych, V.E., Akhmetov, V., Briukhovetskyi, O.B. et al. (2020). CoLiTecVS: software for an automated reduction of photometric observations. *Mon. Notic. R. Astron. Soc.* (accepted)
39. Vasylenko A.A., Vavilova I.B., Pulatova N.G. (2020). Four isolated AGN's: Swift and NuSTAR joint view, *Astronomische Nachrichten* (подано до друку)
40. Vavilova I., Elyiv A., Dobrycheva D., Melnyk O. (2019). Voronoi tessellation in a spatial galaxy distribution (прийнята до друку в журнал *Mathematics and its Applications. Proceedings of the Institute of Mathematics of the NAS of Ukraine*, 2019)
41. Villarroel, B., Soodla, J., Comeron, S., ... Vavilova, I., Ward, M.J. (2020). The Vanishing and Appearing Sources during a Century of Observations Project. I. USNO Objects Missing in Modern Sky Surveys and Follow-up Observations of a Missing Star. *Astronomical Journal*, Vol. 159, No. 1, 8, doi = {10.3847/1538-3881/ab570f (опубліковано)}
42. Караченцева В.Е., Караченцев И.Д., Кашибадзе О.Г. (2020). Звездообразование в тонких дисках спиральных галактик, видимых анфас. *Астрофизика* (прийнято до друку).
43. Компаниец Е.В., Василенко А.А. Структура поглощающей среды в ядре галактики Mrk 417 по данным NuSTAR и Swift/BAT. *Кинемат. физ. неб. тел* (подано до друку)
44. Маловичко П. П., Кызыуров Ю. В. (2020). Развитие шланговой неустойчивости магнитозвукового типа в присутствии высокоскоростных протонных пучков. *Кинемат. физ. неб. тел* (прийнято до друку)

Монографії, посібники (1 + 4 розділи+авторереферат)

45. Вавилова І.Б., Кудря Ю.М., Василенко А.А. (2020). Позагалактична астрономія. Книга 2. Фізичні властивості галактик. Навчальний посібник для студентів вузів. К.: Наукова думка.
46. Vavilova I., Pakuliak L., Babyk Iu., Elyiv A., Dobrycheva D., Melnyk O. (2020). Surveys, Catalogues, Databases and Archives of Astronomical Data. Chapter 5 (48 p.) in "Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation". Eds. P. Skoda, F. Adam. Elsevier, ISBN: 9780128191545
47. Vavilova I., Dobrycheva D., Vasylenko M., Elyiv A., Melnyk O. (2020). Multiwavelength extragalactic surveys: examples of data-mining. Chapter 16 (18 p.) in "Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation". Eds. P. Skoda, F. Adam. Elsevier, ISBN: 9780128191545
48. Pakuliak L.K., Andruk V.M. Applications of big data in astronomy and geosciences: algorithms for photographic images processing and error elimination. Chapter 18 (16 p.) in "Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation". Eds. P. Skoda, F. Adam. Elsevier, ISBN: 9780128191545
49. Вавилова І.Б. (2020). Астроінформатика великомасштабних структур Всесвіту. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук (прийнята до захисту)

Готуються до друку

50. Torbaniuk O. "The mean transmission of the Ly α -forest from the SDSS DR10 quasar spectra" (in preparation)
51. Torbaniuk O., Paolillo M., Longo G., Vignali C., Cavouti S. "The connection between star-formation rate and supermassive Black Hole accretion in the local Universe" (in preparation)
52. Vavilova I.B., Dobrycheva D.V., Vasylenko M.Yu., Elyiv A.A., Melnyk O.V. Machine learning technique for morphological classification of galaxies at $z < 0.1$ from the SDSS (*Astron Astrophys.*, in preparation)
53. Шахов Б.О. Функція Гріна Фокер-Планківського розсіювання при поширенні сонячних космічних променів від миттєвого джерела. (готується в КФНТ)

54. Кизьюров Ю.В. Залежність параметрів спорадичного Е-шару від атмосферної турбулентності, (готується в КФНТ)
55. Kuzyurov Yu. Determination of turbulent energy dissipation rate from sporadic-E parameters in the lower ionosphere (in preparation, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics)

Конференції, тези (35)

В Україні (7 конференцій)

1. XIII-Всеукраїнська студентська конференція “Фізика та науково-технічний прогрес” Харків, Україна, 23-24 квітня 2019

Dobrycheva D.V., Vasylenko M.Yu., Vavilova I.B., Melnyk O.V., Elyiv A.A. “Machine learning technique for morphological classification of galaxies from the SDSS”, Харків, Україна, 23-24 квітня 2019 (усна доповідь);

2. 26th Young Scientists’ Conference on Astronomy and Space Physics, 22-27 квітня 2019 (Київ, Україна),

Torbaniuk O. “Identification of candidate AGNs in multiband digital sky surveys” (усна доповідь)

Olena Kompaniets, A. A. Vasylenko. Compton-thin absorber in type 2 Seyfert Markarian 417 observed by NuSTAR and Swift/BAT, 26th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Kyiv, Ukraine, 2019.

3. VII Міжнародна конференція «Космічні технології: сучасне та майбутнє», Дніпро, Україна (21-24 травня 2019 р.)

Вавилова І.Б. Космические рентгеновские обсерватории: об использовании астрономических баз данных и перспективе участия Украины в будущих миссиях (усна доповідь)

4. Міжнародна конференція “Астрономія та фізика космосу” в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, 29 травня-1 червня 2018 (Київ, Україна)

Kazantseva L., Shatokhina S., Andruk V. The results of astrometric reduction for old photographic observations using the Gaia stellar catalogue, Programm International Conference «Astronomy and Space Physics in Kyiv University», May 28-31, 2019. Book of Abstracts, p. 51-52 (усна доповідь)

Kolesnyk Yu., Shakhov B., The distribution of low energy particles in the heliosheath with take account of deceleration to the solar wind beyond of the termination shock. Intern. Conf. “Astronomy and space physics in the Kyiv University”, 28-31 May, 2019, Book of Abstracts p. 32 (усна доповідь)

Kolesnyk Yu.L., Shakhov B.A., Fedorov Yu.I. Solar cosmic ray distribution function under prolonged particle injection. Intern. Conf. “Astronomy and Space Physics”, Kyiv, 2019. Book of Abstracts, p.27 (усна доповідь)

Kompaniets O.V., Vasylenko A.A. Compton-thin absorber in type 2 Seyfert Markarian 417 observed by NuSTAR and Swift/BAT, Astronomy and Space Physics in the Kyiv University, Kyiv, Ukraine, 2019, Book of Abstracts, pp. 32-33 (усна доповідь)

Shakhov B.A., Fedorov Yu.I., Kolesnyk Yu.L. Kinetics of charged particle propagation in the magnetic field under various directions of their injection. Intern. Conf. “Astronomy and Space Physics”, Kyiv, 2019. Book of Abstracts, p.39 (усна доповідь)

Torbaniuk O. “The mean transmission of the Ly α -forest from the SDSS DR10 quasar spectra” (усна доповідь). Conf. “Astronomy and Space Physics”, Kyiv, 2019. Book of Abstracts, p. 44 (усна доповідь)

5. 6-та Гамовська міжнародна конференція в Одесі, 11–18 серпня, 2019 Одеса, Україна

Dobrycheva D.V., Vasylenko M.Yu., Vavilova I.B., Melnyk O.V., Elyiv A.A. The automated binary morphological classification of galaxies from SDSS (http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2019/08/gamow_final.pdf) (усна доповідь)

Khramtsov V.P., Vasylenko M.Yu., Dobrycheva D.V., Vavilova I.B. Deep learning for morphological classification of galaxies” (http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2019/08/gamow_final.pdf) (постер)

Andruk V., Eglitis I., Protsyuk Yu., Akhmetov V., Pakuliak L., Shatokhina S., Yizhakevych O. Photometry of stars for astronegatives with a single exposure. 6-th Gamov International Conference in Odessa “New Trends in Astrophysics, Cosmology and HEP after Gamov”, 11-18 August, 2019, Odessa, Ukraine (http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2019/08/gamow_final.pdf) (усна доповідь)

Vavilova I.B., Andruk V.M., Pakuliak L.K., Eglitis I., Yuldoshev Q.X., Mullo-Abdolv A.Sh., Shatokhina S.V., Yizhakevych O.M., Protsyuk Yu.I., Relke H., Akhmetov V.S., Muminov M.M., Kokhirova G.I. On the FON astroplate project accomplishment. 6-th Gamov International Conference in Odessa “New Trends in Astrophysics, Cosmology and HEP after Gamov”, 11-18 August, 2019, Odessa, Ukraine (http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2019/08/gamow_final.pdf) (усна доповідь)

Shatokhina S., Kazantseva L., Andruk V. The re-processing results of photographic observations of asteroids with Gaia catalog at the MAO NAS of Ukraine. 6-th Gamov International Conference in Odessa “New Trends in Astrophysics, Cosmology and HEP after Gamov”, 11-18 August, 2019, Odessa, Ukraine (http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2019/08/gamow_final.pdf) (усна доповідь)

Vavilova I.B., Shatokhina S.V., Yizhakevych O.M., Kazantseva L.V., Protsyuk Yu.I., Pakuliak L.K., Eglitis I., Relke H., Yuldoshev Q.X., Mullo-Abdolv A.Sh., Andruk V.M. On the Solar system small bodies astroplate project of the Ukrainian Virtual Observatory. 6-th Gamov International Conference in Odessa “New Trends in Astrophysics, Cosmology and HEP after Gamov”, 11-18 August, 2019, Odessa, Ukraine (http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2019/08/gamow_final.pdf) (усна доповідь)

Eglitis I., Shatokhina S., Yizhakevych O., Protsyuk Yu., Andruk V. Asteroid search results for digitized astroplates of 1.2m telescope in Baldone. 6-th Gamov International Conference in Odessa “New Trends in Astrophysics, Cosmology and HEP after Gamov”, 11-18 August, 2019, Odessa, Ukraine (http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2019/08/gamow_final.pdf) (усна доповідь)

6. Intern. Conf. “Fifth UK-Ukraine-Spain Meeting on Solar Physics and Space Science”, Kyiv, 2019.

Fedorov Yu.I. The cosmic ray distribution function on the initial stage of the solar flare .Intern. Conf. “Fifth UK-Ukraine-Spain Meeting on Solar Physics and Space Science”, Kyiv, 2019. Book of Abstracts, p.17 (усна доповідь)

7. X Conference of Young Scientists "Problems of Theoretical Physics", 23-24 грудня 2019, Київ Україна

Dobrycheva D.V., Vasylenko M.Yu., Khramtsov V.P., Vavilova I.B., "The verification of Machine Learning methods for binary morphological classification of SDSS-galaxies" (<https://indico.bitp.kiev.ua/event/4/abstracts/89/>) (усна доповідь)

Конференції і робочі наради за кордоном (9 конференцій)

8. Workshop on the joint project "Setup of the automatic asteroid search with Thai Robotic Telescope Network" (12-25 січня 2019 р., Чанг Мей, NARIT, Thailand)

Savanevych V.E. Software ColiTec for observations of asteroids and comets (лекція)

9. Large surveys with small telescopes: Past, Present and Future (Astroplate III), March 11-13, 2019, Bamberg, Germany

I.B. Vavilova, V.M. Andruk, L.K. Pakuliak, I. Eglitis, Q.X. Yuldoshev, A.Sh. Mullo-Abdolov, S.V. Shatokhina, O.M. Yizhakevych, Yu.I. Protsyuk, H. Relke, V.S. Akhmetov, M.M. Muminov, Sh.A. Ehgamberdiev, G.I. Kokhirova. On the FON astroplate project accomplishment. Large surveys with small telescopes: Past, Present and Future (Astroplate III), March 11-13, 2019, Bamberg, Germany

I.B. Vavilova, S.V. Shatokhina, O.M. Yizhakevych, L.V. Kazantseva, Yu.I. Protsyuk, L.K. Pakuliak, I. Eglitis, H. Relke, Q.X. Yuldoshev, A.Sh. Mullo-Abdolov, V.M. Andruk. On the "Solar system small bodies" astroplate project of the Ukrainian Virtual Observatory. "Large surveys with small telescopes: Past, Present and Future (Astroplate III), March 11-13, 2019, Bamberg, Germany.

10. 24rd ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research". Essen (Germany), 16-20 June 2019

Kyzyurov Yu. Determination of turbulent energy dissipation rate from sporadic-E parameters in the lower ionosphere. In: Abstracts "24rd ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research". Essen (Germany), 16-20 June 2019. P. 66. (постер)

11. China-Ukraine-Latvia astrometry workshop, China, Shanghai Astronomical Observatory, 18-20 June, 2019

Shatokhina S.V., Andruk V., Eglitis I., Golovnia V. and 13 co-authors. The main results of photographic archive's digitization at the Main Astronomical observatory of the NAS of Ukraine. (лекційна доповідь)

Vavilova I.B. Joint digitized archive of astroplates of the UkrVO: general review (лекційна доповідь)

Vavilova I. Extragalactic astronomy and Astroinformatics research at the Main Astronomical Observatory of the NAS of Ukraine: projects, results, and fields of the cooperation between our observatories (лекційна доповідь)

12. EWASS 2019 - European Week of Astronomy and Space Science, Ліон, Франція, 24 – 28 червня 2019

Khramstov V., Dobrycheva D., Vavilova I. (2019). Morphological Classification of Galaxies with Deep Learning. Lyon, France, June 24-28, 2019 (<http://ewass.kuoni-congress.info/2019/programme/pdf/paperToPdf.php?id=981>) (постер)

Dobrycheva D., Vasylenko M., Vavilova I., Melnyk O., Elyiv A. (2019). Machine learning methods for binary morphological classification of the SDSS galaxies. Lyon, France, June 24-28, 2019 (<http://ewass.kuoni-congress.info/2019/programme/pdf/paperToPdf.php?id=847>) (постер)

Karachentseva V., Karachentsev I., Kudrya Yu., Makarov D., Melnyk O. (2019). Observational Properties of Ultra-flat Galaxies, EWASS-2019, SS 10 «Formation and evolution of bulge-less galaxies», Lyon 2019. <http://ewass.kuoni-congress.info/2019/programme/pdf/paperToPdf.php?id=365> (усна доповідь)

Vavilova I., Vasylenko A., Pulatova N. Isolated AGNs in the near Universe: kinematics, SMBH's masses, multiwavelength properties as a confirmation of internal evolution of their nuclear activity. EWASS-2019, SS 6 “Resolving the impact of AGN on galaxies using observations and simulations”, Lyon, France, June 24-28, 2019. <http://ewass.kuoni-congress.info/2019/programme/pdf/paperToPdf.php?id=979>(постер)

Vavilova I., Elyiv A., Vasylenko M. (2019). A new “algorithm of darning the Zone of Avoidance” of the Milky Way. EWASS-2019, SS33 “Learning the Milky Way: Artificial Intelligence Applications from Solar System to Galaxy Scales”, Lyon, France, June 24-28, 2019. <http://ewass.kuoni-congress.info/2019/programme/pdf/paperToPdf.php?id=984>(постер)

Vavilova I. (2019). The oldest astronomical observatories at the territory of the modern Ukraine. EWASS-2019, LS6 “ Archaeoastronomy in an International Context”, Lyon, France, June 24-28, 2019. <http://ewass.kuoni-congress.info/2019/programme/pdf/paperToPdf.php?id=989> (усна доповідь)

Kazantseva L., Shatokhina S., Andruk V. (2019). The results of astrometric reduction for old photographic observations using the Gaia stellar catalogue. EWASS-2019, SS1 “Recovering an old sky: archive data at full accuracy by Gaia calibrations”, Lyon, France, June 24-28, 2019. <http://ewass.kuoni-congress.info/2019/programme/pdf/paperToPdf.php?id=1127> (постер)

13. International conference "Tracing Cosmic Evolution with clusters of Galaxies", July 8-12, 2019, Italy

Kashibadze O., Karachentsev I., Karachentseva V. (2019). Kinematic study of the Virgo cluster, Int. confer. "Tracing Cosmic Evolution with clusters of Galaxies", July 8-12, 2019, Italy. (усна доповідь)

14. X-ray astronomy conference 2019, 8-13 вересня 2019 (Bologna, Italy)

Torbaniuk O. et al. “The connection between star-formation rate and supermassive Black Hole accretion in the local Universe” (постер)

15. International Conference “Diversity of the Local Universe”. Nizhnyj Arhyz, SAO RAN, Sept 30-Oct 4, 2019, Russia.

Kashibadze O., Karachentsev I., Karachentseva V. (2019). Kinematic study of the Virgo cluster, Int. confer. “Diversity of the Local Universe”. Nizhnyj Arhyz, SAO RAN, Sept 30-Oct 4, 2019, Russia. (усна доповідь)

16. Active Galactic Nuclei 13: Beauty and the Beast (AGN'13), 9-12 жовтня 2018 (Milan, Italy)

Torbaniuk O. “Dependence of equivalent width of quasar emission lines on UV spectral index, quasar luminosity and BH mass”
<https://indico.ict.inaf.it/event/524/attachments/1018/2933/Booklet.pdf> (усна доповідь)

Відділ позагалактичної астрономії та астроінформатики					
ПІБ	Посада	Науковий ступінь, вчене звання	Напрямок наукової діяльності, спеціальність	Рік початку роботи в установі	h-index (за даними SCOPUS; WoS, ADS/NASA)
1. Вавилова Ірина Борисівна 10.07.1959р.	завідувач відділу, в.о. зав. лаб.	канд. фіз.-мат. наук; стар. наук. співроб., доцент	позагалактична астрономія, астроінформатика; астро- фізика, радіоастрономія	2007	h= 8 (SCOPUS) h= 19 (ADS/NASA)
Лабораторія великомасштабної структури Всесвіту (посада зав. лаб. вакантна)					
2. Караченцева Валентина Юхимівна	пров. наук. співроб.	доктор фіз.-мат. наук; ст. наук. співроб.	позагалактична астрономія; астрофізика, радіоастрономія	2009	h= 29 (SCOPUS) h= 34 (ADS/NASA)
3. Елійв Андрій Андрійович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2007	h= 15 (SCOPUS) h= 17 (ADS/NASA)
4. *Бабик Юрій Вікторович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2012	h= 6 (SCOPUS) h= 12 (ADS/NASA)
5. Мельник Ольга Вячеславівна (гром. засадах)	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2017	h= 12 (SCOPUS) h= 14 (ADS/NASA)
6. *Василенко Анатолій Андрійович	наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2014	h= 0 (SCOPUS) h= 3 (ADS/NASA)
7. *Добричева Дар'я Вікторівна	наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астроінформатика; астрофізика, радіоастрономія	2013	h= 1 (SCOPUS) h= 5 (ADS/NASA)
8. *Пулатова Надія Григорівна	наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2014	h= 7 (SCOPUS) h= 7 (ADS/NASA)
9. *Торбанюк Олена Олександрівна	наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астроінформатика; астрофізика, радіоастрономія	2014	h= 1 (SCOPUS) h= 2 (ADS/NASA)
10. *Василенко Максим Юрійович	мол. наук. співроб.	магістр	позагалактична астрономія; фізика і астрономія	2018	h= 0 (SCOPUS) h= 1 (ADS/NASA)
11. *Компанієць Олена Володимирівна	мол. наук. співроб.	магістр	позагалактична астрономія; астроф. Високих енергій	2019	h= 0 (SCOPUS) h= 1 (ADS/NASA)
Лабораторія космічних променів					
11. Шахов Борис Олексійович	завідувач лабораторії, заст. зав. відділу на гром. засадах	канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	1984	h=4 (SCOPUS) h=7 (ADS/NASA)
12. Федоров Юрій Іванович	пров. наук. співроб.	доктор фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	1984	h=5 (SCOPUS) h=7 (ADS/NASA)
13. Кизьюров Юрій Веніамінович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	1984	h=1 (SCOPUS) h=1 (ADS/NASA)
14. Колесник Юрій Леонідович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	2005	h=1 (SCOPUS) h=3 (ADS/NASA)
15. Маловічко Павло Петрович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, теоретична ядерна фізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	1984	h=4 (SCOPUS) h=6 (ADS/NASA)
16. *Клюєва Антоніна Ігорівна	мол. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	2010 (звільнена в 2019 р.)	h=0 (SCOPUS) h=1 (ADS/NASA)
Група астроінформатики					
17. Саваневич Вадим Євгенович (гром. засадах)	ст. наук. спів роб.	доктор техн. наук; професор	астроінформатика, ІТ-технології	2018 (звільнений у 2019 р.)	h=1 (SCOPUS) h=4 (ADS/NASA)
18. Пакуляк Людмила Казимирівна (гром. засадах)	ст. наук. спів роб.	канд. фіз.-мат. наук	астроінформатика, астрометрія	1982	h=4 (SCOPUS) h=14 (ADS/NASA)
19. Їжакевич Олена Михайлівна	наук. співроб.	-	астроінформатика, астрометрія	1974	h=4 (SCOPUS) h=12 (ADS/NASA)
20. Шатохіна Світлана Вадимівна	наук. співроб.	-	астроінформатика, астрометрія	-	h=4 (SCOPUS) h=12 (ADS/NASA)
21. Артеменко Тетяна Геннадіївна	пров. інженер	-	астроінформатика, історія астрономії	2007	h=1 (SCOPUS) h=1 (ADS/NASA)
21. Головін Олександр Володимирович (гром.зас.)	пров. інженер	-	астрономія	2010	h=4 (SCOPUS) h=6 (ADS/NASA)

– Загальні показники відділу/лабораторії

– Монографії					– Статті, кількість				Тези, кількість
Кількість	Обсяг (обл.-вид. арк.)				Підручники, навчальні посібники, кількість	Довідники, науково-популярна література, кількість	Опубліковані брошури, рекомендації, методики, кількість	– у вітчизняних виданнях	
0	0	0	0	0	12	17	4	12	35

Статистичні дані щодо міжнародного співробітництва відділу ПАА

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		Публікації та лекційна діяльність за кордоном			Міжнародні відзнаки українських учених	Гранти	
Загальна кількість	Почато в 2019 р.	Загальна кількість вііздів	Загальна кількість осіб		Угоди	Спільні лабораторії	Спільні групи	За кордоном	На території України	Загальна кількість	Монографії	Статті	Лекції	Загальна кількість		Отриманих у 2019 р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
6	1	14	10	5	3	0	0	7	9	2	0	17	4	0	11	11	

IV. Дані про створену та впроваджену наукову і науково-технічну продукцію

Класифікація наукової (науково-технічної) продукції	Створено продукції				Впроваджено продукції			
	Фундаментальні дослідження		Прикладні дослідження		Фундаментальні дослідження		Прикладні дослідження	
	Загальний фонд	Спеціальний фонд	Загальний фонд	Спеціальний фонд	Загальний фонд	Спеціальний фонд	Загальний фонд	Спеціальний фонд
1. Види виробів (прилади і системи, пристрої, агрегати, установки та їх компоненти; лабораторні макети і дослідні зразки; хімічні речовини, препарати, біологічно активні речовини; програмні продукти)		1 програмо-математичне забезпечення (код 1230)				5 авторських свідоцтв (код 1230)		
1.1. з них техніки								
2. Технології								
3. Матеріали								
4. Сорти рослин та породи тварин								
5. Методи, теорії (в тому числі і наукові концепції)	6							
6. Інше:								
6.1. Заключні чи проміжні звіти	4							
6.2. Монографії (або їх глави)	-							
6.3. Підручники, посібники, довідники, словники	-							
6.4. Рекомендації, методичні рекомендації, технологічні рекомендації, методики, технологічні інструкції.	-							
6.5. Проекти законодавчих та нормативних актів (закон, концепція, стратегія, стандарт тощо)	-							
6.6. Математичні моделі	-							
6.7. Технічна документація, технічні умови, стандарт, регламент, тощо	-							
6.8. Наукові, аналітичні доповіді та записки	-							
6.9. Експертні (науково-експертні) висновки	1							
6.10. Штами та лінії мікроорганізмів, культури клітин; дослідні та експериментальні зразки біологічного походження, колекції								

17 одиниць