

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ

Директор ГАО НАН України  
академік НАН України

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ Я.С. Яцків

**Звіт**  
**відділу позагалактичної астрономії та астроінформатики**  
**за 2021 рік**

Завілувач відділу  
позагалактичної астрономії  
та астроінформатики

\_\_\_\_\_ І.Б. Вавилова

Київ – 2021

## Зміст

1	Загальні показники відділу ПАА за 2021 рік	3
2	Короткі звіти по темам, що виконувалися у 2021 році	10
3	Науково-педагогічна і науково-організаційна діяльність	22
4	Таблиці для річного звіту ГАО НАН України	25
5	Перелік публікацій співробітників відділу ПАА	28

## 1. Загальні дані про діяльність співробітників відділу у 2021 році

**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.** На кінець 2021 року в структурі відділу – 2 лабораторії (лабораторія великомасштабної структури Всесвіту і лабораторія космічних променів) та група астроінформатики.

У відділі в 2021 р. працювали 28 співробітників, з яких 6 – на громадських засадах, 3 – за сумісництвом (два аспіранти Інституту фізики НАН України і 1 магістр кафедри астрономії та фізики космосу фізичного факультету КНУ імені Тараса Шевченка), 1 – за труд. угодою. Науковці: 4 доктора наук, 14 кандидатів наук. Середній вік співробітників – 47 років. Молодих науковців – 10 співробітників.

У лабораторії великомасштабної структури Всесвіту у 2021 р. працювали 13 наукових співробітників, із яких 1 – на громадських засадах, 4 – за сумісництвом. У складі лабораторії 2 доктора наук, 8 кандидатів наук, у т.ч. 8 – молоді вчені. Середній вік співробітників лабораторії становить 39 років. Посада завідувача лабораторії є вакантною, тимчасово ці обов'язки виконує завідувач відділу.

У лабораторії космічних променів у 2021 р. працювали 6 наукових співробітників. У складі лабораторії 1 доктор наук, 5 кандидатів наук (1 – на громадських засадах, молодий вчений). Середній вік співробітників лабораторії становить 56 років. Завідувач лабораторії до 02.12.2021р. – Шахов Б.О.

У групі астроінформатики у 2021 р. працювали 6 наукових співробітників, серед яких 1 – доктор наук (на громадських засадах), 1 кандидат наук (на громадських засадах), 1 – молодий вчений (на громадських засадах); середній вік становить 59 років.

Аспіранти відділу: 3-го року навчання (Інститут фізики НАН України) – Василенко М.Ю. та Компанієць О.В.; 2-го року навчання (Інститут фізики НАН України) – Извекова І.О.

### ***Зміни у штатному розкладі, які відбулися в 2021 р.***

В січні 2021 року Пулатова Н.Г. відповідно до результатів конкурсу була переведена на посаду старшого наук. спів роб. відділу позагалактичної астрономії та астроінформатики. На посаді головного наук. співроб. рішенням Президії НАН України затверджено доктора фіз.-мат. наук Караченцеву В.Ю.

До конкурсної комісії ГАО НАН України було подано документи Золотухіної А.В. на посаду мол. наук. співроб. відділу ПАА; канд. фіз.-мат. наук О.М. Сергієнко (АО КНУ) на посаду ст. наук. співроб. відділу ПАА; Артеменко Т.Г. на посаду мол. наук. співроб. лабораторії МІЗОН-А – всі конкурсні справи затверджено рішенням вченої ради від 16.12.2021. У серпні 2021 р. до відділу зарахована Бургазлі А.Ю. на посаду постдока за конкурсом НАН України на період 2021-2024 рр.

2 грудня 2021 р. пішов із життя завідувач лабораторії космічних променів, канд. фіз.-мат наук Шахов Б.О.

16 грудня 2021 р. оголошено конкурси на заміщення вакантних посад завідувачів лабораторії ВМС Всесвіту і лабораторії космічних променів.

Наукове стажування співробітників відділу: Бабик Ю.В., Каліфорнійський університет (м. Ірвайн, США); Василенко А.А., Астрономічна обсерваторія Римського університету (м. Рим, Італія, віртуально); Еліїв А.А., Інститут астрофізики та фізики космосу ІНАФ (м. Мілан, Італія); Торбанюк О.О., Університет Федерико II (м. Неаполь, Італія); Компанієць О.В., Астрономічна обсерваторія Інституту астрофізики та фізики космосу (INAF/OAS, м. Болонья, Італія).

Робота більшості співробітників відділу проходила в дистанційному режимі за причини COVID-19. Окремі співробітники працювали не на повну ставку.

**Особисті відзнаки і нагороди співробітників відділу.** Василенко А.А. – стипендіат Президента України (2020–2022); Добричева Д.В. – стипендіат НАН України (2021–2023), Бабик Ю.В. – стипендіат НАН України (2020–2022).

Вавилова І.Б. обрана членом-кореспондентом НАН України зі спеціальності «астрофізика, космологія».

**Дисертації:**

Еліїв А.А. подав до захисту дисертацію «Космічні войди: структура та фізичні процеси в них та навколо» на здобуття наукового ступеня доктора фіз.-мат. наук (наук. конс. Вавилова І.Б.).

Уточнено тему кандидатської дисертації Шатохіної С.В. «Астрометрична та фотометрична редукція даних спостережень астероїдів з оцифрованих астронегативів УкрВО» (наук. кер. Вавилова І.Б.).

**Члени Міжнародного астрономічного союзу** (12): Бабик Ю.В., Вавилова І.Б., Василенко А.А., Добричева Д.В., Еліїв А.А., Караченцева В.Ю., Ключєва А.І. (юніор), Колесник Ю.Л., Мельник О.В., Пулатова Н.Г., Саваневич В.Є., Торбанюк О.О. (юніор).

**Члени Європейського астрономічного товариства** (9): Бабик Ю.В., Вавилова І.Б., Василенко А.А., Добричева Д.В., Еліїв А.А., Караченцева В.Ю., Мельник О.В., Пулатова Н.Г., Торбанюк О.О.

**Члени Міжнародної академії астронавтики** – Вавилова І.Б. (академік).

**Члени Української астрономічної асоціації** (10): Бабик Ю.В., Вавилова І.Б., Василенко А.А., Добричева Д.В., Еліїв А.А., Караченцева В.Ю. (почесний член), Мельник О.В., Пулатова Н.Г., Саваневич В.Є., Торбанюк О.О.

**У 2021 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.).

Науковий проєкт «е-Астрономія: властивості і розподіл галактик за спектральними і фотометричними даними оглядів неба (програмно-цільова та конкурсна тематика НАН України за напрямом «Підтримка пріоритетних для держави наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок Відділення фізики і астрономії НАН України» (2020–2021, науковий керівник Вавилова І.Б.).

Науковий проєкт «Багатохвильові властивості галактик із активними ядрами в різному оточенні за даними космічних і наземних телескопів» (2021-2022, Гранти НАН

України дослідницьким лабораторіям/групам молодих вчених НАН України для проведення досліджень за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки 2021-2022 рр., науковий керівник Бабик Ю.В.)

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., Торбанюк О.О.).

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 4, науковий керівник – Шахов Б.О.).

Науковий проєкт «Генеративне змагальне машинне навчання для моделювання великомасштабної структури, властивостей об'єктів та фізичних явищ у Всесвіті» (2021-2023, Цільова програма наукових досліджень НАН України «Математичне моделювання у міждисциплінарних дослідженнях процесів і систем на основі інтелектуальних суперкомп'ютерних, ґрид- і хмарних технологій» 2021-2025 рр., науковий керівник Вавилова І.Б.)

Спільний науково-дослідний проєкт науковців Київського національного університету імені Тараса Шевченка та НАН України на 2019–2021 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.).

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.).

Співробітники Добричева Д.В. і Василенко М.Ю. є виконавцями наукової роботи «Виявлення та аналіз кометної активності і позасонячних планетних системах» (науковий керівник Павленко Я.В.) Національного фонду досліджень України; Василенко А.А. є виконавцем наукової роботи «Астрофізичні релятивістські галактичні об'єкти (АРГО): життєвий шлях активних ядер» (науковий керівник Берцик П.П.) Національного фонду досліджень України

. Науково-дослідна робота «Систематизація статей додатків до журналу "Космічна наука і технологія" за 2001-2005 роки у міжнародному форматі» (2019-2022, договір з КБ Південне ім. М.К. Янгеля, керівник – Вавилова І.Б., виконавці – Бульба Т.П., Вавілов С.С., Гладкохата Л.В., Клименко О.В., Пакуляк Л.К.)

### **Найголовніші наукові результати**

Виконано верифікацію нового методу відновлення відстаней до галактик та реконструкції розподілу великомасштабних структур Місцевого Всесвіту ( $z < 1$ ) із використанням вибірки ~464 тисячі галактик SDSS DR14. Найвагомими параметрами для розробки регресійних моделей машинного навчання виявилися величини потоків випромінювання у різних смугах пропускання, логарифми кутових радіусів галактик та обернений індекс концентрації. Виявлено, що використання моделі регресії ANN із двома прихованими шарами є найефективнішим – похибка становить 0,046m (8 %), що порівняно з первинними методами отримання відстаней до галактик (Н.Г.Дяченко, А.А.Еліїв, І.Б. Вавилова, Д.В. Добричева, М.Ю. Василенко).

Процес модуляції космічних променів високих енергій за їх взаємодії з геліосферними магнітними полями проаналізовано з використанням спостережних даних космічних апаратів Voyager 1, Voyager 2, PAMELA, IMP-8, AMS та інших. На основі цих даних та розв'язку рівняння переносу космічних променів вперше показано, що рівень модуляції протонів з енергією порядку 100 GeV становить всього кілька процентів (Б.О. Шахов, Ю.Л. Колесник). Досліджена можливість генерації кінетичних альвенівських хвиль пучками

високошвидкісних протонів поблизу головної ударної хвилі магнітосфери Землі (П.П. Маловічко, Ю.В. Кизьюров).

Представлено результати фотометричних спостережень двох блазарів : BL Lacertae та 1ES 1426+428 у фільтрах BVRI системи Джонсона/Бесселя, які проходили протягом 2018–2020 років. Спостереження проводилися на 2-х телескопах: АЗТ-8, спостережної станції в с. Лісники Астрономічної обсерваторії КНУ імені Тараса Шевченка (Київська область, Україна) та Цейс-600 високогірної обсерваторії «Пік Терскол» Міжнародного центру астрономічних і медико-екологічних досліджень (МЦ АМЕД) НАН України. Всього було отримано і оброблено понад 60 ночей спостережень. Для обох об'єктів зафіксовані коливання блиску у 2018-2020 рр. до 1m (однієї зоряної величини) у фільтрах BVRI системи Джонсона/Бесселя при загальній похибці  $\approx 0,03m - 0,1m$ . Для BL Lacertae 17/18.11.2018 року також виявлено добову (IDV) змінність. Виявлена часткова кореляція змін блиску з низькою часовою роздільною здатністю (понад тиждень) між отриманими нами фотометричними оптичними спостереженнями і даними гама-телескопа Фермі у 2018-2020 роках потребує додаткового дослідження (Ізвєкова І.О., Пулатова Н.Г.).

Виконані роботи з визначення нових положень у системі каталогів Gaia (релізи DR2 і EDR3) і каталогу Tycho-2 за результатами оригінальних минулих опрацювань 591 спостереження малих планет, отриманих з телескопом ПДА в 1952-1986 рр.. Результати порівнянь різниць О-С вказують на значне покращення випадкових і систематичних складових точності координат астероїдів для нових положень порівняно з попередніми оригінальними. Дані переобробки спостережень будуть використані для систематизації всіх фотографічних спостережень астероїдів в ГАО (Штохіна С.В).

### Наукометричні показники у 2021 р.

<b>Відділ позагалактичної астрономії та астроінформатики</b>					
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.	доктор фіз.-мат. наук; стар. наук. співроб., доцент	позагалактична астрономія, астроінформатика; астро-фізика, радіоастрономія	2007	h= 10 (SCOPUS) h= 20 (ADS/NASA)
<b>Лабораторія великомасштабної структури Всесвіту (посада зав. лаб. вакантна)</b>					
2. Караченцева Валентина Юхимівна	пров. наук. співроб.	доктор фіз.-мат. наук; ст. наук. співроб.	позагалактична астрономія; астрофізика, радіоастрономія	2009	h= 31 (SCOPUS) h= 37 (ADS/NASA)
3. Еліїв Андрій Андрійович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2007	h= 18 (SCOPUS) h= 21 (ADS/NASA)
4. **Бабик Юрій Вікторович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2012	h= 9 (SCOPUS) h= 24 (ADS/NASA)

5. Мельник Ольга Вячеславівна (на громадських засадах)	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2017	h= 15 (SCOPUS) h= 19 (ADS/NASA)
6. **Василенко Анатолій Андрійович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2014	h= 3 (SCOPUS) h= 3 (ADS/NASA)
7. **Добричева Дар'я Вікторівна	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астроінформатика; астрофізика, радіоастрономія	2013	h= 2 (SCOPUS) h= 6 (ADS/NASA)
8. Пулатова Надія Григорівна	наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2011	h= 8 (SCOPUS) h= 8 (ADS/NASA)
9. **Торбанюк Олена Олександрівна	наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астроінформатика; астрофізика, радіоастрономія	2014	h= 1 (SCOPUS) h= 3 (ADS/NASA)
10. **Василенко Максим Юрійович (за сумісництвом)	мол. наук. співроб.	магістр	позагалактична астрономія; фізика і астрономія	2018	h= 3 (SCOPUS) h= 3 (ADS/NASA)
11. **Компанієць Олена Володимирівна (за сумісництвом)	мол. наук. співроб.	магістр	позагалактична астрономія; астроф. Високих енергій	2019	
12. **Дяченко Надія Михайлівна (за сумісництвом)	Інж. 1 кат.	бакалавр	позагалактична астрономія; фізика і астрономія	2020	
13. **Ізвєкова Інна Олександрівна (на громадських засадах)	мол. наук. спів роб.	магістр	позагалактична астрономія; фізика і астрономія	(2020)	h= 1 (SCOPUS) h= 2 (ADS/NASA)
**14. Бургазлі Альвіна	постдок	магістр	Космологія астроінформатика	2021	h= 2 (SCOPUS) h= 3 (ADS/NASA)

<b>Лабораторія космічних променів</b>					
15. Шахов Борис Олексійович	завідувач лаборато рії, заст. зав. відділу на гром. засадах	канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	1984	h=5 (SCOPUS) h=8 (ADS/NASA)
16. Федоров Юрій Іванович	пров. наук. співроб.	доктор фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, геліо фізика і фізика Сонячної системи	1984	h=5 (SCOPUS) h=12 (ADS/NASA)
17. Кизьюров Юрій Веніамінович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, геліо фізика і фізика Сонячної системи	1984	h=1 (SCOPUS) h=2 (ADS/NASA)
18. Колесник Юрій Леонідович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	астрофізика, геліо фізика і фізика Сонячної системи	2005	h=2 (SCOPUS) h=3 (ADS/NASA)
19. Маловічко Павло Петрович	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, теоре тична ядерна фізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	1984	h=4 (SCOPUS) h=8 (ADS/NASA)
20. **Клюєва Антоніна Ігорівна (на громадських засадах)	мол. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	астрофізика, геліо фізика і фізика Сонячної системи	2010 (з 2019 р.)	h= 0 (SCOPUS) h= 1 (ADS/NASA)
21 Сергієнко Ольга Миколаївна	ст. наук. співроб	канд. фіз.-мат. наук	Космологія; Астрофізика високих енергій	Труд угода	h= 10 (SCOPUS) h= 12 (ADS/NASA)
<b>Група астроінформатики</b>					
22. Саваневич Вадим Євгенович (на громадських засадах)	ст. наук. спів роб.	доктор техн. наук; професор	астроінформатика, ІТ-технології	2018 (з 2019 р.)	h=8 (SCOPUS) h=5 (ADS/NASA)
23. Пакуляк Людмила Казимирівна (на громадських засадах)	ст. наук. спів роб.	канд. фіз.-мат. наук	астроінформатика, астрометрія	1982	h=7 (SCOPUS) h=18 (ADS/NASA)
24. Їжакевич Олена Михайлівна	наук. співроб.	-	астроінформатика, астрометрія	1974	h=4 (SCOPUS) h=14 (ADS/NASA)
25. Шатохіна Світлана Вадимівна	наук. співроб.	-	астроінформатика, астрометрія		h=3 (SCOPUS) h=14 (ADS/NASA)

26. Золотухіна Анастасія Валеріївна	мол. наук. співроб.	-	астроінформатика, астрометрія		h=2 (SCOPUS) h=2 (ADS/NASA)
27. Артеменко Тетяна Геннадіївна	пров. інженер	-	астроінформатика, історія астрономії	2007	h=1 (SCOPUS) h=3 (ADS/NASA)
28. **Головін Олександр Володимирович (на громадських засадах)	пров. інженер	-	астрофізика	2010	h=6 (SCOPUS) h=7 (ADS/NASA)

\*\* - науковці віком до 35 років

## 2. Короткі звіти по темам, що виконувалися у 2021 році

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

Тема № 409В 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 – І.Б. Вавилова, В.Ю. Караченцева, А.А. Елійв, Ю.В. Бабик, О.В. Мельник, Д.В.Добричева, А.А. Василенко, О.О. Торбанюк, Н.Г. Пулатова, М.Ю. Василенко, А.Ю. Бургазлі, О.В. Компанієць, Л.К. Пакуляк, О.М. Їжакевич, С.В. Шатохіна, А.В. Золотухіна, Т.Г. Артеменко).

#### Результати виконавців лабораторії ВМС Всесвіту:

Завершено дослідження щодо верифікації методів машинного навчання (МН), які застосовуються для бінарної морфологічної класифікації галактик (E – ранній та L – пізній типи). Вибірка містить 300 000 SDSS-галактик з DR9, що не мають визначеного морфологічного типу на червоному зміщенні  $0.02 < z < 0.1$  з абсолютними зоряними величинами  $-24 < M_r < -19.4$ . 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  $M_u$ ,  $M_g$ ,  $M_r$ ,  $M_i$ ,  $M_z$ , показники кольору  $M_u - M_r$ ,  $M_g - M_i$ ,  $M_u - M_g$ ,  $M_r - M_z$ , зворотній індекс концентрації до центру галактик. Вперше доведено високу ефективність встановлення бінарної класифікації на основі фотометричних даних методами опорних векторів (загальна точність 96.4%, для раннього типу галактик 96.1%, для пізнього 96.9%) та випадкового лісу (загальна точність 95.5%, для раннього типу 96.7%, для пізнього типу 92.8%). Із використанням методів глибинного навчання досягнуто точності 94% для візуальної класифікації зображень галактик, а також їхніх внутрішніх особливостей (67%– 97%).

Вперше проаналізовано проблемні точки і межі застосувань методів машинного навчання фотометричним параметрам із урахуванням еволюційних властивостей галактик на космологічних масштабах Місцевого Всесвіту (галактики, видимі плазом і з ребра; галактики з балджем; відсутність залежності точності методів від червоного зміщення галактик; фотометричні особливості галактик раннього і пізнього типу та їх вплив на морфологічну класифікацію, інші властивості). Застосовуючи метод опорних векторів до вибірки 316 031 галактик SDSS DR9 на  $z < 0.1$  з невідомими морфологічними типами, підготовлено каталог 139,659 E і 176,372 L типів галактик.

Було перевірено теорію негравітаційного механізму нагріву – механізму зворотнього зв'язку від активного ядра галактики (AGN feedback), ре-зультатом якого є тісна кореляція між масами гарячого та холодного газів, що вказує на походження холодного газу внаслідок охолодження гарячого. Хоча досі загальноприйнятою теорією вважається, що холодний газ утворювався в результаті злиття галактик, викиду газу під час вибуху наднових та під час активного зореутворення.

Теоретичні розрахунки для співвідношення між світністю і температурою показують нахил 2, тоді як спостереження дають 2.7 – 3 для скупчень, 3–4 для груп галактик і 4–5 для еліптичних галактик. Надмасивні чорні діри, що знаходяться в ядрах центральних наймасивніших галактик скупчень та груп взаємодіють із навколишнім газом завдяки джетам, які пронизують міжгалактичний та міжкластерний простір на десятки і сотні кілопарсек і нагрівають їх. Такий обмін теплом проходить циклічно, у т.ч. через механізм

зворотнього зв'язку. Гарячий газ охолоджується і опускається до надмасивних чорних дір, де відбувається акреція такого газу на чорну діру, завдяки акреції утворюються високоенергетичні джети, які пронизують газ і знову нагрівають його.

Для ізольованих еліптичних галактик розраховано відношення орбітальної маси до світності ( $M_{\text{orb}}/L_K = 74 \pm 26 M_{\text{Sun}}/L_{\text{Sun}}$ ). Таке високе відношення маси гало до зоряної маси порівняно із середнім значенням ( $20 \pm 3$ )  $M_{\text{Sun}}/L_{\text{Sun}}$  для спіральних галактик без балджів вказує на істотну різницю в динамічній еволюції галактик ранніх та пізніх типів.

Виконано оцінку вхідних параметрів для моделювання динамічної еволюції подвійної надмасивно чорної діри (НМЧД) в галактиці NGC 6240 Місцевого Всесвіту за даними Chandra ( $z = 0.0243$ ). Для оцінки маси було зроблено припущення, що північне та південне ядро утворюють зв'язану систему. У наближенні колової орбіти, оцінка динамічної маси центральної частини галактики розміром 1 кпк становить  $2.47 \times 10^{11} M_{\text{Sun}}$  і подвійної надмасивної чорної діри  $2.47 \times 10^9 M_{\text{Sun}}$ . На основі отриманих результатів було проведено моделювання динамічної еволюції подвійної НМЧД із використанням ньютонівської та постньютонівської механіки. В рамках класичної механіки злиття НМЧД не може бути реалізовано, оскільки система є замкненою і не передбачає втрат енергії. Проте, коли відстань між НМЧД стає меншою, ніж 100 гравітаційних радіусів, частина енергії системи йде на випромінювання гравітаційних хвиль, що чисельно можна врахувати при використанні коду із постньютонівськими наближеннями.

Виконано дослідження окремих галактик, чії властивості є пекулярними або протирічають ієрархічному сценарію еволюції. Зокрема з бази даних АССЕРТ було знайдено 5 галактик, в яких центральний час охолодження становить менше  $10^9$  років, проте, на відмінну від інших, в цих галактиках не спостерігається ознак ліній  $\text{H}\alpha$  і холодного газу. Для цих галактик було підтверджено наявність негравітаційного механізму нагріву внаслідок зворотнього зв'язку від активного ядра галактики: отримано тісну кореляцію між масами гарячого та холодного газів, що вказує на походження холодного газу внаслідок охолодження гарячого. Зауважимо, що загальноприйнятою теорією вважається, що холодний газ утворювався в результаті злиття галактик, викиду газу під час вибуху наднових та під час активного зореутворення.

Із використанням нових даних X-обсерваторій Swift і NuSTAR для декількох ізольованих галактик Місцевого Всесвіту побудовано спектральні моделі механізмів випромінювання в системі «тор-акреційний диск- НМЧД», а для близько 10 з них отримано оцінки мас надмасивних чорних дір. Більшість параметрів НМЧД знаходиться в діапазоні  $10^6$ - $10^7 M_{\text{Sun}}$ , що свідчить про помірний темп акреції в цих активних ядрах галактик і підтверджує зроблений нами раніше висновок, що наявність бару є достатньою умовою для підтримки процесів зореутворення в навколо ядерних областях галактик.

Вибірка з 61 ізольованої галактики з активними ядрами (Pulato et al. 2015) була сформована шляхом крос-кореляції каталогу 2MIG (2MASS Isolated Galaxy) (Karachentseva et al. 2010) з каталогом квазарів і АЯГ Veron-Cetty (2010), де використовувалися обмеження для  $K_s < 12,0^m$  і  $V_r < 15\,000$  км/с. Ці галактики не мали злиття принаймні 3 млрд років, тому це може бути унікальною лабораторією для розпізнавання їхніх внутрішніх властивостей і фізичних параметрів акреції на надмасивні чорні діри (НМЧД).

X-випромінювання АЯГ виникає в результаті комптонізації м'якого УФ/оптичного випромінювання, що виробляється внутрішніми частинами акреційного диска на релятивістських електронах корони НМЧД. Результуюче X-випромінювання зазвичай описується степеневим законом із експоненціальним завалом на високих енергіях. На додаток до цих компонентів у спектрі АЯГ є компоненти спектру відбиття, а саме «Комптонівський горб», який зазвичай знаходиться на енергіях  $\sim 20$ - $30$  кеВ і лінія нейтрального заліза Fe  $K\alpha$  з енергією 6.4 кеВ. У попередніх роботах (зокрема Vavilova et al. 2015) було виконано спектральний аналіз кількох ізольованих 2MIG АЯГ, які спостерігалися за допомогою космічних X-обсерваторій XMM-Newton, Chandra та Swift/XRT. Ми виявили, що ці АЯГ мають меншу світність у діапазоні 2-10 кеВ порівняно з типовою світністю для

Сейфертівських галактик,  $L_{2-10\text{ keV}} \sim 10^{42}$  ерг/с. Спектри двох джерел, NGC 5347 і MCG-02-09-040, мають нейтральну лінію випромінювання Fe K $\alpha$ . Спектр X- випромінювання NGC 5347 описувався моделлю чистого відбиття з енергією експоненційного завалу  $E = 117$  кеВ і не мав ознак відбиття. X-спектр MCG-02-09-040 показує наявність сильного нейтрального поглинання  $N_H \sim 10^{24}$  см $^{-2}$ . Основні параметри X-випромінювання досліджених ізольованих АЯГ наведено в Таблиці нижче:

Name	Type	kT [eV]	$N_H$ [ $10^{22}$ cm $^{-2}$ ]	$\Gamma$	EW $_{FeK\alpha}$ [eV]
NGC6300 <sup>(4)</sup>	Sy2	480 $^{+300}_{-300}$	18.95 $^{+0.24}_{-0.24}$	1.62 $^{+0.02}_{-0.02}$	124 $^{+90}_{-90}$
Circinus galaxy <sup>(4)</sup>	Sy2		47.43 $^{+0.81}_{-0.81}$	1.18 $^{+0.007}_{-0.07}$	2065 $^{+52}_{-52}$
NGC1050 <sup>(4)</sup>	Sy2	189 $^{+23}_{-23}$	47.43 $^{+0.81}_{-0.81}$	2 (fixed)	
ESO 317-038 <sup>(4)</sup>	Sy2		17.05 $^{+32.59}_{-14.12}$	1.7 (fixed)	
MCG-02-09-040 <sup>(5)</sup>	Sy2		186 $^{+40}_{-45}$	2.13 $^{+0.13}_{-0.13}$	
IGR J11366-6002 <sup>(5)</sup>	Sy2		1.37 $^{+0.39}_{+0.52}$	1.79 $^{+0.04}_{+0.04}$	
ESO 438-009 <sup>(5)</sup>	Sy1			1.68 $^{+0.08}_{+0.05}$	
NGC 5347 <sup>(5)</sup>	Sy2			1.60 $^{+0.27}_{+0.37}$	

Виконано оцінки інтегрального (SFR) та питомого (sSFR) темпів зореутворення для 181 галактики пізніх типів Sc, Scd Sd, що видимі майже анфас. Значення SFR для них отримані з потоків FUV огляду GALEX. Медіанні величини sSFR в одиницях (yr) $^{-1}$  (в рік) дорівнюють:  $-10.66$  dex (Sc),  $-10.44$  dex (Scd),  $-10.40$  dex (Sd). Середнє значення sSFR для цих галактик повільно зменшується від маломасивних дисків до гігантських дисків. Для відтворення спостережної зоряної маси за космологічний час життя Всесвіту, 13.8 млрд років, галактики без балджів, що видимі анфас, повинні були мати в минулому темпи зореутворення SFR у 2–3 рази вищі, ніж ті, які спостерігаються зараз.

Орбітальні маси для галактик пізнього типу були обчислені як для систем, що складаються з галактики KIG та супутника (або декількох супутників) в припущенні кеплерівських рухів. Розглянуто понад 900 KIG галактик та знайдено, що близько половини з них не мають значущих супутників (як і в попередніх наших роботах, різниця променевої швидкості становить  $\pm 500$  км/с, проєктована відстань між галактикою і супутником  $R_p = 750$  кпк). Після детального аналізу кожного випадку з використанням баз даних та оглядів неба NED, LEDA, ESO, SDSS, Pan-STARRS підготовлено таблицю характеристик вказаних систем. Відмітимо, що супутники виявилися слабкішими від ізольованих KIG галактик пізнього типу в середньому на  $(2.94 \pm 0.15)$  зоряної величини. Ця обставина не впливає на прийнятий критерій ізольованості. Для систем з проєктованою відстанню 330 кпк (що приблизно відповідає віріальному радіусу типової KIG-галактики) отримано, що середнє відношення орбітальної (повної) маси до світності (зоряної маси) у сонячних одиницях для галактик пізніх типів приблизно в 2-3 рази менше, ніж для галактик ранніх типів. Високе відношення маси гало до зоряної маси у E, S0- галактик  $(74 \pm 26) M_{\text{Sun}}/L_{\text{Sun}}$  порівняно із середнім значенням  $(20 \pm 3) M_{\text{Sun}}/L_{\text{Sun}}$  для спіральних галактик без балджів вказує на істотну різницю умов їхнього походження та подальшу динамічну еволюцію галактик ранніх та пізніх типів.

Для ізольованих галактик з активними ядрами проведено класифікацію їх мультимасивних властивостей із метою порівняння з такими характеристиками галактик у парах з огляду LAMOST. Дослідження необхідно для обґрунтування фізики процесів у системі «пиловий тор – акреційний диск – надмасивна чорна діра» в ізольованих галактиках (як модель галактики, вільної від злиття) та уособлення властивостей галактик, які притаманні тільки ізольованим галактикам, як і для висновку про вплив оточення на розвиток активності центральних областей галактик, у т.ч. у разі тісної взаємодії і злиття галактик за сценарієм ієрархічної кластеризація

### **Результати виконавців групи астроінформатики:**

У 2021 р. на ресурсах CDS і УкрВО розміщені 2 каталоги положень і магнітуд астероїдів, отримані за результатами обробки оцифрованих фотографічних спостережень програми ФОН в Китабі (Узбекистан) і зоряних супчень в UBVR смугах в Балдоне (Латвія): Виконавці: *Шатохіна С.В., Пакуляк Л.К., Юлдошев К. (Узбекистан), Їжакевич О.М., Андрук В.М.* Продовжено оцифрування пластинок на сканері Epson Expression 10000XL. Отримано біля 200 нових сканів, зокрема негативів фотографічних спостережень астероїдів, виконаних з телескопом ПДА переважно в 1952-1972 рр.. В червні роботи були призупинені внаслідок втрати інформації бази даних з архівами оцифрованих зображень, розміщених на сервері ГАО. Виконавці: *Шатохіна С.В.*

Виконані роботи по визначенню нових положень в системі каталогів Gaia ( релізи DR2 і EDR3) і каталогу Tycho-2 за результатами оригінальних минулих опрацювань 591 спостереження малих планет, отриманих з телескопом ПДА в 1952-1986 рр.. Результати порівнянь різниць О-С вказують на значне покращення випадкових і систематичних складових точності координат астероїдів для нових положень порівняно з попередніми оригінальними. Дані переобробки спостережень будуть використані для систематизації всіх фотографічних спостережень астероїдів в ГАО. Матеріали досліджень оформлені у вигляді статті. Виконавці: *Шатохіна С.В.*

Продовжено роботу з узагальнення та аналізу даних каталогів астероїдів, отриманих з оцифрованих астронегативів об'єднаного цифрового архіву УкрВО та інших ранніх спостережень. Виконавці: *Шатохіна С.В., Пакуляк Л.К., Вавилова І.Б., Їжакевич О.М., Андрук В.М. разом із українськими та іноземними колегами.* Виконано перші роботи з ідентифікації астероїдів та складення каталогу положень і зоряних величин за попередніми результатами обробки сканів фотопластинок Таутенбурзького 2-м телескопа (Німеччина) та за даними обробки оцифрованих спостережень 3-ої частини програми ФОН в Душанбе (Таджикистан) Виконавці: *Їжакевич О.М., Шатохіна С.В., Андрук В.М.*

**Розділ у монографії:** Мозаїка Вороного – природний геометричний метод сегментації простору, який має багато застосувань у різних галузях науки і техніки, а також у соціальних науках та мистецтві. Різновиди методів мозаїки Вороного зазвичай використовуються в обчислювальній динаміці рідини, обчислювальній геометрії, геолокації та логістиці, програмуванні ігрових розробок, картографії, техніці, рідкокристалічних електронних технологіях, машинному навчанні тощо. Інноваційні результати були отримані в астрономії, а саме, для широкомасштабного розподілу галактик та відтворення просторової картини Всесвіту, для виявлення квазіперіодичності в огляді олівцевим променем, для опису обмежень ізотропного космічного мікрохвильового фону та сценаріїв вибуху наднової, для обробки зображень, адаптивного згладжування, сегментації, для балансування співвідношення сигнал/шум, для аналізу даних спектрографії, а також для космологічних моделей. У роботі [1] описано коротко ці результати, більше уваги приділено практичному застосуванню мозаїки Вороного, пов'язаному з просторовим великомасштабним розподілом галактик. (*Вавилова І.Б., Елійв А.А., Добричева Д.В., Мельник О.В.*)

У друці – навчальний посібник для студентів вузів, автори *Вавилова І.Б., Кудря Ю.М., Василенко А.А., Бабик Ю.В.* (2021) «Позагалактична астрономія. Книга 2. Фізичні властивості галактик» (К.: Наукова думка) [2], методичний посібник «Python: бібліотека scikit-learn для бінарної морфологічної класифікація SDSS-галактик» [2] (*Добричева Д.В., Василенко М.Ю.*)

### **Спостережні програми.**

Спостерігач *Ізвєкова І.О.*, постановка програми спостережень *Вавилова І.Б., Пулатова Н.Г., Ізвєкова І.О.* Оптичні фотометричні спостереження були проведені у липні-серпні 2021 року. Сети спостережень були виконані **на піку Терскол** та на **спостережній станції Маяки (Одеська обл.)**. Використовувалися телескопи АЗТ-8, Zeiss-600 і Zeiss-2000 (для спектрометрії). Усі спостережні об'єкти є сейфертовськими ізольованими галактиками. Фотометрія для більшості з них раніше не проводилася. Серед основних об'єктів спостережень були: MCG+09-25-022, UGC10120, UGC10244, PGC86291, NGC6951,

UGC12282, NGC7479, IC5287, IC1495. Був проведений оптичний моніторинг для дослідження короткотривалої (STV) та внутрішньодобової (IDV) змінностей:

#### Фотометрія

Об'єкт	Пік Терскол (к-сть ночей)	станція Маяки (к-сть ночей)	Всього (к-сть ночей)	Всього (к-сть годин)
MCG+09-25-022	10		10	6
UGC10120	10		10	7
UGC10244	10		10	6
PGC86291	10		10	6
NGC6951	11	5	16	11
UGC12282	9		9	5
NGC7479	13	7	20	16
IC5287	9	4	13	10
IC1495	10	2	12	7

#### Спектроскопія

Об'єкт	Пік Терскол (к-сть ночей)	Пік Терскол (к-сть годин)
NGC7479	3	9
NGC6951	3	10
PGC86291	1	3
NGC1050	1	3
UGC02936	2	3

**Спостереження в рентгенівському діапазоні. Космічна X-обсерваторія «Чандра».**  
*Бабик Ю.В.* виграв час для спостережень (300 000 секунд, що еквівалентно 3,47 діб цілодобових спостережень). А саме,

Цикл 22 (2020 рік) Скупчення галактик Abell 2107: A cool core with no signature of cooling gas. Proposal #22800416, PI: Iu. Babyk, allocated 110 ksec.

Цикл 23 (2021 рік) AGN feedback down the hierarchy from clusters to ellipticals. Proposal # 23610220, PI: Iu. Babyk, allocated 190 ksec.

**Спостереження в радіодіапазоні. Радіотелескоп РТ-32** (м. Золочів Львівської обл., НЦУВКЗ). Тестові спостереження (*Вавилова І.Б.* разом із *Ульяновим О.М.* (PI НАН України) та *Власенком В.П.* (НЦУВКЗ)) вибраних ізольованих галактик з активними ядрами (вересень 2021 р., 6 годин).

**Відомча тема НАН України «Вплив нестаціонарних стохастичних магнітних полів на формування просторово енергетичного розподілу вискоенергійних частинок»**  
**(виконавці – співробітники лабораторії космічних променів,**  
**2018–2022, № 394В, науковий керівник Шахов Б.О.,**  
**№ держреєстрації 0118U002076)**

Керівник: к.ф.-м.н. Б.О. Шахов. К.ф.-м.н. Ю.Л. Колесник, к.ф.-м.н. Ю.В. Кизьюров, к.ф.-м.н. П.П. Маловічко, д.ф.-м.н. Ю.І. Федоров

Поширення сонячних космічних променів у міжпланетному середовищі розглянуто на основі кінетичного рівняння. Одержано аналітичний розв'язок кінетичного рівняння для концентрації сонячних космічних променів за їх миттєвої інжекції точковим джерелом частинок. Проаналізовано просторово-часовий розподіл частинок з різною кратністю розсіяння. На основі кінетичного рівняння одержано систему диференційних рівнянь для сферичних гармонік функції розподілу космічних променів. Одержані рівняння переносу

космічних променів і наведено розв'язки цих рівнянь. Дані розрахунки застосовано для аналізу часових профілів інтенсивності сонячних космічних променів.

Розглянуто процес модуляції космічних променів високих енергій за їх взаємодії з геліосферними магнітними полями. Проаналізовано експериментальні дані, які було одержано космічними апаратами Voyager 1, Voyager 2, PAMELA, IMP-8, AMS і іншими. На основі даних спостережень космічних місій і розв'язку рівняння переносу космічних променів показано, що рівень модуляції протонів з енергією порядку 100 GeV становить кілька процентів.

Досліджено вплив холодних протонних пучків на розвиток скомпенсованої струмової нестійкості та розвиток низькочастотної турбулентності в намагніченій космічній плазмі. Отримано дисперсійні рівняння, що описують розповсюдження низькочастотних хвиль у замагніченій плазмі у присутності холодного пучка протонів. Проведено аналіз рівнянь і пошук аналітичних розв'язків одержаних рівнянь і можливих наближень.

Досліджена можливість генерації кінетичних альвенівських хвиль пучками високошвидкісних протонів поперед головної ударної хвилі Землі. Одержано аналітичний розв'язок для шлангової нестійкості кінетичних альвенівських хвиль, що викликана динамічним тиском пучка. Досліджено вплив температури високошвидкісних пучків та температури протонів сонячного вітру на характеристики збурень, що генеруються. Показано, що температура має суттєвий вплив на поперечні масштаби збурень. Чим вища температура протонів пучка і менша температура фонові плазми, тим сильніші обмеження, що накладаються на поперечні масштаби довжин хвиль. Розглянуто розвиток нестійкості при розповсюдженні пучків відбитих, проміжних та дифузійних протонів у поперед ударній області головної ударної хвилі Землі. Проаналізована динаміка руху збурень у поперед ударній області.

**Науково-дослідна робота «е-Астрономія: властивості і розподіл галактик за спектральними і фотометричними даними оглядів неба»  
(№ 426В, 2020-2021 рр., № держреєстрації 0120U100279)**

Тема № 426В – наукова робота виконувалася в рамках програмно-цільової та конкурсної тематики НАН України за напрямом «Підтримка пріоритетних для держави наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок Відділення фізики і астрономії НАН України» (науковий керівник Вавилова І.Б.). Виконавці від відділу ПАА – *І.Б. Вавилова, В.Ю. Караченцева, А.А. Елійв, О.В. Мельник, Д.В., Добричева, М.Ю. Василенко, А.А. Василенко, О.В. Компанієць*.

Звіт подано окремою Нижче подано лише окремі результати, частина інших результатів описана в звіті по темі 409В.

Для вибірки галактик із цифрового огляду SDSS DR9 із червоними зміщеннями  $z < 0.1$  із використанням зображень близько 300 тисяч галактик було використано власний програмний код, тренувальна вибірка із 86 тисяч зображень (6000 зображень галактик SDSS DR9 і близько 80 тисяч зображень галактик з вибірки Galaxy Zoo2), метод згорткової нейронної мережі, а саме Xception, для проведення морфологічної класифікації галактик із використанням  $\{g-r-i\}$  згорткового зображення галактик (оцифровані комірки зображення галактики розміром 25 на 25 кутових секунд). У цьому дослідженні використовувалися методи глибинного навчання (deep learning) для визначення морфологічного складу цільової вибірки 316031 SDSS-галактик. Для тренування нейронної мережі в даному випадку використовувались кольорові зображення галактик, що були отримані в рамках огляду SDSS. Фільтри  $g, r, i$  із SDSS розглядалися як R-G-B канали для створення зображень. За допомогою згорткової нейронної мережі архітектури Xception вдалося навчити класифікувати галактики на еліптичні та спіральні за допомогою тренувальної вибірки (~170,000 галактик із Galaxy Zoo 2) з точністю 91,14%. У результаті отримано, що цільова

вибірка 146,000 галактик складається з 68,000 ранніх та 69,000 пізніх типів галактик; не вдалося класифікувати ~9,000 галактик, які виявились артефактами.

Для вибірки галактик із цифрового огляду SDSS DR9 із червоними зміщеннями  $z < 0.1$  з використанням зображень близько 300 тисяч галактик з класифікацією на п'ять візуальних типів (completely rounded, rounded in-between, smooth cigar-shaped, edge-on and spiral) використано методи конволюційної нейронної мережі (натренованої на зображеннях галактик із вибірки, описаної вище) та змагальної валідації. Метод для морфологічної класифікації досягає точності  $> 94\%$  для всіх типів, крім сигароподібних (88 %) галактик.

Запропоновано новий підхід для обчислення модулів відстаней до близьких галактик на основі регресії за допомогою штучної нейронної мережі. Основна ідея полягає у використанні максимально доступних спостережуваних даних для масивів галактик з червоним 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, променеву 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%).

Були опрацьовані дані рентгенівського спостереження галактики NGC 4748 супутником XMM-Newton від 14 січня 2014 року (OBSID 0723100401, PI. B.Kelly) тривалістю 69 тис. сек., аналіз якого ще не був представлений у публікаціях. Під час роботи були використані додаткові спостережні дані інструментів ISGRI обсерваторії INTEGRAL (усі архівні дані станом на 1 квітня 2015 року із сумарною експозицією 1.04 млн. с.) та BAT обсерваторії Swift (дані 70-місячного огляду усього неба, ефективна експозиція 7.09 млн. с.).

З метою покращення фізичної інтерпретації, було виконано додатковий аналіз ультрафіолетових даних бортового оптичного телескопу супутника XMM-Newton (фільтри UVM2, UVW1 та U) та перетворення їх у формат, який дозволяв одночасно аналізувати їх разом з рентгенівським спектром. Використане програмне забезпечення: програмний пакет для спектрального аналізу XSpec v.12.8; обробка даних та кривих блиску – HEASOFT v. 6.16, XMM SAS v.14. Було виконано глибокий часовий та спектральний аналіз. На базі його результатів було виконано пошук та обґрунтування фізичної інтерпретації характеристик спостережуваного випромінювання. В результаті, це дозволило: побудувати схематичну структуру акреційного диску активного ядра NGC 4748; запропонувати просторовий розподіл джерел рентгенівського випромінювання у акреційному диску у залежності від енергії цього ви-промінювання; оцінити масу надмасивної чорної діри у центрі NGC 4748.

Було розглянуто дві спектральні моделі – подвійне відбиття (моделювалось чисельною табличною моделлю на основі Монте-Карло моделювання xillver, в яку входить параметр іонізації, як вільний параметр) та складена модель комптонізації в диску з високоенергетичною комптонізацією в короні (optxagnf). Обидві спектральні моделі надають нам фізично прийнятні параметри, незважаючи на дещо завищене значення вмісту заліза AFe (від ~3 до ~5 крат від «сонячного вмісту»).

Перша з моделей представляє гіпотезу двокомпонентного акреційного диска, а саме сильно іонізованого внутрішнього диска та помірно іонізованого зовнішнього диска (т. зв. модель Мерлоні). За допомогою цього підходу ми виявили, що внесок відображення стосовно степеневому континууму може змінюватися залежно стану іонізації і діапазону енергій, а саме:  $RF_{\text{neutr}} \sim 0.04$  та  $RF_{\text{ion}} \sim 0.54$  в діапазоні 0.5-2.0 кеВ та  $RF_{\text{neutr}} \sim 0.31$   $RF_{\text{ion}} \sim 0.34$  в діапазоні 20-40 кеВ. Отже, іонізоване відбиття відповідальне, принаймні, за значну частину м'якого надлишку, у той час як воно стає порівняне з часткою нейтрального відображення у вищому діапазоні енергій. Друга модель об'єднує з рентгенівськими даними також дані УФ та описує м'який надлишок як теплову комптонізацію у внутрішньому диску з великою оптичною товщею  $\tau \sim 10$ . Ця модель реалізує самоузгоджений (з енергетичним балансом) сценарій, що включає внутрішньодискову комптонізацію, випромінювання після якого, розсіюється вгору в теплому оптично товстому середовищі акреційного диска, що відповідає за надлишок м'якого X-випромінювання; степеневе випромінювання від оптично тонкої гарячої корони, а також виправлене за кольором випромінювання чорного тіла – термалізованого акреційного диска (УФ-діапазон). Завдяки застосування такої складної моделі виявилось можливим отримати оцінку маси центральної НМЧД  $\sim 7 \times 10^6 M_{\text{Sun}}$  та відношення Еддінгтона  $L_{\text{bol}}/L_{\text{Edd}} \sim 0.3$ , що свідчить про помірний темп акреції в даному активному ядрі галактики NGC 4748.

**Науково-дослідна робота «Новітні методи та нові знання про будову матерії у Всесвіті: опрацювання та наповнення бази даних рентгенівських космічних місій»  
Етап 4.» (2018-2022, науковий керівник Етапу 4 – Шахов Б.О.,  
тема П-100-18 (№398 Кт); номер держреєстрації 0118U004071)**

Тема № 398Кт – виконується в рамках Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень (2018–2022 рр.). Виконавці від відділу – *Шахов Б.О., Федоров Ю.І., Колесник Ю.Л., О.М. Сергієнко* (за угодою ЦПХ).

Розглянуто поширення космічних променів у міжпланетному середовищі у наближенні малої анізотропії кутового розподілу частинок. За умови відомого енергетичного розподілу частинок, який задано на границі геліосфери, одержано розв'язок рівняння переносу космічних променів. Проаналізовано напрямки потоків галактичних космічних променів у різні періоди 22-річного циклу сонячної активності. Зроблено оцінки градієнтів галактичних космічних променів на різних фазах активності Сонця. Дані розрахунки узгоджуються з даними космічних апаратів Voyager 1, 2, Ulysses, PAMELA, IMP-8, AMS.

Зроблено оцінку анізотропії кутового розподілу КП. Показано, що потік ГКП на орбіті Землі має азимутальний напрямок, а величина анізотропії частинок з енергіями від 1 МеВ до 1 ГеВ майже не залежить від енергії і має величину порядку 0.5%. Показано, що рівні модуляції галактичних космічних променів високих енергій (до 200 ГеВ) в періоди максимумів 11-річного сонячного циклу можуть досягати кількох відсотків. Розрахований розмір модуляції може бути підтверджений експериментами, що будуть проведені протягом наступного десятиліття.

Довготривалі гамма-спалахи є найбільш яскравими відомими джерелами електромагнітного випромінювання. Оскільки їхні попередники є масивними зорями, вони забезпечують відслідковування зореутворення та галактик із зореутворенням протягом усієї космічної історії. Запропонований проект космічної обсерваторії THESEUS призначений для детектування великих вибірок гамма-спалахів, в той час, коли будуть можливими допоміжні спостереження за допомогою основних інструментів наступного покоління, що уможливить проведення низки проривних досліджень. Значна частина погано локалізованих багатоканальних джерел буде незалежно надійно детектована за допомогою THESEUS, що становитиме велику перевагу для ідентифікації та визначення характеристик різноманітних джерел-відповідників гравітаційних хвиль та нейтрино відносно інших моніторів неба.

**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 –  
Федоров Ю.І., Караченцева В.Ю., Торбанюк О.О.)  
(тема ПІ-46-17; № держреєстрації 0117U004025)**

1. Поширення космічних променів у міжпланетному середовищі розглянуто на основі кінетичного рівняння Больцмана. Показано, що функція розподілу космічних променів є сумою функцій розподілу не розсіяних і розсіяних частинок. В наближенні радіального регулярного міжпланетного магнітного поля одержано вираз для функції розподілу сонячних космічних променів, яка відповідає миттєвій інжекції частинок. Показано, що для інтервалів часу, які значно перевищують обернену частоту зіткнень, концентрація космічних променів відповідає розв'язку рівняння дифузії. Одержано аналітичний вираз для щільності дифузійного потоку космічних променів. Показано, що щільність потоку частинок визначається частинними похідними від концентрації космічних променів по координатам і часу. Одержано рівняння переносу космічних променів і наведені розв'язки цих рівнянь. На основі одержаних рівнянь переносу космічних променів досліджено часові профілі інтенсивності сонячних космічних променів і анізотропії кутового розподілу частинок. Показано, що інтенсивність сонячних космічних променів, яка реєструється нейтронними моніторами, суттєвим чином залежить від орієнтації асимптотичного конусу прийому даного детектора. Досліджено залежності потоків сонячних космічних променів від тривалості інжекції частинок у міжпланетне середовище і інтенсивності їх розсіяння на неоднорідностях магнітного поля (Федоров Ю.І.).

2. Зв'язок активного ядра галактики (АЯГ) та великомасштабних процесів в материнській галактиці є одним із відкритих питань позагалактичної астрономії, так як механізми взаємодії та транспортування матеріалу з материнської галактики до центру галактики із надмасивною чорною дірою (НМЧД) досі невідомі. Доказами існування зв'язку між материнською галактикою та НМЧД у її центрі є спостережні кореляції масою НМЧД та такими параметрами галактики як її загальна зоряна маса, дисперсія швидкостей зір галактичного балджу, маса балджу та ін. (Ferrarese et al., 2000 та Gebhardt et al. 2000). Дослідження еволюції процесів зореутворення та активності ядер галактик показали, що розвиток активності АЯГ та зореутворення відбувається в узгоджений спосіб на різних етапах розвитку Всесвіту (Elbaz et al. 2011, Aird et al. 2017).

Було досліджено зв'язок галактик в близькому Всесвіті та НМЧД в їх центрах, оцінення темпів акреції матерії та порівняння їх з АЯГ на більших червоних зміщеннях. Для цього було використано каталог властивостей галактик (galSpec catalogue), створений на основі 8го релізу Слоанівського цифрового огляду неба (SDSS DR8), який містить фотометричні та спектроскопічні дані, а також величини зоряних мас та швидкостей зореутворення для більш ніж 704 тис. галактик (Brinchmann et al. 2014). Для оцінки темпів акреції на НМЧД було використано рентгенівські дані у жорсткому діапазоні (2-10 кеВ) з каталогу 3XMM-DR8 X-обсерваторії XMM-Newton (XMM-Newton Serendipitous Source Catalogue, Rosen et al. 2016). На основі оптичного та X-каталогів було отримано досліджувану вибірку з 1953 галактик в діапазоні червоних зміщень  $z < 0.33$ .

На основі скорегованої X-світності АЯГ (була віднята частка X-випромінювання від об'єктів в материнській галактиці таких як X-подвійні зорі, гарячий газ і т.д.) та зоряної маси материнської галактики було обраховано величину швидкості акреції на НМЧД. На основі отриманих даних було досліджено розподіл темпів акреції для різних типів галактик (галактик з активним та затухаючим зореутворенням) та різних зоряних мас галактик. Також було створено двовимірну карту розподілу темпів акреції на діаграмі швидкість

зореутворення-зоряна маса. Обидва розподіли показали, що досліджувані АЯГи мають переважно низькі темпи акрецій ( $<0.01\%$  від Едінгтонівської акреції), і тільки 15-20% АЯГів мають середні темпи акреції ( $>0.01\%$  від Едінгтонівської акреції). Це свідчить про те, що популяція АЯГів в ближньому Всесвіті має низьку активність, що ймовірно викликано низьким вмістом акреційного матеріалу в центральній частині галактик.

Для відтворення первинного розподілу темпів акрецій в близькому Всесвіті необхідним пунктом дослідження було відтворення повноти досліджуваної вибірки, яка залежить від чутливості X-камер, тривалості спостережень (часу експозиції) та інших технічних факторів. Для цього кількість об'єктів у вибірці була скорегована за допомогою верхнього ліміту на спостережний потік камери (FUPL, flux upper limit), який було завантажено з FLIX. На основі цих даних було отримано сумулятивні криві розподілу FUPL, що були використані як статистичні ваги для розподілу темпів акрецій. Скореговані розподіли темпів акреції показали зміщення до більш низьких значень для галактик з пасивним зореутворенням порівняно до галактик з активним зореутворенням, що може свідчити на користь різних акреційних процесів у галактиках з активним та пасивним зореутворенням (Торбанюк О.О. з іноземними колегами)

**Науковий проєкт «Багатохвильові властивості галактик із активними ядрами в різному оточенні за даними космічних і наземних телескопів» (2021-2022, Гранти НАН України дослідницьким лабораторіям/групам молодих вчених НАН України для проведення досліджень за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки 2021-2022 рр., науковий керівник Бабик Ю.В.)**

На I етапі проєкту було створено статистично-повну вибірку джерел для отримання фізичних характеристик галактик, що охоплюють широкий розподіл червоних зміщень, мас гало, морфологію, активність ядра, ізолюваність та ін. В кінцеву вибірку було відібрано близько 300 джерел, а саме, галактики раннього та пізнього типів, ізолюваних галактик, центральних найяскравіших галактик у центрах скупчень галактик, самі скупчення галактик, групи та масивні еліптичні галактики. На першому етапі було використано спостереження в оптичному, радіо та рентгенівському діапазонах телескопів Hubble, ALMA, XMM-Newton, Swift, Chandra та ін. Для вибірки дослідження було отримано ряд основних фізичних характеристик: температура, світність, густина, маса, ентропія, час охолодження та багато інших. Для основних параметрів було побудовано кореляційні співвідношення між температурою, світністю і масою. Особлива увага була приділена оптичним спостереженням. Використовуючи оптичні зображення Hubble, а також кінематичні дані, було отримано розподіли маси зір та дисперсійних швидкостей, а також визначено маси центральних чорних дір та величини маса-світність для деяких галактик вибірки. Отримані профілі охоплюють об'єкти в широкому діапазоні температур, повної та газової мас, радіо і оптичної світності та потужностей радіо-джетів. Основні результати:

(1) профілі ентропії в межах  $0.1R_{2500}$  описуються як  $K \sim R_{2/3}$ . За межами  $0.1R_{2500}$ , профілі ентропії описується як  $K \sim R$ , що вказує на додаткове нагрівання, ймовірно, за допомогою зворотного зв'язку АЯГ, що виходить далеко за межі центральної галактики. Форма профілів ентропії,  $K \sim R_{2/3}$ , тісно пов'язана із центральною галактикою і з термічно нестійким охолодженням, що врівноважується нагріванням, де центральне співвідношення між часом охолодження і вільного падіння є постійним.

(2) Гарячі атмосфери галактик раннього типу нагріваються з більш високою швидкістю, ніж центральні галактики у складі скупчень. Таке додаткове нагрівання може пояснити, принаймні частково, чому галактики раннього типу значною мірою неактивні, тобто без активного зореутворення.

(3) Визначили повну масу скупчень галактик для трьох компонентів – темної матерії, газу і зір, а також визначили масу для центральних НМЧД.

(4) Побудували кілька кореляційних співвідношень – із головних і неочікуваних результатів – тиск-маса холодного газу, маса-температура для повної вибірки дослідження, нахил профілю густини темної матерії та його залежність від маси баріонів.

(5) Показали залежність похибок вимірювання від центру для усіх параметрів скупчень з холодними ядрами та без них.

Отриманні результати дали змогу відібрати надзвичайно цікаві об'єкти, для яких, додатково, були подані спостережні заявки для отримання кінематичних даних, а також спостережень в рентгенівському (Chandra та XMM-Newton) та оптичному (Hubble) діапазонах.

**Науковий проєкт «Генеративне змагальне машинне навчання для моделювання великомасштабної структури, властивостей об'єктів та фізичних явищ у Всесвіті» (2021-2023, Цільова програма наукових досліджень НАН України «Математичне моделювання у міждисциплінарних дослідженнях процесів і систем на основі інтелектуальних суперкомп'ютерних, ґрид- і хмарних технологій» 2021-2025 рр., науковий керівник Вавилова І.Б.)**

Виконавці: *Вавилова І.Б., Еліїв А.А., Дяченко Н.Г., Добричева Д.В., Василенко М.Ю.* Для верифікації методу та реконструкції розподілу великомасштабних структур Місцевого Всесвіту з використанням нового методу відновлення відстаней до галактик була сформована вибірка 464 208 галактик з бази даних Sloan Digital Sky Survey DR14. За допомогою інтерфейсу CasJobs на основі SQL було вибрано галактики з червоними зміщеннями  $0,2 < z < 1,0$ . Верхня межа  $z = 1,0$  була обрана за умови, що кількість галактик з відомими червоними зміщеннями швидко падає після  $z > 0,5$ . Розподіл галактик за червоними зміщеннями дуже неоднорідний, що може додати похибки при застосуванні регресійних моделей машинного навчання.

Кожна галактика у вибірці має ідентифікатор об'єкта SDSS, екваторіальні координати RA і Dec, фотометричні величини потоків випромінювання (Петросяна), кутові радіуси та радіуси, що містять 50 % і 90 % потоку Петросяна з похибками в  $g$ -,  $r$ -,  $i$ -,  $z$ - смугах. Були розраховані показники  $g$ - $r$ -,  $r$ - $i$ -,  $i$ - $z$  кольору, смуга  $u$  була відкинута як ненадійна через високі зміщені дані для величин Петросяна. Обмеження на основні дані по зоряним величинам були такі: величини в діапазонах  $g$ ,  $r$ ,  $z$  до  $25^m$  та в  $i$ -діапазоні до  $20^m$ . Похибки для величин  $g$ -діапазону були обмежені до  $0,5^m$ , для  $r$ - та  $i$ -діапазонів – до  $0,2^m$  і для  $z$ -діапазону – до  $0,4^m$ . Похибки фотометричних радіусів Петросяна в  $i$ -смугі також були обмежені до 1 кут. секунди. Величини Петросяна та кутові радіуси мають різний динамічний діапазон значень, тому були конвертовані, щоб використовувати логарифм радіусів Петросяна як змінні параметри. Екваторіальні координати були перетворені в 3D декартові з одиничним радіальним вектором для всіх галактик, щоб зменшити вплив періодичності. Усі змінні параметри були відцентровані, щоб означати модуль відстані як  $\mu = 0$ , і нормовані на стандартне відхилення  $\sigma = 1$ , що є загальною вимогою у застосуванні багатьох алгоритмів машинного навчання.

У результаті першопочаткової обробки даних було сформовано 18 вхідних параметрів для прогнозування цільового параметра – червоного зміщення галактики, – знаючи які, ми можемо обчислити різні типи відстаней. Такий підхід не вирішує проблему подальшого вибору космологічної моделі та її параметрів для розрахунку відстані. Однак, якщо ми використовуємо модель  $\Lambda$ CDM (з  $H_0 = 70$  км/с · Мпк<sup>-1</sup>,  $\Omega_m = 0,3089$ ,  $\Omega_\Lambda = 0,6911$ ), то прямі прогнозування фотометричних відстаней та відстаней за кутовими діаметрами замість червоного зміщення дають вищі значення  $rms$ -похибок для вибраних регресійних моделей. Тестування вхідних параметрів показало, що найвагомішими параметрами для розробки регресійних моделей машинного навчання мають величини потоків випромінювання у різних смугах пропускання, логарифми кутових радіусів, обернений індекс концентрації.

Для створення нового методу було перевірено п'ять регресій машинного навчання (лінійна, поліноміальна,  $k$ -найближчих сусідів, градієнтний бустинг, штучна нейронна мережа) для передбачень червоних зміщень із застосуванням вищезазначених спостережуваних параметрів. Виявлено, що використання моделі регресії ANN з двома прихованими шарами є найефективнішим, а саме, ця модель дає найменшу похибку  $0,046^m$  (8 %), що порівняно з первинними методами отримання відстаней до галактик (за цефеїдами, зорями типу RR Ліри, гілкою зорь червоних гігантів та інших).

**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., № держреєстрації 0119U101587)**

Звіт подано окремо (науковий керівник від ГАО НАН України – Кравчук С.Г., виконавці від відділу – *Бабик Ю.В., Василенко А.А., Василенко М.А., Компанієць О.В.*)

Проаналізовано рентгенівське випромінювання від окремих найяскравіших галактик скупчень: Mrk 501, NGC 1316 і NGC 1399. Для двох останніх отримано профілі залежності температури газу та концентрації від відстані до центра. Оцінено маси НМЧД двома різними методами: за дисперсією зоряної компоненти ( $2.1 \times 10^8 M_{\text{sun}}$  та  $10.4 \times 10^8 M_{\text{sun}}$  для NGC 1316 і NGC 1399 відповідно) та на основі JAM коду ( $1.2 \times 10^8 M_{\text{sun}}$  та  $5 \times 10^8 M_{\text{sun}}$  NGC 1316 і NGC 1399 відповідно). Рентгенівський спектр Mrk 501 апроксимовано з використанням двох спектральних моделей: степеневий континуум з урахуванням поглинання нейтральною речовиною, та двоколінний степеневий континуум зі зломом, також у урахуванням поглинання. Результати апроксимації підтверджують, що Mrk 501, будучи блазаром типу HBF (high break frequency), демонстрував типову для таких АЯГ спектральну поведінку: на радіодовжинах хвиль видиме “нижнє коліно” синхротронного випромінювання, а в рентгенівському — діапазоні — “плато” та “верхнє коліно”, тому в результаті ми бачимо три різних показника степені, що відповідають трьом цим сегментам.

**Науковий проєкт Національного фонду наукових досліджень України  
«Виявлення та аналіз кометної активності в позасонячних планетних системах»  
(науковий керівник Павленко Я.В.)**

Виконавці від відділу *Василенко М.Ю., Добричева Д.В.*

Для застосування машинного навчання з учителем для класифікації кривих блиску була створена тренувальна вибірка, що містить 6000 кривих блиску: 50% - без видимих ознак кометних транзитів та 50% зі штучно покладеними кометними транзитами. Транзити екзопланет для цієї задачі були отриманих в результаті обробки кривих блиску TESS за допомогою програми *Lc\_cuter*. Кометні транзити були отримані як результат моделювання. З кометних транзитів були відібрані ті глибина транзити яких була більша за 0.02% від загального потоку.

Для інкапсуляції транзитів на криві блиску, нам потрібно знати рівень шуму, який може впливати на можливість детектування транзити. В якості показника шуму ми використали спрощений проксі-алгоритм - *sgCDPP*, який є CDPP Савіцького-Голя в одиницях частин на мільйон. Значення CDPP ми обчислили за допомогою пакету “*Lightkurve v2.0*” [Borucki 2010]. Ми обирали початкові криві блиску для інкапсуляції з умовою що у них  $CDPP < 30$  (вікно = 1515, тривалість = 6.5-годин). У процесі роботи з кривою блиску ми внесли певні зміни в оригінальну криву, а саме видаляли періодичні сигнали з використанням фільтру Савіцького-Голя і проводили згладжування кривої з використанням методу 'biweight' з пакету *wotan* [Hippke 2019].

МН ми спрямовуємо на два варіанти ідентифікації сигналів у кривих блиску, а саме присутність або відсутність кометного транзиту. Ми побудували класифікатор для розділення кривих блиску з використанням класичного методу МН Випадкового лісу за допомогою пакету Scikit-learn [Pedregosa et al. 2011]. В якості особливостей для класифікатора були використані параметри отримані з tsfresh [Christ 2018], а також визначена їх значимість за допомогою sklearn. Найбільш значимі були перевірені на корельованість між собою. Для апробації результатів, ми розділили тренувальну вибірку на навчальну 80% та тестову 20%. Ми отримали 97% точність розділення різного типу кривих блиску (98% для кривих блиску з кометним транзитом і 95% для кривих блиску без кометних транзитів).

Borucki, W. J., Koch, D., Basri, G., et al. 2010, *Science*, 327, 977

Hippke, M., David, T.-J., Mulders, G.-D., Heller, R. 2019. *Comprehensive Time-series Detrending in Python*. *The Astronomical Journal* 158

Pedregosa, F., Varoquaux G., Gramfort A., et al 2011, , 12, 2825

Christ, M., Braun, N., Neuffer, J., and Kempa-Liehr, A. W. 2018, *Neurocomputing*, 307, 72

**Відомча тема «Дослідження світових тенденцій і розробка методів та засобів поширення і популяризації астрономічних знань в Україні» (2019-2023 рр., тема ПІ-49-18 (№ 392 В), науковий керівник І.П. Крячко; № держреєстрації 0113U003090)**

Вийшли друком 6 чисел науково-популярного журналу «Світогляд» НАН України і ГАО НАН України, де розміщено статті й астрономічного характеру (*комп'ютерна верстка і дизайн журналу С.С. Вавілов*).

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.*).

Для міжнародної енциклопедії «*Biographical Encyclopedia of Astronomers*», 3rd edition, Eds. P.D. Nicholson, J.L. Bartlett and T. Hockey, Springer, 2021, підготовлено статті про видатних астрономів ХХ сторіччя, опубліковано статті про розвиток астрометричних досліджень в Україні наприкінці ХІХ ст – першій половині ХХ ст. (*Артеменко Т.Г.*) та з історії астрономії, зокрема археоастрономії і стародавніх астрономічних обсерваторій на території сучасної України (*Вавилова І.Б., Артеменко Т.Г.*).

**Договір між ГАО НАН України і ДП «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля» (2019–2021). «Систематизація статей додатків до журналу «Космічна наука і технологія» за 2001–2005 роки у міжнародному форматі»**

Підготовлено матеріали та розміщено на веб-сайті журналу 315 статей (з присвоєними цифровими ідентифікаторами DOI), надрукованих в архівних випусках додатків до журналу «Космічна наука і технологія» в 2001–2005 роках; удосконалено веб-сайт журналу. У листопаді 2021 р. журнал включено до наукометричної бази Scopus. Розпочато роботу з викладення матеріалів журналу до бази даних NASA/SAO/ADS (*Гладкохата Л.В.*).

**Науково-педагогічна діяльність**

*Вавилова І.Б.* читає курс лекцій з позагалактичної астрономії для бакалаврів кафедри астрономії і фізики космосу КНУ ім. Тараса Шевченка, керує роботою аспірантів 3-го року навчання (Інститут фізики НАН України) – Василенко М.Ю. та Компанієць О.В.; 2-го року навчання (Інститут фізики НАН України) – Ізвєкова І.О.

*Пулатова Н.Г.* була науковим керівником бакалаврської роботи Мирончук Богдани «Систематизація властивостей південних ізольованих галактик з активними ядрами на

$z < 0.1$ », студентки 4 курсу кафедри астрономії та фізики космосу фізичного факультету КНУ; надавала консультації щодо роботи з каталогами та з обробки архівних спостережень обсерваторії ХММ Newton студентам кафедри астрономії та фізики космосу КНУ ім. Т. Шевченка, брала участь у діяльності спільної віртуальної обсерваторії VIRGO (КНУ ім. Т. Шевченка + ГАО НАНУ + ІТФ НАНУ), в тому числі участь у щотижневих он-лайн семінарах У друці знаходиться підручник [2], готується до друку методичний посібник [3].

### **Науково-організаційна діяльність**

**членство в Спеціалізованій раді** Д26.208.01 по захистам дисертацій (*Караченцева В.Ю., Федоров Ю.І.*),

**членство в редколегіях наукових журналів**

а) «Кінематика і фізика небесних тіл» (*Федоров Ю.І.*)

б) «Odessa Astronomical Publications» (*Вавилова І.Б.*),

в) наукового журналу ГАО НАН України і КНУ імені Тараса Шевченка «Advances in Astronomy and Space Sciences» (*Торбанюк О.О.*).

г) науково-практичного журналу НАН України «Космічна наука і технологія» (*Вавилова І.Б.*),

д) науково-популярного журналу НАН України і ГАО НАНУ «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 роботі Ради молодих вчених ГАО НАН України (*Компанієць О.В.* (голова), *Бабик Ю.В.*, *Василенко А.А.*, *Василенко М.Ю.*, *Добричева Д.В.*, *Торбанюк О.О.*, *Дяченко Н.М.*).

- участь у діяльності Ради з космічних досліджень НАН України (*Вавилова І.Б.*, вчений секретар)

- участь у діяльності Бюро Відділення фізики і астрономії НАН України (*Вавилова І.Б.*) і Ради молодих вчених Відділення фізики і астрономії НАН України (*Компанієць О.В.*)

- участь у діяльності вченої ради ГАО НАН України (*Вавилова І.Б.*, *Федоров Ю.І.*, *Шахов Б.О.*, *Василенко А.А.*, *Компанієць О.В.*).

- Підготовлено матеріали для ліцензування аспірантури ГАО НАН України (*Вавилова І.Б.*, *Шахов Б.О.*, *Василенко А.А.*).

### **Співробітники відділу були серед співорганізаторів таких конференцій:**

- Гамовська міжнародна конференція, 11–18 серпня 2021 р., Одеса, Україна (відділ ПАА є організатором секції «Астроінформатика», *Вавилова І.Б.* – член наукового оргкомітету конференції);

- Міжнародна конференція “Actual questions of ground-based observational astronomy” (MAO-200), м. Миколаїв, Україна, 27-30 вересня 2021 р. *Вавилова І.Б.* – член наукового оргкомітету конференції)

- Третя Міжнародна конференція “Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій”, Київ, 25-26 листопада 2021 р. Організована Радою молодих вчених ГАО НАН України.

### **Міжнародна співпраця**

Підписані договори про співпрацю ГАО НАН України та такими установами як 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), Інститут астрономії НАН Таджикистану, а також в межах Меморандуму про співпрацю між НАН України і INAF (Італія), в яких співробітники відділу беруть участь. Співробітники відділу співпрацюють зі вченими багатьох астрономічних центрів світу на індивідуальній основі.

## Популяризація наукових досліджень

Співробітники відділу сприяли активній популяризації астрономії в Україні.

Лекції для дітей за підтримки ІТ компанії Глобал Лоджик Україна в рамках проєкту kid's space:

*Компанієць О.* - кураторка та розробниця програми проєкту

Всі вебінари доступні для перегляду за лінком:

[https://youtube.com/playlist?list=PLipGbz33Ay3F-Pf7fmvhtz3\\_kyNO89ju](https://youtube.com/playlist?list=PLipGbz33Ay3F-Pf7fmvhtz3_kyNO89ju)

*Компанієць О.* Лекція “Подорож Сонячною системою” 6 квітня 2021

*Василенко А.* лекція “Зорі та їх еволюція” 12 квітня

*Компанієць О.* лекція “Чорні діри” 27 квітня 2021

*Добричева Д.* лекція “Подорож поміж галактик” 18 травня 2021

*Василенко М.* лекція “Машинне навчання та космічні відкриття” 25 травня 2021

*Компанієць О.* лекція “Вперед у майбутнє” 31 травня 2021

*Добричева Д.* прочитала лекції “Як машинне навчання допомагає робити нові космічні відкриття?” та “Що Молочний Шлях та інші галактики можуть розповісти нам про еволюцію Всесвіту?” в рамках фестивалю “З країни в Україну” в таких містах: 2 липня Слов'янськ; 3 липня Краматорськ; 4 липня Бахмут; 9 липня Дружківка; 10 липня Добропілля; 11 липня Мирноград; 7 серпня Херсон; 14-15 серпня 2021 р., Маріуполь.

*Добричева Д.* прийняла участь у подкасті журналу КУНШТ “Х. НЛЮ: Тік-Так, Пентагон і падіпальпи” [https://www.youtube.com/watch?v=2U1sk\\_RQv08](https://www.youtube.com/watch?v=2U1sk_RQv08)

*Добричева Д.* лекція “Пошук життя в Сонячній системі”, 9 жовтня 2021 ГАО НАН України

*Компанієць О.* лекція “Космічні подорожі” в рамках презентації проєкту “Український Колумб”

*Компанієць О.* участь у міжнародній виставці “Авіасвіт” з презентацією макета “Universal space connector”, 15 червня 2021 р.

*Компанієць О.* лекція на Vernadsky challenge “NASA Space Apps Challenge та перемога команди FireWay”, 18 червня 2021 р.

*Компанієць О.* доповідь на форумі Україна 30. Блок “Суспільство знань і популяризація науки”, тема доповіді: “Формування наукового світогляду у дітей”.

*Компанієць О.* лекція Як зацікавити дітей наукою?. Вебінар для вчителів, організований INSCIENCE 11 березня 2021 р.

*Компанієць О.*, кураторка блоку Космос у науково-популярній програмі Science Teens Platform.

*Компанієць О.* дискусія в American House Kyiv “Посадка ровера Perseverance на Марс” 18 лютого 2021 р.

*Компанієць О.* учасниці команди-переможця міжнародного хакатону NASA SPACE APPS CHALLENGE. 27 січня 2021 р.

## Підготовка експертних висновків

*Вавилова І.Б.* - рецензувала наукові статті, підручник для ВЗО «Ядерна астрофізика» (Андрієвський С.М.), науково-аналітичне видання Центру досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України.

У складі експертної комісії НАН України та Ради з космічних досліджень НАН України *Яцків Я.С.* і *Вавилова І.Б.* здійснювали експертизу загальнодержавної цільової комплексної науково-технічної космічної програми України на 2021–2025 рр., розробленої Державним космічним агентством України на замовлення Кабінету Міністрів України.

**Таблиці для річного звіту ГАО НАН України.  
Відділ позагалактичної астрономії та астроінформатики**

**ФОРМА VIII-1**

**Загальні показники друкованої продукції установи**

Монографії		Підруч ники, навчаль ні посібни ки, кількіс ть	Довідни ки, науково - популяр на літерату ра, кількіс ть	Опубліко вані брошури, рекоменд ації, методики, кількіст ь	Статті, кількість				Тези, кількі сть
Кількість	Обсяг (обл.- вид. арк.)				у вітчизнян их виданнях	у зарубіж них виданнях	у препринт ах	у наукових фа хових журналах (вітчизняних і зарубіжних), що входять до між народних баз даних	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,0	-	3	-	7	12	3	18	45

**ФОРМА VIII-2**

**Показники книжкових видань установи**

Видавництво «Наукова думка»		Видавничий дім «Академперіодика»		Інші видавництва		Поза видавництвами		Зарубіжні видавництва	
кількість	обсяг (обл.- вид. арк.)	кількість	обсяг (обл.- вид. арк.)	кількість	обсяг (обл.- вид. арк.)	кількість	обсяг (обл.- вид. арк.)	кількість	обсяг (обл.- вид. арк.)
-	-	-	-	-	-	-	-	1	1,0

**ФОРМА VIII-3**

**Показники книжкових видань, надрукованих поза видавництвами  
(відомча література)**

Вид видання	Кількість назв	Обсяг, обл.-вид. арк.
Монографії	-	-
Збірники наукових праць	-	-
Препринти	3	2,2

**Примітка:** детальні роз'яснення щодо заповнення форм VIII 1-3 можна знайти за адресою <http://www.publications.nas.gov.ua> (розділ «консультації»)

**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	Наукометрич на база даних, в якій проіндексовано журнал	Квартіль наукового журналу (Q) для статей	Адреса публікації
Зазначити вид	Вказати авторів, назву публікації та	Зазначити код бюджетної	Зазначити назву наукометричної	Зазначити квартал	Вказати адресу (DOI або URL)

публікації (монографія, підручник, збірник наукових праць, науково-популярне видання, стаття тощо)	видання, в якому вона розміщена, мовою оригіналу	програми (КПКВК 6541030, 6541140, 6541230)	бази даних (Scopus або WoS)	(Q1/Q2, Q3/Q4) наукового журналу, визначений відповідною базою даних (за наявності)	публікації в інтернеті
Стаття 1	<b>Vavilova I.B., Dobrycheva D. V., Vasylenko M. Yu., Elyiv A. A., Melnyk O. V., Khramtsov V.</b> Machine learning technique for morphological classification of galaxies from the SDSS. I. Photometry-based approach. <i>Astron&amp; Astroph</i> , Vol 648, id. A122, 14 pp. (2021)	6541230	Scopus/WoS	Q1	doi: 10.1051/0004-6361/202038981
Стаття 2	<b>Bobik, P., Putis, M., Kolesnyk, Y.L., Shakhov, B.A.</b> Estimation of the modulation level of cosmic rays at high energies. <i>Mon. Not. R. Astron. Soc.</i> , 503, 3386–3393 (2021).	6541030	Scopus	Q1	doi: 10.1093/mnras/stab597
Стаття 3	<b>Torbaniuk, O., Paolillo, M.; Carrera, F.; Cavuoti, S.; Vignali, C.; Longo, G.; Aird, J.</b> The connection between star formation and supermassive black hole activity in the local Universe. <i>Mon. Not. R. Astron. Soc.</i> 506, 2619–2637 (2021)	6541030	Scopus	Q1	doi:10.1093/mnras/stab1794
Стаття 4	Nwaokoro, E.; Phillipps, S.; Young, A.J. ..., <b>Elyiv A.A.</b> et al. GAMA/XXL: X-ray point sources in low-luminosity galaxies in the GAMA G02/XXL-N field. <i>Mon. Not. R. Astron. Soc.</i> 502, 3101–3112 (2021)	6541030	Scopus/WoS	Q1	doi:10.1093/mnras/stab242
Стаття 5	Rosati P., Basa S., Blain A. W. ... <b>Sergijenko O.</b> et al. Synergies of THESEUS with the	6541030	Scopus/WoS	Q2	doi: 10.1007/s10686-021-09764-2

	large facilities of the 2030s and guest observer opportunities. Experimental Astronomy (2021)				
Стаття 6	Tanvir N. R., Le Floch E., Christensen L., ... <b>Sergijenko O.</b> et al. Exploration of the high-redshift universe enabled by THESEUS. Experimental Astronomy (2021) <a href="https://doi.org/10.1007/s10686-021-09778-w">https://doi.org/10.1007/s10686-021-09778-w</a>	6541030	Scopus/WoS	Q2	doi: 10.1007/s10686-021-09778-w
Стаття 7	Ciolfi R., Stratta G., Branchesi M. ... <b>Sergijenko O.</b> et al. Multi-messenger astrophysics with THESEUS in the 2030s. Experimental Astronomy (2021)	6541030	Scopus/WoS	Q2	doi: 10.1007/s10686-021-09795-9
Стаття 8	Zadorozhna, L.V., Tugay, A.V., Shevchenko, S.Y., <b>Pulatova, N.G.</b> The Xgal Catalog of X-Ray Galaxies. Kinemat. Phys. Celest. Bod. 37, 149–157 (2021)	6541030	Scopus	Q4	doi: 10.3103/S0884591321030077
Стаття 9	<b>Karachentseva, V.E.</b> , Karachentsev, I.D., Melnyk, O.V. Early-Type (E, S0) Galaxies in the Catalog of Isolated Galaxies (KIG). Astrophys. Bull. 76, 132–145 (2021)	6541230	Scopus	Q4	doi:10.1134/S1990341321020036
Стаття 10	L.V. Zadorozhna, A.V. Tugay, O.I. Malyi, <b>N.G.Pulatova.</b> X-ray XMM-Newton observations and spectra of selected QSOs. Journal of Physical Studies, 2021, Vol 25, Issue 4	6541030	Scopus	Q4	<a href="https://arxiv.org/abs/2110.07373">https://arxiv.org/abs/2110.07373</a> , <a href="https://physics.lnu.edu.ua/jps/2021/4/abs/a4901-15.html">https://physics.lnu.edu.ua/jps/2021/4/abs/a4901-15.html</a>
Стаття 11	<b>Fedorov, Y.I.</b> Cosmic Ray Flux in the Diffusion Approximation. Kinemat. Phys. Celest. Bodies 37, 107–120 (2021).	6541030	Scopus	Q4	doi: 10.3103/S088459132103003X
Стаття 12	<b>Vavilova I.B., Artemenko T.G.</b> The oldest astronomical observatories in Ukraine. Proceedings IAU Symp 367,	6541030	Scopus	-	doi:10.1017/S1743921321000089

	Cambridge Univ. Press, p.484-486 (2019)				
Стаття 13	<b>Pulatova N.G.</b> , Tugay A.V., Zadorozhna L.V. The sample of eight LLAGNs: X-ray properties. Proceedings IAU Symp 367, Cambridge Univ. Press, p. 404-405 (2019).	6541030	Scopus	-	doi:10.1017/S1743921321000132
Стаття 14	<b>Vasylenko, M., &amp; Dobrycheva, D.</b> (2019). Machine learning for the extragalactic astronomy educational manual. Proceedings IAU Symp 367, Cambridge Univ. Press, p. 461-463 (2019)..	6541030	Scopus	-	doi:10.1017/S1743921321000132
Стаття 15	Konovalenko, O.O.; Zakharenko, V. V. ; Lytvynenko, L. M. ... <b>Vavilova I.B.</b> et al. The Founder of the Decameter Radio Astronomy in Ukraine Academician of NAS of Ukraine Semen Yakovych Braude is 110 Years Old: History of Creation and Development of the National Experimental Base for the Last Half Century. Radio Phys. & Radio Astronomy, 26, p. 5–73 (2021)	6541030	Scopus	-	doi: 10.15407/rpra26.01.005

### Перелік публікацій співробітників відділу ПАА

#### Монографії, підручники, методичні посібники (вийшли - 1, прийняті – 1, підготовлені до друку - 1)

1. **Vavilova I.; Elyiv A.; Dobrycheva D.; Melnyk O.** (2021). The Voronoi tessellation method in astronomy. In: Intelligent Astrophysics. Edited by I. Zelinka, M. Brescia and D. Baron. Emergence, Complexity and Computation, Vol 39. Springer, Cham, 2021, p. 57-79. ISSN: 2194-7287. DOI: 10.1007/978-3-030-65867-0

2. **Вавилова І.Б.**, Кудря Ю.М., **Василенко А.А.**, **Бабик Ю.В.** (2022). Позагалактична астрономія. Книга 2. Галактики (у друці у видавництві Наукова думка, 2021)

3. **Добричева Д.В.**, **Василенко М.Ю.** (2022). Python: бібліотека scikit-learn для бінарної морфологічної класифікація SDSS-галактик. Методичний посібник для студентів спеціальності «фізика та астрономія» ВНЗ (на редагуванні після рецензування, 2021).

1. **Vavilova I.B., Dobrycheva D. V., Vasylenko M. Yu., Elyiv A. A., Melnyk O. V., Khramtsov V.** (2021). Machine learning technique for morphological classification of galaxies from the SDSS. I. Photometry-based approach. *Astron. & Astroph.*, Vol 648, id. A122, 14 pp. (Scopus/WoS, Q1) doi: 10.1051/0004-6361/202038981
2. Bobik, P., Putis, M., **Kolesnyk, Y.L., Shakhov, B.A.** (2021). Estimation of the modulation level of cosmic rays at high energies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 503, p. 3386–3393 (Scopus, Q1). doi: 10.1093/mnras/stab597
3. **Torbaniuk, O.**, Paolillo, M.; Carrera, F.; Cavuoti, S.; Vignali, C.; Longo, G.; Aird, J. (2021). The connection between star formation and super-massive black hole activity in the local Universe. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 506, p. 2619–2637 (Scopus) Q1. doi:10.1093/mnras/stab1794
4. Nwaokoro, E.; Phillipps, S.; Young, A.J. ..., **Elyiv A.A.** et al. (2021). GAMA/XXL: X-ray point sources in low-luminosity galaxies in the GAMA G02/XXL-N field. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 502, p. 3101–3112 (Scopus/WoS, Q1). doi:10.1093/mnras/stab242
5. Rosati P., Basa S., Blain A. W. ... **Sergijenko O.** et al. (2021). Synergies of THESEUS with the large facilities of the 2030s and guest observer opportunities. *Experimental Astronomy* (Scopus/WoS, Q2). doi: 10.1007/s10686-021-09764-2
6. Tanvir N. R., Le Floch E., Christensen L., ... **Sergijenko O.** et al. (2021). Exploration of the high-redshift universe enabled by THESEUS. *Experimental Astronomy* (Scopus/WoS, Q2). doi 10.1007/s10686-021-09778-w
7. Ciolfi R., Stratta G., Branchesi M. ... **Sergijenko O.** et al. (2021). Multi-messenger astrophysics with THESEUS in the 2030s. *Experimental Astronomy* (Scopus/WoS, Q2). doi: 10.1007/s10686-021-09795-9
8. Zadorozhna, L.V., Tugay, A.V., Shevchenko, S.Y., **Pulatova, N.G.** (2021). The Xgal Catalog of X-Ray Galaxies. *Kinemat. Phys. Celest. Bod.* 37, p. 149–157 (Scopus, Q4). doi: 10.3103/S0884591321030077
9. **Karachentseva, V.E.**, Karachentsev, I.D., **Melnyk, O.V.** (2021). Early-Type (E, S0) Galaxies in the Catalog of Isolated Galaxies (KIG). *Astrophys. Bull.* 76, p. 132–145 (Scopus, Q4) doi:10.1134/S1990341321020036
10. Zadorozhna L.V., Tugay A.V., Malyi O.I., **Pulatova N.G.** (2021). X-ray XMM-Newton observations and spectra of selected QSOs. *Journal of Physical Studies*, Vol 25, Issue 4 (Scopus, Q4). <https://arxiv.org/abs/2110.07373>, <https://physics.lnu.edu.ua/jps/2021/4/abs/a4901-15.html>
11. **Fedorov, Y.I.** (2021). Cosmic Ray Flux in the Diffusion Approximation. *Kinemat. Phys. Celest. Bodies* 37, p. 107–120 (Scopus, Q4). doi: 10.3103/S088459132103003X
12. **Pulatova N.G.**, Tugay A.V., Zadorozhna L.V. (2019). The sample of eight LLAGNs: X-ray properties. In: *Education and Heritage in the era of Big Data in Astronomy. Proceedings IAU Symposium No. 367*, vol. 15, 2021. Eds. R. M. Ros, B. Garcia, S. R. Gullberg, J. Moldon & P. Rojo, p. 404-405. doi:10.1017/S1743921321000132 (Scopus)
13. **Vasylenko, M., & Dobrycheva, D.** (2019). Machine learning for the extragalactic astronomy educational manual. In: *Education and Heritage in the era of Big Data in Astronomy. Proceedings IAU Symposium No. 367*, vol. 15, 2021. Eds. R. M. Ros, B. Garcia, S. R. Gullberg, J. Moldon & P. Rojo, p. 461-463. doi:10.1017/S1743921321000132 (Scopus)
14. **Vavilova I.B., Artemenko T.G.** (2019). The oldest astronomical observatories in Ukraine. In: *Education and Heritage in the era of Big Data in Astronomy. Proceedings IAU Symposium No. 367*, vol. 15, 2021. Eds. R. M. Ros, B. Garcia, S. R. Gullberg, J. Moldon & P. Rojo, p. 484-486. doi:10.1017/S1743921321000089 (Scopus)
15. Konovalenko, O.O.; Zakharenko, V. V.; Lytvynenko, L. M. ... **Vavilova I.B.** et al. (2021). The Founder of the Decameter Radio Astronomy in Ukraine Academician of NAS of Ukraine Semen Yakovych Braude is 110 Years Old: History of Creation and Development of the National Experimental Base for the Last Half Century. *Radio Phys. & Radio Astronomy*, 26, p. 5–73 doi: 10.15407/rpra26.01.005 (Scopus).

16. **Artemenko T.G.** (2021). Astrometric research in Ukraine at the XIX - beginning of XX centuries. *Odessa Astron. Publ.*, v. 34, p. 5-10. DOI 10.18524/1810-4215.2021.34.244339 (категорія В)

17. **Andruk V.M., Pakuliak L.K., Yizhakevych O.M., Shatokhina S.V.** (2021). First results of processing digitized V-plates taken with the Tautenberg 2m Schmidt telescope. *Odessa Astron. Publ.*, v. 34, p. 100-105. DOI 10.18524/1810-4215.2021.34.244337 (категорія В)

18. **Shatokhina S. V., Kazantseva L.V.** (2021). Early Kyiv observatins od asteroids: analysis and new reduction with Tycho-2 and Gaia catalogs. *Odessa Astron. Publ.*, v. 34, p. 114-118, DOI 10.18524/1810-4215.2021.34.244355 (категорія В)

#### Онлайн-каталоги даних (вийшли - 3)

19. **Vavilova I. B., Dobrycheva D. V., Vasylenko M. Yu., Elyiv A. A., Melnyk O. V., Khrantsov V.** "VizieR Online Data Catalog: SDSS galaxies morphological classification (Vavilova+, 2021)" *VizieR On-line Data Catalog: J/A+A/648/A122*. Originally published in: 2021A&A...648A.122V 2021

20. **Shatokhina, S.V.**; Relke, H.; Yuldoshev, Q.; Andruk, V. M.; Protsyuk, Yu. I.; Muminov, M. *VizieR Online Data Catalog: 2728 asteroid positions (Kitab obs.) (Shatokhina+, 2018)*, *VizieR On-line Data Catalog: J/other/OAP/31.235*, <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR-2>

21. **Yizhakevych O.M.**; Eglitis I.; **Shatokhina, S.V.**; Andruk, V. M.; Protsyuk, Yu. I. *Catalog of asteroid positions and magnitudes from digitized photographic observations in Baldone (Latvia)*, <http://gua.db.ukr-vo.org/starcatalogs.php>.

#### Науково-популярні статті

22. **Василенко М.Ю.** (2021). Проблема випадковості в сучасній науці. *Світогляд*, № 2, с. 21-25.

#### Електронні видання (+ статті, прийняті або подані до друку в 2021 р.)

23. **Ізвєкова І.О., Пономаренко В., Пулатова Н.Г., Василенко В.** Фотометрична змінність вибраних блазарів в оптичному і гама-діапазонах. *BL Lacertae та ES 1426+428 (2021)*, прийнята до друку в «Кінематика та фізика небесних тіл»

24. **Маловичко П. П., Кызьюров Ю. В.** Генерация кинетических альвеновских волн в предупредной области головной ударной волны Земли (2021, подано в КФНТ).

25. **Diachenko N.M., Elyiv A.A., Vavilova I.B., Vasylenko M.Yu., Dobrycheva D.V., Melnyk O.V.** (2021). Redshift reconstruction for the SDSS galaxies with machine learning methods. *Astronomy & Astrophysics*, 9 p. (Scopus, Q1, 2022, in preparation).

26. **Elyiv A.A., Diachenko N.M., Vavilova I.B., Dobrycheva D.V.** Machine-learning regression as a new approach to determine distance moduli for local galaxies (2021) In: *IAUS 362 "Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool"*, *Proceedings IAU Symposiums, Cambridge Univ. Press, vol. 364, 4 p. (accepted, Scopus)*

27. **Vavilova I.B., Vasylenko M.Yu., Elyiv A.A.** (2021). Zone of Avoidance: Restoring with GAN technique. In: *IAUS 362 "Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool"*, *Proceedings IAU Symposiums, Cambridge Univ. Press, vol. 364, 4 p. (accepted, Scopus)*

28. **Gugin O., Tugay A., Pulatova N., Zadorozhna L.** Advanced morphology of VIPERS galaxies (2021, submitted to *Journal of Physical Studies* <https://arxiv.org/abs/2110.11666>)

29. **Babyk Iu., McNamara B., Nulsen P., Russell H., Edge A.** Atmospheric Pressure and Molecular Cloud Formation in Early-Type Galaxies. 2021, submitted to *ApJ*, arXiv: 2110.15410

30. **Babyk Iu. V., McNamara B. R., Nulsen P. E. J., Russell H. R.** Entropy excess in the hot atmospheres of clusters, groups, and galaxies. 2021, submitted to *ApJ*.

31. **Babyk Iu. V., B. R. McNamara.** The halo mass-temperature relation for clusters, groups, and galaxies. 2021, submitted to *ApJ*.

32. **Khrantsov V., Vavilova I.B., Vasylenko M.Yu., Dobrycheva D.V., Elyiv A.A., Akhmetov V.S., Dmytrenko A., Khlamov S.V.** (2021). Machine learning technique for morphological

classification of galaxies from SDSS. II. Image-based inference of detailed morphology. *Astronomy & Astrophysics*, 12 pp. (Q1, 2021, submitted to *Astron. Astrophys.*)

**33. Kompaniets O.,** Sobolenko M., Berczik P., Marchenko V., **Vasylenko A.,** Fedorova E. NGC 6240 Supermassive Black Hole Binary dynamical evolution based on Chandra data (submitted to *MNRAS*)

**34. Vasylenko M.,** Pavlenko Ya., **Dobrycheva D.,** Kulyk I., Shubina O., Korsun P. The algorithm for automatic identification of asymmetric transits in the TESS database. *Proceedings IAU Symposium No. 364*, C. Sterken, J. Hearnshaw & D. Valls-Gabaud, eds. (accepted)

**35. Vavilova I.B.,** Shatokhina S.V., **Pakuliak L.K.,** Yzhakevych O.M., Eglitis I., Andruk V.M., Protsyuk Yu.I. Astrometry and photometry of asteroids from the UkrVO database of astroplates. *Proceedings IAU Symposium No. 364 "Multi-scale (time and mass) Dynamics of Space Objects"* (accepted).

**36. Vavilova I.,** **Dobrycheva D.,** Khramtsov V., **Vasylenko M.,** and **Elyiv A.** Machine Learning of Galaxy Classification by their Images and Photometry. *Publications ASP (ADASS 2021, прийнято до друку)*

#### Видання енциклопедичного характеру

**37. Vavilova I.B.,** Kislyuk V.S. (2021). Yakovkin Avenir Alexandrovich (accepted to «Biographical Encyclopedia of Astronomers», 3<sup>rd</sup> edition, Eds. P.D. Nicholson, J.L. Bartlett and T. Hockey, Springer, 2021) (Scopus)

38. Konovalenko O.O., **Vavilova I.B.** (2021). Braude Semen Yakovych (accepted to «Biographical Encyclopedia of Astronomers», 3rd edition, Eds. P.D. Nicholson, J.L. Bartlett and T. Hockey, Springer, 2021) (Scopus)

39. Yatskiv Ya.S., **Vavilova I.B.** (2021). Orlov Alexander Yakovlevich (accepted to «Biographical Encyclopedia of Astronomers», 3rd edition, Eds. P.D. Nicholson, J.L. Bartlett and T. Hockey, Springer, 2021) (Scopus)

**40. Vavilova I.B.** (2021). Nemiro (accepted to «Biographical Encyclopedia of Astronomers», 3rd edition, Eds. P.D. Nicholson, J.L. Bartlett and T. Hockey, Springer, 2021) (Scopus)

#### Тези конференцій

1. O. Lukina, N. G. **Pulatova,** V. Tugay, O. Malyi, L. V. Zadorozhna, and. X-ray galaxies selected from SDSS. 27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Taras Shevchenko National University of Kyiv, , Kyiv, Ukraine, 26-30 April, 2021

<https://drive.google.com/file/d/1ZzU5kinlsYzJOWSUjovRMCyrcTAQSGKt/view>

**2. N. Diachenko, A.A.Elyiv, D.V.Dobrycheva, M.Yu.Vasylenko, I.B.Vavilova** Distance moduli to the galaxies with machine learning regression methods. 27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Taras Shevchenko National University of Kyiv, , Kyiv, Ukraine, 26-30 April, 2021

<https://drive.google.com/file/d/1ZzU5kinlsYzJOWSUjovRMCyrcTAQSGKt/view>

**3. O. Torbaniuk,** M. Paolillo, F. Carrera, S. Cavuoti, C. Vignali, G. Longo, J. Aird The connection between star formation and BH accretion in the local Universe. 27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Taras Shevchenko National University of Kyiv, , Kyiv, Ukraine, 26-30 April, 2021

<https://drive.google.com/file/d/1ZzU5kinlsYzJOWSUjovRMCyrcTAQSGKt/view>

4. K. Kulish, V.A.Ponomarenko, A.O.Simon, V.V.Vasylenko, **I.O.Izviekova** Optical monitoring results of blazar PKS1222+216. 27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Taras Shevchenko National University of Kyiv, , Kyiv, Ukraine, 26-30 April, 2021

<https://drive.google.com/file/d/1ZzU5kinlsYzJOWSUjovRMCyrcTAQSGKt/view>

**5. N. M. Diachenko, A. A. Elyiv, I. B. Vavilova, D. V. Dobrycheva, M. Yu. Vasylenko.** Distance moduli to the galaxies with machine learning regression methods. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Book of Abstracts, p. 28.

<http://www.observ.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2021/05/BookOfAbstracts-2021.pdf>

**6. D. Dobrycheva,** V. Khramtsov, **M. Vasylenko, I. Vavilova, A. Elyiv** Deep similarity learning to infer the morphological properties of galaxies at  $z < 0.1$ . "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Book of Abstracts, p. 29.

<http://www.observ.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2021/05/BookOfAbstracts-2021.pdf>

7. K. V. Kulish, V. A. Ponomarenko, A. O. Simon, V. V. Vasylenko, **I. O. Izviakova** Results of optical BVRI observations and research of AGN PKS 1222+216. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Book of Abstracts, p. 33. <http://www.observ.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2021/05/BookOfAbstracts-2021.pdf>
8. **N. G. Pulatova**, V. Tugay, O. Malyi, L. V. Zadorozhna, and O. Lukina. X-ray galaxies selected from SDSS. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Book of Abstracts, p. 39. <http://www.observ.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2021/05/BookOfAbstracts-2021.pdf>
9. Ya. Pavlenko, I. Kulyk, **M. Vasylenko**, P. Korsun, **D. Dobrycheva**, O. Shubina. The Tess light curve database as a power tool to study extrasolar comets. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Book of Abstracts, p. 52. <http://www.observ.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2021/05/BookOfAbstracts-2021.pdf>
10. **Malovichko P.P., Kyzuyurov Yu.V.** Influence of reflected protons on the low-frequency turbulence excitation in the Earth bow shock foreshock region. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Book of Abstracts, p. 73. <http://www.observ.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2021/05/BookOfAbstracts-2021.pdf>
11. **Kyzuyurov Yu.V., Malovichko P.P.** Influence of eddy turbulence on formation of sporadic-E plasma layer // "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Book of Abstracts, p. 104. <http://www.observ.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2021/05/BookOfAbstracts-2021.pdf>
12. **Артеменко Т.Г.**(2021). Астрометричні дослідження в обсерваторіях України у ХІХ столітті. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Book of Abstracts, p. 117. <http://www.observ.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2021/05/BookOfAbstracts-2021.pdf>
13. **Artemenko T. G., Vavilova I. B.** (2021). Astrometric scientific school at the Main Astronomical Observatory of the NAS of Ukraine. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Book of Abstracts, p. 118. <http://www.observ.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2021/05/BookOfAbstracts-2021.pdf>
14. **Vasylenko M., Pavlenko Y., Kulyk I., Shubina O., Dobrycheva D., Korsun P.** “The machine learning technique for searching of exocomet transits in the TESS data base” The Statistical Challenges in Modern Astronomy (SCMA) June 7–10, 2021, Pennsylvania State University, USA <https://scma7.ipostersessions.com/?s=F4-70-33-6C-95-0F-E3-99-56-86-0A-7A-8B-A6-AC-F6>
15. **Vavilova I., Elyiv A., Diachenko N., Vasylenko M., Dobrycheva D., Melnyk O.** “Machine learning methods for distance moduli and morphological classification of the galaxies” The Statistical Challenges in Modern Astronomy (SCMA) June 7–10, 2021, Pennsylvania State University, USA <https://scma7.ipostersessions.com/?s=C1-13-87-7A-45-AC-E0-50-C6-6B-28-A1-2C-78-50-3B>
16. **Irina Vavilova, Andrii Elyiv, Nadiia Diachenko, Daria Dobrycheva, Maksym Vasylenko** “Distance moduli to the galaxies with machine learning regression methods” ePoster at the European Astronomical Society Annual Meeting - EAS 2021 28 June – 2 July 2021 Virtual meeting! <https://eas.kuoni-congress.info/2021/programme/pdf/paperToPdf.php?id=1508>
17. **Maksym Vasylenko, Vladislav Khramtsov, Daria Dobrycheva, Irina Vavilova, Andrii Elyiv** “Visible galaxy shapes are classified with convolutional neural networks.” SS4 : Data Science in Astronomy, ePoster at the European Astronomical Society Annual Meeting - EAS 2021 28 June – 2 July 2021 Virtual meeting! <https://eas.kuoni-congress.info/2021/programme/pdf/paperToPdf.php?id=1584>
18. **Maksym Vasylenko, Yakiv Pavlenko, Irina Kulyk, Daria Dobrycheva, Olena Shubina, Pavlo Korsun** “Application of the machine learning methods to search for exocomet transits in the TESS data base” S14 : Exoplanets in the 2020s: theory, observations, and instrumentation, ePoster at the European Astronomical Society Annual Meeting - EAS 2021 28 June – 2 July 2021 Virtual meeting! <https://eas.kuoni-congress.info/2021/programme/pdf/paperToPdf.php?id=1917>
19. **Irina Vavilova, Olena Kompaniets, Nadiia Pulatova, Anatolii Vasylenko1, Iurii Babyk** “Multiwavelength properties and SMBH masses of the low redshift isolated AGNs” ePoster at the European Astronomical Society Annual Meeting - EAS 2021 28 June – 2 July 2021 Virtual meeting! <https://eas.kuoni-congress.info/2021/programme/pdf/paperToPdf.php?id=1629>

- 20. O. Kompaniets, A. Vasylenko** “X-RAY PROPERTIES OF NGC 3081 OBTAINED FROM CHANDRA OBSERVATIONAL DATA” XXI Gamow International Astronomical Conference-School in Odessa, August 15-21, 2021. The book of abstracts, p. 4, 2021 <http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2021/08/gamow-abstracts-2021.pdf>
- 21. Diachenko N.M., Elyiv A.A., Vavilova I.B., Dobrycheva D.V., Vasylenko M.Yu., Melnyk O.V.** “REDSHIFT RECONSTRUCTION WITH MACHINE LEARNING METHODS FOR THE SDSS GALAXIES” XXI Gamow International Astronomical Conference-School in Odessa, August 15-21, 2021. The book of abstracts, p. 14, 2021 <http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2021/08/gamow-abstracts-2021.pdf>
- 22. I.B. Vavilova, N.G. Pulatova** “PROPERTIES OF THE LOW-REDSHIFT ISOLATED GALAXIES WITH ACTIVE NUCLEI IN THE RADIO SPECTRAL RANGE” XXI Gamow International Astronomical Conference-School in Odessa, August 15-21, 2021. The book of abstracts, p. 20, 2021 <http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2021/08/gamow-abstracts-2021.pdf>
- 23. Vasylenko M., Pavlenko Ya., Kulyk I., Shubina O., Dobrycheva D., Korsun P.** “THE ALGORITHM FOR AUTOMATIC IDENTIFICATION OF ASYMMETRIC TRANSITS IN THE TESS DATABASE” XXI Gamow International Astronomical Conference-School in Odessa, August 15-21, 2021. The book of abstracts, p. 28, 2021 <http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2021/08/gamow-abstracts-2021.pdf>
- 24. Shatokhina S. V., Kazantseva L. V.** ANALYSIS AND REPROCESSING OF EARLY KYIV OBSERVATIONS OF ASTEROIDS WITH MODERN REFERENCE CATALOGUES 21-th Gamow Intern. Astron. Conf.- School "Astronomy and Beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, High Energy Physics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology", Odessa, Ukraine, Aug. 15-21, 2021, Abstr., p.15. <http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2021/08/gamow-abstracts-2021.pdf>
- 25. Yizhakevych O.M., Andruk V.M., Pakuliak L.K.** PRELIMINARY RESULTS OF THE SEARCH FOR ASTEROIDS AND COMETS ON THE PLATES OF THE TAUTENBURG OBSERVATORY (1963-1965) 21th Gamow Intern. Astron. Conf.- School "Astronomy and Beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, High Energy Physics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology", Odessa, Ukraine, Aug. 15-21, 2021, Abstr., p. 15. <http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2021/08/gamow-abstracts-2021.pdf>
26. Andruk V.M., Pakuliak L.K., FIRST RESULTS OF PROCESSING DIGITIZED V-PLATES TAKEN WITH THE TAUTENBURG 2M SCHMIDT TELESCOPE // 21th Gamow Intern. Astron. Conf.- School "Astronomy and Beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, High Energy Physics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology", Odessa, Ukraine, Aug. 15-21, 2021, Abstr., p. 14. <http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2021/08/gamow-abstracts-2021.pdf>
- 27. Kompaniets O., Vasylenko A.** CHANDRA X-RAY IMAGING AND SPECTRAL ANALYSIS OF NGC 3081, Astronomy in Lviv University, Scientific conference to 360-th Anniversary of Lviv University, 250-th Anniversary of Astronomical observatory, and 25-th Anniversary of Astrophysics Department, September 14-17, 2021, Book of Abstracts, p. 67. <https://astro.lnu.edu.ua/seminars/konferentsiji/>
28. Tugay A., Gugin O., Pulatova N., Zadorozhna L., Advanced morphology of VIPERS galaxies, Astronomy in Lviv University, Scientific conference to 360-th Anniversary of Lviv University, 250-th Anniversary of Astronomical observatory, and 25-th Anniversary of Astrophysics Department, September 14-17, 2021, Book of Abstracts, p. 88. <https://astro.lnu.edu.ua/seminars/konferentsiji/>
- 29. Vavilova I.B.** Machine learning for galaxy classification and Zone of Avoidance. Second Regional Astronomical Summer School (2RASS) «Observational/Data Astronomy and Space Sciences», Byurakan Astrophysical Observatory, Armenia, 13-17 Sept 2021 (invited lecture) <https://www.bao.am/meetings/meetings/2RASS/program.html>
- 30. Kompaniets O., Vasylenko A., Vavilova I., Pulatova N., Babyk Iu.** X-ray emission of isolated AGNs in the Local Universe Міжнародна конференція “9TH MICROQUASAR WORK SHOP CELEBRATING OVER 50 YEARS OF DISCOVERY”, 20-24.09.2021, Cagliari (Italy) [https://zenodo.org/record/5516403#.Yc6o\\_VlwmHs](https://zenodo.org/record/5516403#.Yc6o_VlwmHs)
31. V.K. Taradiy, M.V. Karpov, G.Z. Butenko, V.G. Godunova, Bondar, **I.O. Izviekova**, M.V. Andreev, D.D. Berezin, V.A. Kozlov. METHODS OF PROCESSING ASTRONOMICAL OBSERVATIONS OBTAINED AT THE OBSERVATORY AT TERSKOL PEAK Міжнародна Конференція “Actual questions of ground-based observational astronomy” (MAO-200), м. Миколаїв, Україна, 27-30 вересня 2021 р. Book of abstracts, p. 19. [http://www.nao.nikolaev.ua/MAO-200/MAO-200\\_abstracts.pdf](http://www.nao.nikolaev.ua/MAO-200/MAO-200_abstracts.pdf)
32. **I.O. Izviekova**, V.O. Ponomarenko, **N.G. Pulatova**, V.V. Vasylenko, A.O. Simon. PHOTOMETRIC VARIABILITY OF THE SELECTED BLAZARS IN THE OPTICAL RANGE BL LACERTAE AND ES 1426 + 428. Міжнародна Конференція “Actual questions of ground-based observational astronomy” (MAO-200), м. Миколаїв, Україна, 27-30 вересня 2021 р. Book of abstracts, p. 20. [http://www.nao.nikolaev.ua/MAO-200/MAO-200\\_abstracts.pdf](http://www.nao.nikolaev.ua/MAO-200/MAO-200_abstracts.pdf)

33. **A.V. Zolotukhina, I.B. Vavilova, L.K. Pakuliak, V.M. Andruk.** THE PROGRAMS FOR SEARCHING GAMMA-RAY BURSTS IN THE UKRVO DATABASE. Міжнародна Конференція “Actual questions of ground-based observational astronomy” (MAO-200), м. Миколаїв, Україна, 27-30 вересня 2021 р. Book of abstracts, p. 45. [http://www.nao.nikolaev.ua/MAO-200/MAO-200\\_abstracts.pdf](http://www.nao.nikolaev.ua/MAO-200/MAO-200_abstracts.pdf)
34. **M. Vasylenko, Ya. Pavlenko, D. Dobrycheva, I. Kulyk, O. Shubina, P. Korsun** “The algorithm for automatic identification of asymmetric transits in the TESS database” Multi-scale (time and mass) Dynamics of Space Objects October 18-22, 2021, Hybrid Meeting, Romania Program and Abstract Book p. 81, 2021 [https://www.math.uaic.ro/~IAU\\_S364/adm/IAUS\\_364\\_book\\_of\\_abstracts.pdf](https://www.math.uaic.ro/~IAU_S364/adm/IAUS_364_book_of_abstracts.pdf)
35. **I. Vavilova, S.V. Shatokhina, L.K. Pakuliak, O.M. Yizhakevych, I. Eglitis, V.M. Andruk, Yu.I. Protsyuk** “Astrometry and photometry of asteroids from the UkrVO database of astrophysics” Multi-scale (time and mass) Dynamics of Space Objects October 18-22, 2021, Hybrid Meeting, Romania Program and Abstract Book p. 81, 2021 [https://www.math.uaic.ro/~IAU\\_S364/adm/IAUS\\_364\\_book\\_of\\_abstracts.pdf](https://www.math.uaic.ro/~IAU_S364/adm/IAUS_364_book_of_abstracts.pdf)
36. **Вавилова І.,** Іванова О., Відьмаченко А., Длугач Ж., **Артеменко Т.** (2021). Наукові школи В. П. Конопльової –Л. М. Шульмана, І. К. Ковалю, Е. Г. Яновицького. Меморіальна конференція “КАП/ГАО-читання”, присвячена пам’яті І. К. Ковалю, В. П. Конопльової, Л. М. Шульмана та Е. Г. Яновицького. ГАО НАНУ, Київ, 25 жовтня 2021 р., Київ, Україна. <https://www.mao.kiev.ua/images/articles/astroosin2021/program25october.pdf>
37. Корсун П., Павленко Я., **Василенко М.,** Кулик І., Шубіна О., **Добричева Д.** Чисельне моделювання екзокометних транзитів із застосуванням статистичного методу Монте-Карло. Меморіальна конференція “КАП/ГАО-читання”, присвячена пам’яті І. К. Ковалю, В. П. Конопльової, Л. М. Шульмана та Е. Г. Яновицького. ГАО НАНУ, Київ, 25 жовтня 2021 р., Київ, Україна. <https://www.mao.kiev.ua/images/articles/astroosin2021/program25october.pdf>
38. **Добричева Д.** “Методи машинного навчання для визначення морфології та відстаней до галактик” Міжнародна конференція «Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій», ГАО НАНУ, Київ, 26 жовтня 2021 р. <https://www.mao.kiev.ua/images/articles/astroosin2021/program26october.pdf>
39. **Сергієнко О.** Спостереження гравітаційних хвиль як тест для космології та фундаментальної фізики. Міжнародна конференція «Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій», ГАО НАНУ, Київ, 26 жовтня 2021 р. <https://www.mao.kiev.ua/images/articles/astroosin2021/program26october.pdf>
40. **Василенко А.** Екзотичний Всесвіт — Наднові, нейтронні зорі та чорні діри. Міжнародна конференція «Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій», ГАО НАНУ, Київ, 26 жовтня 2021 р. <https://www.mao.kiev.ua/images/articles/astroosin2021/program26october.pdf>
41. **D. Dobrycheva** “Machine-learning regression as a new approach to determine distance moduli for local galaxies” (e-poster) IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, November 8-12, 2021 **Place** Virtual Meeting, France The book of abstracts [http://iaus362.astro.unistra.fr/Abstracts\\_files/Posters.pdf](http://iaus362.astro.unistra.fr/Abstracts_files/Posters.pdf)
42. **D. Dobrycheva** “The CNN classification of galaxies by their image morphological peculiarities” IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, November 8-12, 2021 **Place** Virtual Meeting, France. The book of abstracts [http://iaus362.astro.unistra.fr/Abstracts\\_files/Abstracts.pdf](http://iaus362.astro.unistra.fr/Abstracts_files/Abstracts.pdf)
43. **Iu. Babyk** “Optical and X-ray observations of NGC3081” IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, November 8-12, 2021 **Place** Virtual Meeting, France. The book of abstracts [http://iaus362.astro.unistra.fr/Abstracts\\_files/Abstracts.pdf](http://iaus362.astro.unistra.fr/Abstracts_files/Abstracts.pdf)
44. **M. Vasylenko** “Applying the machine learning procedures for exocomet hunting in the TESS database” IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, November 8-12, 2021 **Place** Virtual Meeting, France. The book of abstracts [http://iaus362.astro.unistra.fr/Abstracts\\_files/Abstracts.pdf](http://iaus362.astro.unistra.fr/Abstracts_files/Abstracts.pdf)
45. **I. Vavilova** “Zone of Avoidance: Restoring with GAN technique” IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, November 8-12, 2021 **Place** Virtual Meeting, France. The book of abstracts [http://iaus362.astro.unistra.fr/Abstracts\\_files/Abstracts.pdf](http://iaus362.astro.unistra.fr/Abstracts_files/Abstracts.pdf)

## Участь у конференціях (15 конференцій, 1 семінар за межами України, 48 доповідей)

### **27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Astronomy and Space Physics in the Kyiv University, 26-30 April 2021 (4 доповіді)**

О. Лукіна, Н. Пулатова, А. Тугай, О. Малий, Л. Задорожна «XMM Newton X-ray galaxies identified with the Hyperleada database» 27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Astronomy and Space Physics in the Kyiv University

Tugay A., Gugnin O., **Pulatova N.**, Zadorozhna L. «Advanced morphology of VIPERS galaxies» 27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, 27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Astronomy and Space Physics in the Kyiv University

**N. M. Diachenko, A. A. Elyiv, I. B. Vavilova, D. V. Dobrycheva, M. Yu. Vasylenko.** Distance moduli to the galaxies with machine learning regression methods. 27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Astronomy and Space Physics in the Kyiv University

**D. Dobrycheva, V. Khramtsov, M. Vasylenko, I. Vavilova, A. Elyiv** Deep similarity learning to infer the morphological properties of galaxies at  $z < 0.1$ . 27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Astronomy and Space Physics in the Kyiv University

### **International Conference "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University" Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine May 25–28, 2021 (9 доповідей)**

**Malovichko P.P., Kyzyurov Yu.V.** Influence of reflected protons on the low-frequency turbulence excitation in the Earth bow shock foreshock region "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University" May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv Astronomical Observatory. Kyiv (Ukraine).

**Kyzyurov Yu.V., Malovichko P.P.** Influence of eddy turbulence on formation of sporadic-E plasma layer // "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University" May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv Astronomical Observatory. Kyiv (Ukraine).

**Artemenko T. G., Vavilova I. B.** (2021). Astrometric scientific school at the Main Astronomical Observatory of the NAS of Ukraine. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University", Taras Shevchenko National University of Kyiv Astronomical Observatory. May 25 – 28, 2021, Kyiv, Ukraine (усна доповідь).

**Артеменко Т.Г.**(2021). Астрометричні дослідження в обсерваторіях України у XIX столітті. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University", Taras Shevchenko National University of Kyiv Astronomical Observatory. May 25 – 28, 2021, Kyiv, Ukraine (усна доповідь).

**N.G.Pulatova, A.V.Tuday, O. Malyi, L.V.Zadorozhna and O.Lukina** X-ray galaxies selected from SDSS" на конференції Astronomy and Space Physics ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE Kyiv (Ukraine), May 25 – 28, 2021

**N. M. Diachenko, A. A. Elyiv, I. B. Vavilova, D. V. Dobrycheva, M. Yu. Vasylenko.** Distance moduli to the galaxies with machine learning regression methods. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv.

**D. Dobrycheva, V. Khramtsov, M. Vasylenko, I. Vavilova, A. Elyiv** Deep similarity learning to infer the morphological properties of galaxies at  $z < 0.1$ . "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv.

K. V. Kulish, V. A. Ponomarenko, A. O. Simon, V. V. Vasylenko, **I. O. Izviekova** Results of optical BVRI observations and research of AGN PKS 1222+216. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv.

Ya. Pavlenko, I. Kulyk, **M. Vasylenko, P. Korsun, D. Dobrycheva, O. Shubina.** The Tess light curve database as a power tool to study extrasolar comets. "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University". (International Conference), May 25–28, 2021. Taras Shevchenko National University of Kyiv.

### **Наукова нарада, присвячена 50-річчю введення в дію найбільшого в світі радіотелескопа декаметрових хвиль УТР-2 та 110-річчю С.Я. Брауде (С. Граково-с. Волохів Яр, Харківська обл., РІ НАНУ, 3-5 червня 2021 р.) (1 доповідь)**

**Вавилова І.Б.** Сучасний стан досліджень у позагалактичній астрономії.

### **The Statistical Challenges in Modern Astronomy (SCMA)**

**June 7–10, 2021 Virtual meeting! Pennsylvania State University, USA (2 доповіді +участь у школі)**  
**Vasylenko M.**, Pavlenko Y., Kulyk I., Shubina O., **Dobrycheva D.**, Korsun P. “The machine learning technique for searching of exocomet transits in the TESS data base” The Statistical Challenges in Modern Astronomy (SCMA) June 7–10, 2021 Virtual meeting!

**Irina Vavilova, Andrii Elyiv, Nadiia Diachenko, Maksym Vasylenko, Daria Dobrycheva, Olga Melnyk** “Machine learning methods for distance moduli and morphological classification of the galaxies” The Statistical Challenges in Modern Astronomy (SCMA) June 7–10, 2021 Virtual meeting!

**Daria Dobrycheva** Summer School in Statistics for Astronomers, PennState University, USA, June 1-5, 2021

### **European Astronomical Society Annual Meeting - EAS 2021**

**28 June – 2 July 2021 Virtual meeting ( 4 доповіді)**

**Maksym Vasylenko, Yakiv Pavlenko, Irina Kulyk, Daria Dobrycheva, Olena Shubina, Pavlo Korsun** “Application of the machine learning methods to search for exocomet transits in the TESS data base” S14 : Exoplanets in the 2020s: theory, observations, and instrumentation, ePoster at the European Astronomical Society Annual Meeting - EAS 2021 28 June – 2 July 2021 Virtual meeting!

**Maksym Vasylenko, Vladislav Khrantsov, Daria Dobrycheva, Irina Vavilova, Andrii Elyiv** “Visible galaxy shapes are classified with convolutional neural networks.” SS4 : Data Science in Astronomy, ePoster at the European Astronomical Society Annual Meeting - EAS 2021 28 June – 2 July 2021 Virtual meeting!

**Irina Vavilova, Andrii Elyiv, Nadiia Diachenko, Daria Dobrycheva, Maksym Vasylenko** “Distance moduli to the galaxies with machine learning regression methods” ePoster at the European Astronomical Society Annual Meeting - EAS 2021 28 June – 2 July 2021 Virtual meeting!

**Irina Vavilova, Olena Kompaniets, Nadiia Pulatova, Anatolii Vasylenko<sup>1</sup>, Iurii Babyk** “Multiwavelength properties and SMBH masses of the low redshift isolated AGNs” ePoster at the European Astronomical Society Annual Meeting - EAS 2021 28 June – 2 July 2021 Virtual meeting!

### **XXI Gamow International Astronomical Conference-School in Odessa**

**15-21 August, 2021, Odesa, Ukraine (8 доповідей)**

**O. Kompaniets, A.Vasylenko** “X-RAY PROPERTIES OF NGC 3081 OBTAINED FROM CHANDRA OBSERVATIONAL DATA” XXI Gamow International Astronomical Conference-School in Odessa 15-21 August, 2021, Odesa, Ukraine

**Diachenko N.M., Elyiv A.A., Vavilova I.B., Dobrycheva D.V., Vasylenko M.Yu., Melnyk O.V.** Redshift reconstruction with machine learning methods for the SDSS galaxies. XXI Gamow International Astronomical Conference-School in Odessa 15-21 August, 2021, Odesa, Ukraine

**I.B. Vavilova, N.G. Pulatova** “PROPERTIES OF THE LOW-REDSHIFT ISOLATED GALAXIES WITH ACTIVE NUCLEI IN THE RADIO SPECTRAL RANGE” XXI Gamow International Astronomical Conference-School in Odessa 15-21 August, 2021, Odesa, Ukraine

**Vasylenko M.**, Pavlenko Ya., Kulyk I., Shubina O., **Dobrycheva D.**, Korsun P. “THE ALGORITHM FOR AUTOMATIC IDENTIFICATION OF ASYMMETRIC TRANSITS IN THE TESS DATABASE” XXI Gamow International Astronomical Conference-School in Odessa 15-21 August, 2021, Odesa, Ukraine

**Artemenko T.G.**(2021). Astrometric research in Ukraine at the XIX - beginning of XX centuries.XXI Gamow International Astronomical Conference-School in Odessa" Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, High Energy Physics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology" 15-21 August 2021, Odesa, Ukraine (постер).

**Shatkhina S.V.**, Kazantseva L. V. EARLY KYIV OBSERVATIONS OF ASTEROIDS: ANALYSIS AND NEW REDUCTION WITH TYCHO-2 AND GAIA CATALOGS

**Yizhakevych O.M.**, Andruk V.M., **Pakuliak L.K.**, PRELIMINARY RESULTS OF THE SEARCH FOR ASTEROIDS AND COMETS ON THE PLATES OF THE TAUTENBURG OBSERVATORY (1963-1965)

Andruk V.M., **Pakuliak L.K.** FIRST RESULTS OF PROCESSING DIGITIZED V-PLATES TAKEN WITH THE TAUTENBURG 2M SCHMIDT TELESCOPE

**IV–а науково-практична конференція «Аерокосмічні технології в Україні: проблеми та перспективи» (НЦУВКЗ, с. Новосілки, Київська обл.) 9-10 вересня 2021 р. (участь без доповіді)**

**Вавилова І.Б.** (участь без доповіді)

**Міжнародна “Астрономічна конференція у Львівському університеті”,**

**14-17 вересня, м. Львів (2 доповіді)**

**Kompaniiets O.**, Vasylenko A. Міжнародна “Астрономічна конференція у Львівському університеті”, CHANDRA X-RAY IMAGING AND SPECTRAL ANALYSIS OF NGC 3081, 14-17 вересня, м. Львів.

A. Tugay, O. Gugnin, **N. Pulatova**, L. Zadorozhna, Advanced morphology of VIPERS galaxies, Astronomy in Lviv University, Scientific conference to 360-th Anniversary of Lviv University, 250-th Anniversary of Astronomical observatory, and 25-th Anniversary of Astrophysics Department, September 14-17, 2021,

**International School for young scientists at the Byurakan Astrophysical Observatory,**

**Armenia, 14-18 September 2021 (1 доповідь)**

**Vavilova I.B.** Machine learning for galaxy classification and Zone of Avoidance. Second Regional Astronomical Summer School (2RASS) «Observational/Data Astronomy and Space Sciences», Byurakan Astrophysical Observatory, Armenia, 13-17 Sept 2021 (invited lecture)

**Міжнародна конференція “9TH MICROQUASAR WORKSHOP CELEBRATING OVER 50 YEARS OF DISCOVERY”, 20-24 вересня, Cagliari (Italy) (1 доповідь)**

**Kompaniiets O.**, Vasylenko A., Vavilova I., Pulatova N., Babyk Iu. X-ray emission of isolated AGNs in the Local Universe Міжнародна конференція “9TH MICROQUASAR WORK SHOP CELEBRATING OVER 50 YEARS OF DISCOVERY”, 20-24.09.2021, Cagliari (Italy)

**Міжнародна Конференція “Actual questions of ground-based observational astronomy” (MAO-200), м. Миколаїв, Україна, 27-30 вересня 2021 р. (3 доповіді)**

V.K. Taradiy, M.V. Karпов, G.Z. Butenko, V.G. Godunova, Bondar, I.O. **Izviekova**, M.V. Andreev, D.D. Berezin, V.A. Kozlov METHODS OF PROCESSING ASTRONOMICAL OBSERVATIONS OBTAINED AT THE OBSERVATORY AT TERSKOL PEAK Міжнародна Конференція “Actual questions of ground-based observational astronomy” (MAO-200), м. Миколаїв, Україна, 27-30 вересня 2021 р.

**I.O. Izviekova**, V.O. Ponomarenko, N.G. Pulatova, V.V. Vasylenko, A.O. Simon PHOTOMETRIC VARIABILITY OF THE SELECTED BLAZARS IN THE OPTICAL RANGE BL LACERTAE AND ES 1426 + 428. Міжнародна Конференція “Actual questions of ground-based observational astronomy” (MAO-200), м. Миколаїв, Україна, 27-30 вересня 2021 р.

**A.V. Zolotukhina, I.B. Vavilova, L.K. Pakuliak**, V.M. Andruk. THE PROGRAMS FOR SEARCHING GAMMA-RAY BURSTS IN THE UKRVO DATABASE. Міжнародна Конференція “Actual questions of ground-based observational astronomy” (MAO-200), м. Миколаїв, Україна, 27-30 вересня 2021 р.

**Міжнародний науково-технічний семінар, «РТ-32 Золочів: перші результати, співробітництво з ЄС та радіоастрономічні горизонти» (4-7 жовтня 2021 р., м. Золочів, Львівська обл.)**

**Вавилова І.Б.** Участь без доповіді. Семінар присвячений підготовці входження радіотелескопа РТ-32 до міжнародної мережі EVN

**IAUS 364: Multi-scale (time and mass) Dynamics of Space Objects**

**October 18-22, 2021, Hybrid Meeting, Romania (2 доповіді)**

**Maksym Vasylenko**, Ya. Pavlenko, **D. Dobrycheva**, I. Kulyk, O. Shubina, P. Korsun “The algorithm for automatic identification of asymmetric transits in the TESS database” IAUS 364: Multi-scale (time and mass) Dynamics of Space Objects October 18-22, 2021, Hybrid Meeting, Romania

**Iryna Vavilova, S.V. Shatokhina, L.K. Pakuliak, O.M. Yizhakevych**, I. Eglitis, V.M. Andruk, Yu.I. Protsyuk “Astrometry and photometry of asteroids from the UkrVO database of astrolates” IAUS 364: Multi-scale (time and mass) Dynamics of Space Objects October 18-22, 2021, Hybrid Meeting, Romania

**Міжнародна конференція «Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій», ГАО НАНУ, Київ, 25-26 жовтня 2021 р. (5 доповідей)**

**Добричева Д.** “Методи машинного навчання для визначення морфології та відстаней до галактик” ГАО НАН України, 26 жовтня 2021

**Вавилова І.**, Іванова О., Відьмаченко А., Длугач Ж., **Артеменко Т.** (2021). Наукові школи В. П. Конопльової –Л. М. Шульмана, І. К. Ковалю, Е. Г. Яновицького. Меморіальна конференція “КАП/ГАО-читання”, присвячена пам’яті І. К. Ковалю, В. П. Конопльової, Л. М. Шульмана та Е. Г. Яновицького, 25 жовтня 2021 р., Київ, Україна (e-формат)

Корсун П., Павленко Я., **Василенко М.**, Кулик І., Шубіна О., **Добричева Д.** Чисельне моделювання екзокометних транзитів із застосуванням статистичного методу Монте-Карло. Меморіальна конференція “КАП/ГАО-читання”, присвячена пам’яті І. К. Ковалю, В. П. Конопльової, Л. М. Шульмана та Е. Г. Яновицького. ГАО НАНУ, Київ, 25 жовтня 2021 р., Київ, Україна.

**Сергієнко О.** Спостереження гравітаційних хвиль як тест для космології та фундаментальної фізики. Міжнародна конференція «Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій», ГАО НАНУ, Київ, 26 жовтня 2021 р.

**Василенко А.** Екзотичний Всесвіт — Наднові, нейтронні зорі та чорні діри. Міжнародна конференція «Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій», ГАО НАНУ, Київ, 26 жовтня 2021 р.

**IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool,  
November 8-12, 2021 Virtual Meeting, Chamonix, France (5 доповідей)**

**D. Dobrycheva** “The CNN classification of galaxies by their image morphological peculiarities” (oral) IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, November 8-12, 2021 Virtual Meeting, France

**D. Dobrycheva** “Machine-learning regression as a new approach to determine distance moduli for local galaxies” (e-poster) IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, November 8-12, 2021 Virtual Meeting, France

**Iu. Babyk** “Optical and X-ray observations of NGC3081” (oral) IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, November 8-12, 2021 Virtual Meeting, France

**M. Vasylenko** “Applying the machine learning procedures for exocomet hunting in the TESS database” (oral) IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, November 8-12, 2021 Virtual Meeting, France

**I. Vavilova** “Zone of Avoidance: Restoring with GAN technique” (oral) IAUS 362: Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, November 8-12, 2021 Virtual Meeting, France

**Семінари за межами ГАО НАН України**

**Yu.L. Kolesnyk.** An analytically iterative method for solving problems of cosmic ray modulation in 1D and 2D. Seminar of the Institute of Experimental Physics Slovakian Acad. Sci., December 4. 2021