

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ

Директор ГАО НАН України  
академік НАН України

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ Я.С. Яцків

**Звіт**  
**відділу позагалактичної астрономії та астроінформатики**  
**за 2020 рік**

Завілувач відділу  
позагалактичної астрономії  
та астроінформатики

\_\_\_\_\_ І.Б. Вавилова

Київ – 2020

## Зміст

1	Загальні показники відділу ПАА за 2020 рік	3
2	Короткі звіти по темам, що виконувалися у 2020 році	8
3	Науково-педагогічна і науково-організаційна діяльність	23
4	Таблиці для річного звіту ГАО НАН України	25
5	Перелік публікацій співробітників відділу ПАА	29

## 1. Загальні дані про діяльність співробітників відділу у 2020 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 2020 року в структурі відділу – 2 лабораторії (лабораторія великомасштабної структури Всесвіту і лабораторія космічних променів) та група астроінформатики.

У відділі в 2020 р. працювали 25 співробітників, з яких 5 – 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). Науковці: 4 доктора наук, 13 кандидатів наук. Середній вік співробітників – 49,3 років. Молодих науковців – 9 співробітників.

У лабораторії великомасштабної структури Всесвіту у 2020 р. працювали 13 наукових співробітників, із яких 2 – на громадських засадах, 3 – за сумісництвом. У складі лабораторії 2 доктора наук, 7 кандидатів наук, у т.ч. 8 – молоді вчені. Середній вік співробітників лабораторії становить 36,0 років. Посада завідувача лабораторії є вакантною, тимчасово ці обов'язки виконує завідувач відділу.

У лабораторії космічних променів у 2020 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 59,0 років. Завідувач лабораторії – Шахов Б.О.

У групі астроінформатики у 2020 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 53,0 років.

**Зміни у штатному розкладі, які відбулися в 2020 р.** У 2020 р. у відділ прийнято Золотухіну А.В. на посаду мол. наук. співробітника; рішенням конкурсної комісії ГАО НАН України, яке затверджено Вченою радою ГАО НАН України, Добричева Д.В. переведена на посаду ст. наук. співроб.; Пулатова Н.Г. приступила до роботи з 24.08.2020 р. на посаді наукового співробітника після відпустки по догляду за дитиною.

01.11.2020р. в аспірантуру Інституту фізики НАН України поступила Ізвєкова І.О. (науковий керівник Вавилова І.Б.), у відділі працювала від 07.12.2020 р. на громадських засадах; 01.02.2020р. на роботу за сумісництвом прийнято Дяченко Н.М., студентку кафедри астрономії та фізики космосу фізичного факультету КНУ імені Тараса Шевченка.

Вавилова І.Б. захистила докторську дисертацію.

До конкурсної комісії ГАО НАН України подано документи Пулатової Н.Г., наук. співроб., канд. фіз.-мат. наук, з рекомендацією відділу на посаду старшого наукового співробітника (конкурс триватиме до 06.01.2021р.).

Від 07.12.2020р. до 22.12.2020р. відбувалася атестація співробітників відділу, за результатами якої атестаційна комісія рекомендувала, а Вчена рада ГАО НАН України на своїх засіданнях від 17.12.2020р. затвердила такі результати: Вавилова І.Б., доктор фіз.-мат

наук, зав. відділом (відповідає посаді); Шахов Б.О., канд. фіз.-мат. наук, зав. лаб. (відповідає посаді); від 24.12.2020р. затвердила такі результати: Караченцева В.Ю., доктор фіз.-мат наук, пров. наук. співр. (рекомендовано перевести на посаду головного наукового співробітника); Елиїв А.А., канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співр. (рекомендовано перевести на посаду пров. наук. співр.); Бабик Ю.В., канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співр. (відповідає посаді); Василенко А.А., канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співр. (відповідає посаді); Торбанюк О.О., канд. фіз.-мат. наук, наук. співр. (відповідає посаді); Шатохіна С.В., наук. співр. (відповідає посаді); Іжакевич О.М., наук. співр. (відповідає посаді); Артеменко Т.Г., пр. інженер (не атестована); Федоров Ю.І., доктор фіз.-мат. наук, пров. наук. співр. (відповідає посаді); Кизьюров Ю.В., канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співр. (відповідає посаді, через 2 роки провести атестацію); Колесник Ю.Л., канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співр. (відповідає посаді); Маловичко П.П., канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співр. (відповідає посаді).

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.** Караченцева В.Ю. отримала Премію Української астрономічної асоціації «За видатний внесок у розвиток астрономії в Україні» і Золоту медаль ім. О.Я. Орлова (відзнака ГАО НАН України).

Добричева Д.В. отримала стипендію Української астрономічної асоціації імені Юрія Дрогобича. Бабик Ю.В. отримав премію Верховної Ради для молодих вчених за 2019 рік.

Компанієць О.В. отримала Подяку Президента України за участь у реалізації національного освітнього проєкту «Всеукраїнська школа онлайн»; учасниця команди-переможця (FireWay) регіонального турніру «International NASA Space Apps Challenge», організованого Noosphere (<https://noosphereglobal.com/new-format-for-well-known-event-nasa-space-apps-challenge-dnipro-2020-wrap-up/>) у м.Дніпро; за результатами відбору проєктів на «International NASA Space Apps Challenge» співробітниками NASA, команда FireWay увійшла в топ-40 команд світу (<https://2020.spaceappschallenge.org/awards/global-finalists>).

Василенко А.А. – стипендіат НАН України (2019–2020), стипендіат Президента України (2020–2022); Добричева Д.В. – стипендіат Президента НАН України (2018–2020), Бабик Ю.В. – стипендіат НАН України (2020–2022).

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

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

**Члени Української астрономічної асоціації (11):** Бабик Ю.В., Вавилова І.Б., Василенко А.А., Добричева Д.В., Елиїв А.А., Караченцева В.Ю. (почесний член), Мельник О.В., Пулатова Н.Г., Саваневич В.Є., Торбанюк О.О., Шахов Б.О.

#### **У 2020 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.).

Наукова робота «e-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.).

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

Науково-дослідна робота «Новітні методи та нові знання про будову матерії у Всесвіті: опрацювання та наповнення бази даних рентгенівських космічних місій» Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень (2018–2022, № 398Кт, Етап 3, науковий керівник – Василенко А.А.).

Конкурсна науково-дослідна робота молодих вчених НАН України «Методи машинного навчання бінарній морфологічній класифікації великих масивів галактик. Етап 2» (2019–2020, № 418Кт, наук. кер. – Добричева Д.В.).

Спільний науково-дослідний проект науковців Київського національного університету імені Тараса Шевченка та НАН України на 2019–2020 рр. «Дослідження джерел рентгенівського і гамма-випромінювання та перспективи їх спостережень в проекті 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 [76, 85]; 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 [77].

Співробітники Шатохіна С.В. і Їжакевич О.М. є співвиконавцями наукової теми № 367В «Астрометрія малих тіл Сонячної системи і надхолодних карликів в епоху GAIA та створення спеціальних астрометричних каталогів» (науковий керівник Лазоренко П.Ф.)

### **Найголовніші наукові результати**

Завершено комплексну верифікацію успішності методів машинного навчання для встановлення морфологічної класифікації галактик Місцевого Всесвіту з використанням даних Слоунівського цифрового огляду неба. 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 морфологічній класифікації з урахуванням еволюційних властивостей галактик на космологічних масштабах Місцевого Всесвіту (Вавилова І.Б., Добричева Д.В., Василенко М.Ю., Еліїв А.А., Мельник О.В.).

Використовуючи матеріал сучасних цифрових оглядів неба (PanSTARRS-1, SDSS) та дані оглядів в лінії НІ і в далекому ультрафіолеті (GALEX), було заново класифіковано 165 ізольованих 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 в динамічній еволюції галактик ранніх та пізніх типів (Караченцева В.Ю., Мельник О.В. з іноземними колегами)

Вперше для галактики Mrk 417 (тип Сейферт 2) досліджено структуру поглинаючого середовища в її ядрі в діапазоні 3–150 кеВ з використанням архівованих спостережень космічної обсерваторії NuSTAR та 150-місячного огляду неба космічної обсерваторії Swift/BAT. Представлено нові результати, отримані при апроксимації спектру моделями MuTorus і BNTorus, виявлено, що ядро галактики можна віднести до так званих Комптон-тонких, а тор є стисненим по вертикалі і його форма наближається до кільцеподібної структури [18, 36]. (Василенко А.А., Компанієць О.В.)

Досліджено кореляцію між швидкостями зореутворення в материнській галактиці та темпами акреції на надмасивну чорну діру в її центрі на основі вибірки галактик з активним та затухаючим зореутворенням в близькому Всесвіті. На основі розподілу темпів акреції для широкого діапазону швидкостей зореутворення та зоряних мас материнських галактик було показано, що в близькому Всесвіті домінуючу частку займають активні ядра галактик з низькими світностями та темпами акреції (Торбанюк О.О.)

Вперше показано, що в рамках стаціонарної сферично-симетричної складної моделі геліосфери для випадку, коли існує залежність розсіювання космічних променів від енергії частинки, знак анізотропії в просторовому розподілі частинок залежить від енергії частинок. А саме, він позитивний для високоенергетичних і навпаки негативний для низькоенергетичних частинок (Колесник Ю.Л., Шахов Б.А.).

За результатами обробки оцифрованих фотографічних спостережень програми ФОН в Кітабі (Узбекистан), Гісарі (Таджикістан), а також зоряних супчень в UBVR смугах в Балдоне (Латвія) підготовлені каталоги біля 4900 положень та зоряних величин астероїдів і комет, виявлених на цих астронегативах (Шатохіна С.В., Іжакевич О.М. з українськими та іноземними колегами).

<b>Відділ позагалактичної астрономії та астроінформатики</b>					
ПІБ	Посада	Науковий ступінь, вчене звання	Напрям наукової діяльності, спеціальність	Рік початку роботи в установі	h-index (за даними SCOPUS; WoS, ADS/NASA)
1. Вавилова Ірина Борисівна 10.07.1959	завідувач відділу, в.о. зав. лаб.	доктор фіз.-мат. наук; стар. наук. співроб., доцент	позагалактична астрономія, астроінформатика; астрофізика, радіоастрономія	2007	h= 9 (SCOPUS) h= 20 (ADS/NASA)
<b>Лабораторія великомасштабної структури Всесвіту (посада зав. лаб. вакантна)</b>					
2. Караченцева Валентина Юхимівна 14.07.1940	пров. наук. співроб.	доктор фіз.-мат. наук; ст. наук. співроб.	позагалактична астрономія; астрофізика, радіоастрономія	2009	h= 30 (SCOPUS) h= 36 (ADS/NASA)
3. Еліїв Андрій Андрійович 22.08.1982	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2007	h= 17 (SCOPUS) h= 20 (ADS/NASA)
4. **Бабик Юрій Вікторович 23.08.1987	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2012	h= 8 (SCOPUS) h= 22 (ADS/NASA)
5. Мельник Ольга Вячеславівна 21.05.1980	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2017	h= 13 (SCOPUS) h= 18 (ADS/NASA)
6. **Василенко Анатолій Андрійович 10.12.1987	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 17.03.1989	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астроінформатика; астрофізика, радіоастрономія	2013	h= 1 (SCOPUS) h= 5 (ADS/NASA)
8. Пулатова Надія Григорівна 20.03.1987	наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астрофіз. високих енергій; астрофізика, радіоастрономія	2014	h= 7 (SCOPUS) h= 7 (ADS/NASA)
9. **Торбанюк Олена Олександрівна 13.11.1992	наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	позагалактична астрономія, астроінформатика; астрофізика, радіоастрономія	2014	h= 1 (SCOPUS) h= 2 (ADS/NASA)

10. **Василенко Максим Юрійович (за сумісництвом) 28.09.1994	мол. наук. співроб.	магістр	позагалактична астрономія; фізика і астрономія	2018	
11. **Компанієць Олена Володимирівна (за сумісництвом) 08.01.1996	мол. наук. співроб.	магістр	позагалактична астрономія; астроф. Високих енергій	2019	
12. **Дяченко Надія Михайлівна 24.03.2000	Інж. 1 кат.	бакалавр	позагалактична астрономія; фізика і астрономія	2020	
13. **Ізвєкова Інна Олександрівна 16.08.1996	мол. наук. спів роб.	магістр	позагалактична астрономія; фізика і астрономія	(2020)	
<b>Лабораторія космічних променів</b>					
13. Шахов Борис Олексійович 07.11.1945	завідувач лабораторії, заст. зав. відділу на громадських засадах	канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	1984	h=5 (SCOPUS) h=8 (ADS/NASA)
14. Федоров Юрій Іванович 18.12.1947	пров. наук. співроб.	доктор фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	1984	h=5 (SCOPUS) h=10 (ADS/NASA)
15. Кизьюров Юрій Веніамінович 20.12.1957	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	1984	h=1 (SCOPUS) h=1 (ADS/NASA)
16. Колесник Юрій Леонідович 27.10.1982	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	2005	h=2 (SCOPUS) h=3 (ADS/NASA)
17. Маловічко Павло Петрович 13.03.1954	ст. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.	астрофізика, теоретична ядерна фізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	1984	h=4 (SCOPUS) h=8 (ADS/NASA)
18. **Клюєва Антоніна Ігорівна 01.06.1988	мол. наук. співроб.	канд. фіз.-мат. наук	астрофізика, геліофізика і фізика Сонячної системи	2010 (з 2019 р.)	
<b>Група астроінформатики</b>					
19. Саваневич Вадим Євгенович (на громадських засадах) 19.11.1964	ст. наук. спів роб.	доктор техн. наук; професор	астроінформатика, ІТ-технології	2018 (з 2019 р.)	h=1 (SCOPUS) h=4 (ADS/NASA)
20. Пакуляк Людмила Казимирівна (на громадських засадах) 25.12.1956	ст. наук. спів роб.	канд. фіз.-мат. наук	астроінформатика, астрометрія	1982	h=5 (SCOPUS) h=17 (ADS/NASA)
21. Їжакевич Олена Михайлівна 29.03.1941	наук. співроб.	-	астроінформатика, астрометрія	1974	h=4 (SCOPUS) h=13 (ADS/NASA)
22. Шатохіна Світлана Вадимівна 09.05.1962	наук. співроб.	-	астроінформатика, астрометрія	1981	h=4 (SCOPUS) h=13 (ADS/NASA)
23. Золотухіна Анастасія Валеріївна 03.12.1981	мол. наук. співроб.	-	астроінформатика, астрометрія		h=2 (SCOPUS) h=2 (ADS/NASA)
24. Артеменко Гетяна Геннадіївна 18.11.1975	пров. інженер	-	астроінформатика, історія астрономії	2007	h=1 (SCOPUS) h=1 (ADS/NASA)
25. **Головін Олександр Володимирович (на громадських засадах) 11.06.1988	пров. інженер	-	астрофізика	2010	h=6 (SCOPUS) h=7 (ADS/NASA)

## 2. Короткі звіти по темам, що виконувалися у 2020 році

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

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

**Науково-дослідна робота «Новітні методи та нові знання про будову матерії у Всесвіті: опрацювання та наповнення бази даних рентгенівських космічних місій»  
Етап 3.» (2018-2022, науковий керівник Етапу 3 – Василенко А.А.,  
тема П-100-18 (№398 Кт); номер держреєстрації 0118U004071)**

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. Елиїв, Ю.В. Бабик, О.В. Мельник, Д.В., Добричева, А.А. Василенко, О.О. Торбанюк, Н.Г. Пулатова, М.Ю. Василенко, О.В. Компанієць, Л.К. Пакуляк, О.М. Їжакевич, С.В. Шатохіна, А.В. Золотухіна).

Тема № 426В – наукова робота виконується 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. Елиїв, О.В. Мельник, Д.В., Добричева, М.Ю. Василенко, О.В. Компанієць, Н.М. Дяченко.

Тема № 398Кт – виконується в рамках Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень (2018–2022 рр.). Виконавці від відділу – І.Б. Вавилова, А.А. Василенко, О.В. Компанієць, О.М. Сергієнко (за угодою ЦПХ), співвиконавці – ІППММ ім. Я.С. Підстригача НАН України (наук. кер. О.Л. Петрук).

*Далі у звіті для виділення перетину отриманих результатів за цими відомчими темами на початку опису результатів буде вказано номери цих тем.*

1. (Темі 409В і 426В). У 2019 році було запропоновано новий підхід для обчислення модулів відстаней до близьких галактик на основі регресії за допомогою штучної нейронної мережі. Вимірювання відстаней до галактик, з якістю кращою ніж червоне зміщення, є важливим для астрофізики, особливо для виокремлення вейдів, груп та скупчень галактик, тестування космологічних моделей. Реконструкція поля власних швидкостей галактик має вирішальне значення для картографування Всесвіту, дослідження елементів великомасштабної структури Всесвіту. Традиційно відстані для галактик вимірюються за модулем відстані  $m-M$ , різницею між абсолютною та видимою зоряними величинами. Теоретичні оцінки абсолютної величини  $M$  всієї галактики, зір чи їхніх скупчень використовують як індикатори (свічі) відстаней.

Основна ідея полягає у використанні максимально доступних спостережуваних даних для масивів галактик з 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%).

У 2020 році для порівняння запропонованої моделі регресії у вигляді нейронної мережі з іншими традиційними методами підготовлено тренувальну вибірку галактик SDSS на  $0.9 < z < 1.2$ , виконано необхідну обробку даних, проаналізовано оточення кожної з галактик, виокремлено вибірку галактик із активними ядрами шляхом порівняння з каталогом VeronCetty+2010, та обговорено регресійні моделі для її використання, щоб потім новий метод застосувати для створення каталогу близько чверті мільйона галактик, які не мають поміряних модулів відстані, але до яких можливо застосувати метод обчислення модулів відстаней до близьких галактик на основі регресії за допомогою штучної нейронної мережі. (Еліїв А.А., Мельник О.В., Вавилова І.Б., Добричева Д.В., Караченцева В.Ю., Дяченко Н.М.) (статті [10, 20], тези конференцій [60, 73, 78, 83, 86]).

2. (Темі 409В і 426В). Завершено дослідження щодо верифікації методів машинного навчання (МН), які застосовуються для бінарної морфологічної класифікації галактик (Е - ранній та L - пізній типи). Використовувалися два види МН з учителем: класичні класифікатори машинного навчання; класичний класифікатор нейронних мереж. Особлива увага стосувалася візуального очищення набору даних. Вибірка містить 300 000 SDSS-галактик з DR9, що не мають визначеного морфологічного типу на червоному зміщенні  $0.02 < z < 0.1$  з абсолютними зоряними величинами  $-24^m < M_r < -19.4^m$ . 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 (статті [2, 43], тези конференцій [55, 71]). (виконавці Василенко М.Ю., Добричева Д.В., Вавилова І.Б., Еліїв О.В., Мельник О.В.)

3. (Темі 409В і 426В). 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 описаній попередньо роботі представлено результати стосовно класичних методів МН з учителем та використання фотометричних параметрів для тренування класифікаторів. 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. Вони мають розміри 100x100 пікселів, або 25x25 кутових секунд. Фільтри g,r,i із SDSS розглядалися як R-G-B канали для створення зображень. Оскільки використовувався метод МН з учителем, тому потрібна якомога більша тренувальна вибірка зображень галактик.

Була проведена перевірка співпадань досліджуваної цільової вибірки з даними в проєкті Galaxy Zoo 2 (GZ2). Проєкт GZ2 використовував зображення галактик в рамках огляду SDSS, де аматори та висококваліфіковані астрономи візуально визначали морфологію галактик. Для цього завдання галактики з SDSS застосовувались обмеження  $r < 17^m$  (галактики мають бути близькими та яскравими, для кращого розпізнавання морфологічного типу). Виявилось, що  $\sim 170,000$  галактик цільової вибірки є в каталозі GZ2. Отже, цільова вибірка з  $\sim 316,000$  об'єктів каталогу SDSS DR9 була розділена на: тренувальну вибірку ( $\sim 170,000$  галактик із Galaxy Zoo 2), та цільову вибірку ( $\sim 146,000$  галактик з невідомими типами). Із-за обмеження  $r < 17^m$ . Галактики, які не співпали з Galaxy Zoo, в середньому слабші і менші. Була проведена перевірка, коли класифікатор (згорткова нейронна мережа архітектури ResNet101) намагається відрізнити тренувальну вибірку від цільової. Показано, що ці дві вибірки можна відрізнити одна від одної з точністю  $\sim 90\%$ , тобто, що зображення галактик із цільової вибірки є, в основному, не схожі на зображення галактик із Galaxy Zoo 2. За допомогою згорткової нейронної мережі архітектури Xception вдалося навчити класифікувати галактики на еліптичні та спіральні за допомогою тренувальної вибірки ( $\sim 170,000$  галактик із Galaxy Zoo 2) з точністю 91,14%. Щоб оцінити точність, ми розділили тренувальну вибірку ще на тренувальну (training) і тестову (test). Розділення формувалось наступним чином: враховуючи результати змагальної перевірки, 18,000 галактик із тренувальної вибірки ( $\sim 170,000$  галактик із Galaxy Zoo 2), що є найбільш схожими на галактики із цільової вибірки ( $\sim 146,000$  галактик з невідомими типами) увійшли в тестову (test), всі решта галактик в тренувальну (training). Схожість тестової вибірки на цільову є важливою умовою для оцінки результуючої точності класифікації, що раніше не було проаналізовано в інших дослідженнях. У результаті отримано, що цільова вибірка 146,000 галактик складається з 68,000 ранніх та 69,000 пізніх типів галактик; при цьому, не вдалося класифікувати  $\sim 9,000$  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 ([23, 45], тези конференцій [56, 61, 69, 84]). (Василенко М.Ю., Добричева Д.В., Вавилова І.Б., Еліїв А.А.)

4. (Темі 409B і 426B). В роботах [17, 38] представлені 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  $(yr)^{-1}$  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 космічний час,

13.8 млрд. р. , галактики без балджів, що видимі анфас, повинні були мати в минулому темпи SFR у 2-3 рази вищі, ніж ті, які спостерігаються зараз [17, 38]. (Караченцева В.Ю. з іноземними колегами)

Використовуючи матеріал сучасних цифрових оглядів неба (PanSTARRS-1, SDSS) та дані оглядів в лінії HI і в далекому ультрафіолеті (GALEX), було заново класифіковано 165 галактик ранніх типів в каталозі KIG. В результаті кількість E та S0 галактик скоротилося до 91. Приблизно 20% галактик цієї вибірки демонструють різні ознаки пекулярності (аномальну структуру, присутність емісії в оптичних лініях, HI- або FUV- потоки). Пошук супутників у 46 галактик ранніх типів KIG виявив 90 сусідів з різницею променевих швидкостей  $|dV| < 500$  км/с та проекційною лінійною відстанню  $R_p < 750$  кпк. При цьому 45 галактик не мають сусідів з такими ознаками. Не знайдено помітної різниці в інтегральній світності та кольорі галактик, що пов'язана з присутністю чи з відсутністю близьких сусідів. У припущенні випадкової орієнтації орбіт 26 супутників із середнім ексцентриситетом орбіти  $\langle e \rangle = 0.7$ , середня маса E, S0 – галактик KIG була визначена як  $(7.56 \pm 2.36) 10^{12} M_{\text{Sun}}$ . Характерне відношення орбітальної маси до світності у ізольованих E, S0 галактик,  $M_{\text{orb}}/L_K = 74 \pm 26 M_{\text{Sun}}/L_{\text{Sun}}$ , узгоджується з оцінками  $M_{\text{orb}}/L_K$  для ізольованих галактик раннього типу в каталозі 2MIG ( $63 M_{\text{Sun}}/L_{\text{Sun}}$ ), а також зі значеннями  $M_{\text{orb}}/L_K$  для E, S0 галактик у Місцевому об'ємі:  $38 \pm 22$  (NGC 3115),  $82 \pm 26$  (NGC 5128),  $65 \pm 20$  (NGC 4594). Високе відношення маси гало до зоряної маси у E, S0- галактик 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 [42, 90]. (Караченцева В.Ю., Мельник О.В. з іноземними колегами)

5. (Тема 409B і 426B). Побудовано рентгенівські спектри ядра галактики NGC 6240, отримані космічною обсерваторією Chandra в енергетичному діапазоні 0.5÷8 кеВ. Встановлено, що змінність для даного джерела відсутня, таким чином спектри, отримані в різні проміжки часу, можна поєднати. Використовуючи скрипт `combine_spectra` в програмному забезпеченні CIAO 4.9 було отримано комбіновані спектри для однакових за розмірами регіонів центральної частини галактики. Апроксимовано комбіновані спектри південного і північного ядер галактики в діапазоні 5.5÷7.0 кеВ. У спектрі також присутня емісійна лінія Fe K $\alpha$  (положення лінії  $E_{\text{FeK}\alpha} = 6.39_{-0.01}^{+0.01}$  кеВ і  $E_{\text{FeK}\alpha} = 6.41_{-0.01}^{+0.01}$  кеВ). Припускається, що зміщення лінії відносно лабораторного значення зумовлено просторовим рухом подвійної надмасивної чорної діри навколо центру мас системи. Таким чином, в наближенні колової орбіти, оцінка динамічної маси центральної частини галактики розміром 1 кпк становить  $2,47 \times 10^{11} M_{\text{Sun}}$  і подвійної надмасивної чорної діри  $2,47 \times 10^9 M_{\text{Sun}}$ . Для покращення просторового розділення ядер в галактиці NGC 6240 на зображенні було змодельовано функцію точкового джерела (PSF) із значенням енергії 6.25 кеВ. На основі отриманого (PSF) із використанням алгоритму деконволюції Люсі Річардсон було отримано відновлене зображення центральної частини галактики. Отримане зображення використовувалося для уточнення відстані між ядрами, яка за оцінками становить 750 пс. Отриманий результат було використано як один із вхідних параметрів для моделювання еволюції ядер. Також, було створено енергетичну RGB мапу галактики, для демонстрації локалізації рентгенівського випромінювання [47] (Компанієць О.В., Василенко А.А.)

6. (Тема 409B). У роботі [46] розглянуто точкові X-джерела в галактиках низької сітності в полі GAMA G02/XXL-N. Відомо відносно мало X-джерел в маломасивних галактиках, що накладає обмеження на вивчення Активних Ядер Галактик (АЯГ), чорних дір та X-подвійних зір (XRBs) в маломасивних галактиках, оскільки потребується велика вибірка таких галактик та рентгенівських джерел у них. У цій роботі ідентифіковано точкові рентгенівські джерела, знайдені в північному полі огляду XXL (з потоком вище  $\sim 6 \times 10^{-15}$  ерг  $\text{с}^{-1} \text{см}^{-2}$ ), з галактиками з відомими червоними зміщеннями з огляду GAMA G02 (з  $r < 19.8$ ,  $M_r < -19$  або  $M^* < \sim 10^{9.5} M_{\text{Sun}}$ ). Серед 1200 маломасивних галактик знайдено 28 потенційних X-джерел. Враховуючи фотометрію в оптичному та інфрачервоному діапазоні, розміщення та оптичний спектр, підтверджено, що 20 точкових джерел перебувають в маломасивних галактиках і є X-подвійними зорями великих мас (HMXBs) в галактиках з активним

зореутворенням на відстані  $z < 0.1$ . Серед материнських галактик є кілька «червоних» (у термінах індексу кольору), але більшість Х-джерел асоціюються з галактиками з області «блакитної хмари». Тільки одна маломасивна галактика перебуває в багатій групі галактик, решта є ізольованими або з малонаселених груп. Їхні Х-світності лежать в межах  $10^{39} \div 10^{42}$  ерг/с, і є подібними до галактик з високою оптичною світністю на тих самих червоних зміщеннях. Відстані між точковими джерелами і центрами їх галактик становить менше  $10''$ , що можна порівняти з роздільною здатністю ХММ-Newton телескопа. Одним із висновків є те, що не має значимого доказу, що кількість яскравих НМХВс на одиницю темпу зореутворення значно відрізняється в маломасивних і масивних галактиках [46]. (Еліїв А.А. з іноземними колегами)

7. (Темі 409В і 398Кт). Виконано спектральний аналіз чотирьох ізольованих галактик з активними ядрами (АЯГ), вибраних з каталогу 2MIG: NGC 5347, ESO 438-009, MCG-02-09-040 та IGR J11366-6002. Використовувалися дані космічних обсерваторій NuSTAR, а також Swift / Burst Alert Telescope (BAT) до  $\sim 150$  кеВ для MCG 02-09-040, ESO 438-009 та IGR J11366-6002, а також дані Swift / XRT в діапазоні 0,3-10 кеВ для NGC 5347, ESO 438-009 та IGR J11366-6002. Всі джерела мають відбиту компоненту спектра з різними частками відбиття на додаток до первинного степеневого континууму. Показники степенів становлять від 1,6 до 1,8. Спектри двох джерел, NGC 5347 та MCG-02-09-040, містять емісійну лінію Fe K $\alpha$ . Для обох цих джерел лінії Fe K $\alpha$  мають значну еквівалентну ширину EW  $\sim 1$  кеВ. Рентгенівський спектр NGC 5347 найкраще підходить для чистої моделі відбиття з Ecut  $\sim 117$  кеВ і без присутності будь-яких додаткових первинних степеневих компонентів. Спектр MCG-02-09-040 показує наявність сильного нейтрального поглинання  $N_H \sim 10^{24}$  см $^{-2}$ . Однак це дає «нефізичне» значення відбиття у випадку застосування простої моделі відбиття. Більша відповідність досягається прийняттям фізичної моделі BNTorus на основі Монте-Карло, що дозволило визначити величину поглинання  $N_H \sim 1,04 \times 10^{24}$  см $^{-2}$  та резонний показник степеня  $\Gamma \approx 1,63$ . Результати для MCG-02-09-040 отримано вперше [15, 37, 74] (Василенко А.А., Вавилова І.Б., Пулатова Н.Г.)

Для подальшого дослідження було створено вибірку ізольованих АЯГ, для яких наявні дані в УФ-діапазоні, і які можуть бути об'єктами спостережень майбутньої УФ-космічної місії WSO-UV, призначеної для отримання зображень і спектроскопії в діапазоні 100—320 нм [74]. Підготовлено заявку на спостереження вибраних ізольованих АЯГ з використанням телескопів обсерваторії на піку Терскол (на перше півріччя 2021 р.) з урахуванням досвіду проведення таких спостережень [79] для дослідження спектральних і фотометричних властивостей цих галактик в широкому діапазоні довжин хвиль (Пулатова Н.Г., Ізвєкова І.О., Вавилова І.Б., Василенко А.А., Компанієць О.В.)

Феномен присутності відтоку мас у вигляді вітру йонізованого газу від ядер активних ядер галактик достовірно встановлений на даний час. Характерні швидкості таких відтоків становлять від кількох сотень до кількох тисяч км/с, що була виміряна в багатьох об'єктах. Ці відтоки проявляють себе у рентгенівському спектрі як набір емісійних та поглинальних ліній або порогів різної ширини та ступеня іонізації (таке поглинання також називають «теплим поглинанням. Для одного об'єкту може бути характерним наявність відразу кількох потоків, які відрізнятимуться як швидкостями, так і ступенем іонізації. Кількість маси речовини, яка переноситься, може досягати значення кількох мас Сонця за рік, маючи при цьому стовпчику густину на рівні всього  $\sim 10^{22}$  см $^{-2}$ , що порівняно зі таким значенням для внутрішнього поглинання міжзор'яним середовищем нашої Галактики. Дослідження таких феноменів у рентгенівському діапазоні енергій має велике значення, адже охоплює енергії, які відповідають широкому діапазону іонізаційних станів атомів – від водне подібних до йонів без двох-трьох електронів на верхніх рівнях. Таким чином, критичним для дослідження виявляється спектральна роздільна здатність інструменту, що для звичайних детекторів на основі ПЗЗ матриць становить лише  $R \sim 50$ , але ґраткових спектрометрів зростає до майже 500. Для активного ядра галактики PG 1211+143 було встановлено наявність багатого на емісійні та поглинальні лінії спектру в м'якому діапазоні енергій, що вказує на присутність

відразу кількох потоків різної швидкості (до швидкості 0,06c) та іонізації. Масова швидкість при цьому оцінюється як  $2 M_{\text{Sun}}/\text{рік}$ . Встановлення коректних характеристик потоків, визначення їх кількості та темпів відтоку є критичним для визначення причини появи таких відтоків. Існує щонайменш три механізми, які можуть пояснити присутність такого феномену, – відтік внаслідок відцентрового прискорення матеріалу, який обертається навколо надмасивної чорної діри, вплив магнітного поля, яке розганяє даний матеріал, та третє, тиск випромінювання від центральних частин корони та акреційного диску. Дослідження з пошуку фізично коректного пояснення та розрізнення перерахованих причин триває і буде завершено в наступному році. (Василенко А.А.)

Проаналізовано всі доступні дані в X-діапазоні для галактики Сейферта 1 NGC 4748 (з вузькими лініями), а саме XMM-Ньютон (EPIC та OM), INTEGRAL (ISGRI та JEM-X) та SWIFT (BAT та XRT), для детального вивчення як широкосмугового спектру 0,5-195 кеВ, так і кривої блиску. З цією метою використано автокореляційний аналіз кривих блиску, моделюючи спектри за допомогою декількох фізично обумовлених моделей у програмному пакеті XSPEC. Знайдено швидко квазіперіодичну зміну потоку 0,5-10,0 кеВ на часових шкалах кілосекунд у XMM/EPIC композитній кривій блиску [19]. (Василенко А.А.)

Виконано повний спектральний аналіз даних спостережень активного ядра галактики типу Сейферт 1 з вузькими лініями (NLSy 1) LEDA 2816068 в діапазоні 0,3-10 кеВ із залученням ультрафіолетових даних (далі - УФ) оптичного монітору космічної обсерваторії XMM-Newton. Для покращення якості аналізу також було використано УФ спостереження оптичного телескопу космічної обсерваторії Swift. Спектр було проаналізовано простими феноменологічними моделями та складними аналітичними фізичними моделями. Також було проведено спектральний аналіз галактики типу Сейферт 1 з вузькими лініями RBS 2041 за даними спостережень космічних обсерваторій XMM-Newton та Swift/XRT в діапазоні 0,5-10 кеВ. Спектр було опрацьовано з використанням базових моделей для континуума, таких як степеневий закон (для середнього діапазону), багатотемпературне чорнотільне випромінювання для «м'якого» рентгенівського діапазону та компоненти відбиття. Проведено попередній спектральний аналіз з використанням моделей континууму для обмеження можливих форм корони акреційного диску. Під час детального аналізу спектру випромінювання активного ядра LEDA 2816068 з використанням УФ-даних було застосовано енергетично-самоузгоджену модель випромінювання optxagnf. Запропоновано гіпотезу про «гібридну» корону, в якій частина електронів, відповідальна за «м'який» діапазон енергій, має тепловий розподіл, а інша частина – нетепловий. При цьому вхідне випромінювання має однакову температуру для обох компонент. (Василенко А.А.)

Вперше для галактики Mrk 417 (тип Сейферт 2) досліджено структуру поглинаючого середовища в її ядрі в діапазоні 3–150 кеВ з використанням архівованих спостережень космічної обсерваторії NuSTAR та 150-місячного огляду неба космічної обсерваторії Swift/BAT. Представлено нові результати, отримані при апроксимації спектру моделями MyTorus і BNTorus, а саме, значення степеневого індексу  $\Gamma_{\text{MyTorus}}=1.68^{+0.09}_{-0.09}$  і  $\Gamma_{\text{BNTorus}}=1.75^{+0.09}_{-0.09}$ , які є близькими до типових значень АЯГ. Оцінено значення стовпчикової густини поглинання  $N_{\text{H,MyTorus}}=0.34^{+0.04}_{-0.04}\times 10^{24} \text{ см}^{-2}$  і  $N_{\text{H,BNTorus}}=0.37^{+0.05}_{-0.04}\times 10^{24} \text{ см}^{-2}$ , тобто ядро галактики, з точки зору поглинання, можна віднести до так званих Комптон-тонких. На основі результатів, отриманих в рамках застосування моделей MyTorus і BNTorus, вперше оцінено значення фактору перекриття  $f_c=0.34^{+0.4}_{-0.32}$  газопилового тору в ядрі Mrk 417. Цей результат додатково було перевірено за допомогою випромінювання в ближній інфрачервоній ділянці спектру зареєстрованого космічною обсерваторією WISE. Фактор перекриття в цьому випадку було визначено як  $f_c\sim L_{12\text{mkm}}/L_{\text{bol}}\sim 0.12$ . Базуючись на отриманому значенні  $f_c$ , можна припустити, що тор є стисненим по вертикалі і його форма наближається до кільцеподібної структури [18, 36]. (Компанієць О.В., Василенко А.А.)

Виконано огляд сучасних методів отримання оцінок мас надмасивних чорних дір в АЯГ, які буде використано в подальших дослідженнях: ревербераційним методом в оптичному діапазоні, за лінією заліза Fe K $\alpha$  в X-діапазоні, за методом границі Еддінгтона

(для болометричної світності, тобто для світності в усіх діапазонах електромагнітного спектру), за кінематикою навколоядерних зір в оптичному діапазоні. (Пулатова Н.Г.)

Розпочато роботу з дослідження АЯГ типу LLAGN, а саме, сформовано вибірку та вивчено X-властивості восьми яскравих LLAGN за даними спостережень космічного телескопа XMM Newton [51, 81, 89]. (Пулатова Н.Г. у співпраці з українськими колегами)

Розроблено програмний пакет для моделювання спостережних характеристик скупчень галактик під назвою MINOT (modeling the intracluster medium (non-)thermal content and observable prediction tools) та виставлено його в публічних доступ. Зцінено шанси виявлення гамма-відповідника нейтринного джерела за допомогою СТА в результаті подальшого спостереження за сповіщенням пронеїтрино. Виконано симуляції за допомогою програмного забезпечення FIRESONG для різних популяцій нейтринних джерел, які можуть бути відповідальними за дифузний потік астрофізичних нейтрино, виміряних IceCube. Багатохвильові спостережні величини (спектри, профілі, потоки та зображення) обчислюються на основі відповідних фізичних процесів, згідно з положенням скупчення (координати та червоне зміщення). На стандартному персональному комп'ютері в більшості випадків тривалість обчислень є суттєво меншою за 1 секунду і досягає порядку 1 секунди для найскладніших моделей. Це робить MINOT придатним для використання в аналізі разом з методом Монте-Карло. Як приклад, було промодельовано скупчення Abell 1795, Abell 2142 та Abell 2255 і порівняно передбачення MINOT зі спостережними даними, зокрема, з космічних обсерваторій Planck, XMM-Newton та Fermi. Хоча MINOT був розроблений для моделювання даних перш за все в гамма-діапазоні, він може використовуватися для моделювання як теплових та нетеплових процесів у скупченнях галактик в радіо, міліметровому, рентгенівському та гамма діапазонах, так і для моделювання випромінювання нейтрино зі скупчень галактик [14, 35]. (Сергієнко О.М. у співпраці з українськими й іноземними колегами)

8. (Тема 409В). За результатами обробки оцифрованих фотографічних спостережень програми ФОН в Кітабі (Узбекистан), Гісарі (Таджикистан), а також зоряних скупчень в UBVR смугах в Балдоне (Латвія) підготовлені каталоги біля 4900 положень та магнітуд астероїдів і комет [27, 32, 57, 66, 82]. (Їжакевич О.М., Шатохіна С.В. у співпраці з українськими й іноземними колегами)

Розпочато роботу з узагальнення та аналізу даних каталогів небесних тіл, отриманих з оцифрованих астронегативів об'єднаного цифрового архіву УкрВО [24, 70]. (Шатохіна С.В., Пакуляк Л.К., Вавилова І.Б., Їжакевич О.М. разом із українськими та іноземними колегами)

За даними каталогів малих тіл Сонячної системи, отриманих з оцифрованих астронегативів, виявлені кратні системи астероїдів та виконано попередній аналіз їх фотометричних і астрометричних характеристик. З метою досліджень позиційної точності окремих вибірок астероїдів проведені оцифрування та попередня обробка фотографічних спостережень астероїдів, для яких різниця епох з опорним каталогом Gaia DR2 складає 50-90 років. [25, 58, 72]. (Шатохіна С.В. у співпраці з українськими колегами)

Триває підготовка матеріалів для подання в МОН України матеріалів щодо «склотекі ГАО НАН України та оцифрованого архіву астронегативів УкрВО» до включення в перелік об'єктів НАН України, що становлять національне надбання (Шатохіна С.В., Пакуляк Л.К., Вавилова І.Б.).

У рамках міжнародного проекту «The Vanishing & Appearing Sources during a Century of Observations», VASCO (<https://vasconsite.wordpress.com/>) із використанням астропластинок УкрВО виконано пошук зір, зоряна величина яких могла різко зменшитися упродовж 100-річчя або які зникли взагалі, тобто знаходилися на пізніх стадіях еволюції [11] та випущено відповідний каталог [29]. (керівник проекту Beatriz Villarroel (Швеція), учасники від ГАО НАН України – Вавилова І.Б., Андрук В.М.)

У роботах [28, 67] представлено огляд архіву даних спектральних спостережень, отриманих в ГАО НАН України з 1965 року. Цей архів охоплює період часу близько 20 років і містить 50 000 спектрів, головним чином, змінних зір. Спектральний фотоматеріал (скляні

астропластинки) отриманий здебільшого на 70-см рефракторі АЗТ-2 (ГАО НАН України, Київ), а також 60-см телескопі Цейс високогірної обсерваторії на піку Терскол (Північний Кавказ, Росія) та 1-м телескопі на горі Санглок (Інститут астрофізики АН Таджикистану), оснащеному спектрографами UAGS з набором ґраток для отримання дисперсій 29...167Å/мм у діапазоні довжин хвиль 3500–6800 Å. А також дані, отримані на Подвійному широкутному астрографі (ГАО НАН України) з дооб'єктивною призмою для моніторингу Nova Cygni 1975 на початковій стадії спалаху. Майже всі спектри відкалібровані за допомогою 9-ступінчастого аттенюатора та спектрів порівняння для шкали довжин хвиль. У роботі розглянуто спостережні програми (мета, інструменти, результати), в рамках яких був накопичений цей архів, а також ключові принципи оцифрування спектрів та їх обробки сучасними інструментами програмного забезпечення віртуальної обсерваторії [28, 67]. (Золотухіна А.В., Пакуляк Л.К., Вавилова І.Б. разом із Камінським Б.М. (відділ ФПСС))

Підготовлено новий випуск проєктів з використанням програмного забезпечення CoLiTec для моніторингу астероїдів (CoLiTecAS) та супутників (CoLiTecSAT). До цього релізу додані сервіси з вирівнювання яскравості та ототожнення із зоряним небом астрономічних кадрів та зображень, отриманих телескопами та камерами (астероїди: <https://colitec-public-prod-s3-euc1.s3.eu-central-1.amazonaws.com/distributive/setup-colitecas-2.4.2.1-win64.zip>; супутники: <https://colitec-public-prod-s3-euc1.s3.eu-central-1.amazonaws.com/distributive/setup-colitecsat-2.4.2.1-win64.zip>). Посібник користувача доступний за посиланням: <https://colitec-public-prod-s3-euc1.s3.eu-central-1.amazonaws.com/documents/colitec-2.4.2-user-guide-en.pdf>. Підготовлено дві програми з графічним інтерфейсом: CoLiTec Manager (розділ 7 посібника користувача) дозволяє завантажувати для обробки в одному проєкті окремі вже сформовані папки (серії) кадрів одночасно, кожна зі своїм власним файлом конфігурації. Що важливо, CoLiTec Manager може обробляти кадри, що формують телескопи до загальної папки в режимі реального часу; CoLiTecFox (розділ 8 посібника користувача) простіший і дозволяє завантажувати для обробки лише одну серію з уже сформованими кадрами, які містяться в одній папці. Розпочато тестування нового випуску програмного забезпечення, робота буде продовжена в 2021 р. [91, 92, 93] (Саваневич В.С. і команда EOS CoLiTec)

9. Виконано узагальнення попередніх результатів досліджень, отриманих у відділі ПАА, та підготовлено оглядові роботи, які знайшли своє відображення в розділах монографії «Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation» [68], яка вийшла друком у видавництві Elsevier, та у монографії «Intelligent Astrophysics», яка вийде друком у 2021 р. Абстракти розділів подано нижче.

Простежено розвиток астрономічних методів спостереження від візуальних, що дозволяли відстеження поведінки окремих об'єктів, до сучасних космічних місій, які одночасно виробляють дані для декількох сотень тисяч об'єктів у різних спектральних діапазонах. Завдяки цьому астрономія перейшла від вивчення окремих об'єктів до вивчення Всесвіту в цілому і стала наукою про великі дані. Описуються стисло візуальні, фотографічні та ПЗЗ- огляди зір, галактик та міжгалактичного середовища, спектральні фотографічні та спектральні дослідження з ПЗЗ, багатохвильові наземні та космічні бази даних та архіви, що дозволило створити високоточну координату систему, щоб виявити нові властивості небесних тіл і, як результат, побудувати 3-D моделі спостережуваних частин Всесвіту. Згадано також «збережені» дані накопичених століттями фотоастропластинок, які були активно оцифровані протягом останніх десятиліть і дають нові знання з порівняльного аналізу старого та нового спостережувального матеріалу. Дослідження з астрономії змінюються від керування гіпотезами до керування даними до інтенсивного використання даних. Щоб вирішити різні виклики та можливості, які пропонує експоненціальне зростання обсягів, темпів та складності астрономічних даних, з'явилися нові дисципліни Астростатистика та Астроінформатика [1] (Вавилова І.Б., Пакуляк Л.К., Бабик Ю.В., Еліїв А.А., Добричева Д.В., Мельник О.В.)

Подано приклади отримання даних з багатохвильових астрономічних оглядів: отримати автоматизовану морфологічну класифікацію галактик за допомогою мультипараметричних діаграм та методів машинного навчання; реконструювати широкомасштабний розподіл галактик за зоною уникнення Чумацького Шляху; моделювання змінності потоку галактик з активними ядрами [2] (Вавилова І.Б., Добричева Д.В., Василенко М.Ю., Еліїв А.А., Мельник О.В.)

Ідея швидкого оцифрування старих астрономічних фотографічних архівів зіткнулася з відсутністю технічних засобів для якісного виконання цього завдання при збереженні максимально можливої точності матеріалу спостереження. Вирішенням проблеми стали планшетні комерційні сканери. Особливості проектування сканерів, які є джерелом додаткових помилок, вимагали розробити спеціальні алгоритми обробки оцифрованих даних, що враховували б специфіку оцифровки. Ці алгоритми дозволяють врахувати та усунути помилки, пов'язані з процесом сканування, на етапі попередньої обробки оцифрованих зображень, використовуючи лише дані самого оцифрованого зображення. Наведено приклад такого алгоритму, що використовується на попередньому етапі обробки оцифрованого зображення астропластики ширококутного астрографа. Проблема вивчення систематичних помилок у масивах великих даних пов'язана з необхідністю підтримувати високу точність у роботах, де ці дані є системами відліку. Рішення полягає у використанні незалежних наборів великих даних для аналізу помилок та пропонування методів їх усунення, як показано на прикладі зоряних каталогів XPM-2MASS-USNO-A2.0 та UCAC3.0 [3] (*Пакуляк Л.К., Андрук В.М.*).

Сучасні спостережні астрономічні системи та телескопи дозволяють знімати багато кадрів значної площі неба за одну ніч. Це велика кількість необроблених наборів даних, які слід обробити, використовуючи методи видобутку знань Data Mining. Цей підхід забезпечується програмним забезпеченням CoLiTec, яке дозволяє обробляти вхідні набори даних або потоки в режимі реального часу (<http://neoastrosoft.com>). Це програмне забезпечення включає функції, зручні для користувача інструменти для контролю обробки, перегляду результатів, інтеграції з онлайн-каталогами та безліч різних обчислювальних модулів, що базуються на розроблених методах [4]. (*Хламов С.В., Саваневич В.С.*)

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 спектроскопії, а також для космологічних моделей. У роботі [5] описано коротко ці результати, більше уваги приділено практичному застосуванню мозаїки Вороного, пов'язаному з просторовим великомасштабним розподілом галактик. (*Вавилова І.Б., Елій А.А., Добричева Д.В., Мельник О.В.*)

Прийнято до друку 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) [6], підготовлено до друку методичний посібник «Python: бібліотека scikit-learn для бінарної морфологічної класифікації SDSS-галактик» [7, 50, 88] (*Добричева Д.В., Василенко М.Ю.*) та лабораторний практикум «Обробка даних космічної обсерваторії «Чандра» для визначення параметрів галактик» [8] (*Компанієць О.В.*) для студентів спеціальності «фізика та астрономія» ВНЗ.

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

В рамках розвитку кінетичної теорії поширення частинок високої енергії, прискорених в різних астрофізичних об'єктах: оболонках наднових зір, пульсарів, тощо) було показано, що режим поширення космічних променів (КП) визначається енергією частинок. Так, для надвисоких енергій – це балістичний режим, для високих – кінетичний, для



низьких – дифузійний. При цьому отримані аналітичні розв'язки кінетичних рівнянь описують всі вищезгадані режими. (Шахов Б.О., Федоров Ю.І.)

Для випадку, коли існує залежність розсіювання КП від енергії частинки, для стаціонарної сферично-симетричної складної моделі геліосфери, було показано, що:

-- просторовий розподіл для частинок високих енергій ( $T = 8.5 \text{ GeV}$ ) в геліосфері суттєво відрізняється від низьких. Радіальний градієнт їх густини позитивний лише до геліопаузи (НР), де формується їх максимальне значення. Тоді як, за геліопаузою з'являється надлишок частинок високих енергій, а їх густина поступово зменшується до значення LIS спектру; (Шахов Б.О., Колесник Ю.Л.)

-- просторовий розподіл низько-енергетичних частинок монотонно зростає на всій геліоцентричній відстані і прямує до свого максимального значення; тобто до значення спектру LIS на нескінченності. Такий розподіл відповідає даним, що отримані космічними апаратами; (Колесник Ю.Л., Шахов Б.О.)

-- у геліомантії фазова густина низько-енергетичних частинок вища в стисненому середовищі, ніж коли немає стиснення, тоді як густина високоенергетичних частинок слабо реагує на такі зміни; (Колесник Ю.Л., Шахов Б.О.)

-- було показано, що отримані аналітичні розв'язки мають величезну перевагу в часі розрахунку перед числовими методами, що дозволяє швидко та вільно працювати змінними в аналітичних формулах для отримання якісної характеристики процесу. (Колесник Ю.Л.);

Досліджено циклотронну нестійкість на резонансних частках (RPCI) та її вплив на скомпенсовану струмову нестійкість (CCI) при повздовжньому розповсюдженні низькочастотних хвиль, коли в плазмі присутній високотемпературний пучок протонів малої густини. Показано, що циклотронна нестійкість має менший поріг, ніж скомпенсована струмова нестійкість, вона розвивається завжди, коли швидкість пучка перевершує альвенівську швидкість, тому існує область параметрів, при яких виникає лише чиста RPCI. При розвитку скомпенсованої струмової нестійкості завжди виникає і циклотронна нестійкість на резонансних частках. Для високотемпературних пучків  $V_{\text{Т}} \gg V_{\text{А}}$ , циклотронна нестійкість на резонансних частках дає суттєвий внесок в нестійкість і приводить до розширення області генерації хвиль в сторону більших хвильових векторів, що суттєво впливає на спектр хвиль, що генеруються. При великих значеннях струму основний внесок в максимум інкремента і область близьку до максимуму дає скомпенсована струмова нестійкість. В області великих хвильових векторів нестійкість викликана чистою RPCI. При розповсюдженні пучка в напрямку магнітного поля генеруються право спіральні хвилі, при розповсюдженні пучка протонів в напрямку протилежному напрямку магнітного поля генеруються ліво спіральні хвилі. У системі відліку пов'язаною з фоновими протонами хвилі є ліво поляризованими. Розглянута можливість розвитку такої нестійкості в перед ударних областях магнітосфери Землі та ударних хвилях від наднових. Нестійкість, що викликана відбитими протонами, може призводити к більш сильній нестійкості, ніж нестійкість, викликана космічними променями. (Маловічко П.П.);

Досліджено вплив ізотермічного нагрівання турбулентної частково іонізованої плазми на флуктуації її густини, роботу було виконано з використанням формул для просторового спектра флуктуацій та для визначення їх середньо квадратичного рівня. Формули були отримані в рамках макроскопічного опису плазми з застосуванням методів статистичної теорії турбулентності; показано, що наслідком ізотермічного збільшення температури частково іонізованої плазми є зменшення рівня флуктуацій густини заряджених частинок в її турбулентних потоках та збільшення нахилу просторового спектра таких флуктуацій. Ці зміни обумовлені зменшенням інерційного інтервалу турбулентності через збільшення її дифузійного та в'язкого масштабів внаслідок зростання з температурою коефіцієнтів амбіполярної дифузії та в'язкості нейтральної складової. При неізотермічному нагріванні, яке може бути реалізоване опроміненням плазми потужним електромагнітними хвилями, і коли зростає лише температура електронів, наслідки для плазмових флуктуацій аналогічні, проте менш помітні. (Кизьюров Ю.В.)

Роботи опубліковано в статтях [9, 41] (*Шахов Б.О., Колесник Ю.Л.*), [20, 59] (*Маловичко П.П., Кизьуров Ю.В.*).

Робота Ю.І. Федорова виконувалася в рамках відомчої теми № 394В і цільової теми № 379Ц, звіт – нижче.

Поширення заряджених частинок високих енергій у турбулентних геліосферних магнітних полях є фундаментальною проблемою фізики геліосфери. Характер поширення космічних променів у міжпланетному середовищі залежить від рівня збурення геліосферного магнітного поля. За низького рівня турбулентності міжпланетного магнітного поля розсіювання заряджених частинок буде слабким, а на початку спалаху сонячних космічних променів буде спостерігатись імпульсний сплеск їх інтенсивності. Для послідовного опису таких анізотропних подій сонячних космічних променів необхідно використовувати кінетичні рівняння.

На основі кінетичного рівняння, яке описує багатократне розсіяння заряджених частинок на малі кути, розглянуто поширення сонячних космічних променів у міжпланетному середовищі. Частинки високої енергії інжектують у міжпланетний простір миттєвим, точковим джерелом. Досліджено просторово-часовий розподіл концентрації та анізотропії швидких частинок на анізотропній фазі спалаху сонячних космічних променів. У малокутовому наближенні одержано аналітичний вираз для функції розподілу космічних променів, досліджено еволюцію кутового розподілу частинок високої енергії. Показано, що за слабого розсіяння заряджених частинок високої енергії на флуктуаціях міжпланетного магнітного поля на початковій стадії спалаху сонячних космічних променів має місце імпульсне зростання їх інтенсивності. Анізотропія кутового розподілу сонячних космічних променів монотонно зменшується з часом і має максимальне значення в момент приходу в дану точку простору перших частинок. Розглянуто поширення сонячних космічних променів у міжпланетному середовищі на основі кінетичного рівняння Фокера-Планка. В наближенні малої анізотропії кутового розподілу КП одержано аналітичний вираз для анізотропної компоненти функції розподілу частинок, яка визначається залежністю концентрації космічних променів від просторової координати і часу. Показано, що за ізотропного розсіяння космічних променів на флуктуаціях міжпланетного магнітного поля функція розподілу частинок залежить від косинусу кута між швидкістю і радіальним напрямком по експоненційному закону.

Одержано співвідношення для густини потоку космічних променів. Показано, що величина густини потоку частинок визначається просторовим градієнтом їх концентрації, змішаною похідною концентрації космічних променів по просторовій координаті і часу та просторовими похідними вищих порядків від концентрації частинок. Одержані рівняння переносу космічних променів у міжпланетному середовищі. Наведено розв'язки рівняння гіпердифузії частинок і телеграфного рівняння. На основі одержаних рівнянь переносу космічних променів досліджено часові профілі інтенсивності сонячних космічних променів і анізотропії кутового розподілу частинок [21, 80]. (*Ю.І. Федоров*).

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

В роботі [16] наводяться результати спостережень ультра-плоских (UF) галактик, що виконувалися в емісійній лінії H-alpha на 2.1m Cassegrain Telescope San Pedro Martin NAO (Mexico) протягом декількох сетів у 02. 2016–09. 2017. Для 45 UF галактик з синіми кутовими діаметрами  $a > 1.9'$  та відношеннями осей  $a/b > 10$  представлено мозаїку зображень.

Знайдено, що H-alpha зображення виглядають у середньому майже вдвічі тоншими, ніж у червоному континуумі. Темпи зореутворення, обчислені з даних H-альфа та FUV- потоків GALEX, добре узгоджуються між собою, якщо для величини внутрішнього поглинання в UF галактиках застосувати модифіковану формулу Верхейна та Санчізі. Питомий темп зореутворення повільно зменшується від  $-10.4$  dex для карликових спіралей до  $-10.7$  dex для масивних. Відносна кількість водневої маси у UF-дисках змінюється від  $\sim 50\%$  до  $\sim 8\%$  для карликових та масивних дисків, відповідно. Спотворення структури в UF галактиках зустрічається всього в 16% випадків, – менше ніж у товстих (менш ізольованих) дисках. На космічній шкалі часу, 13.9 млрд. років, масивні диски спіралей виявляються більш ефективними «машинами» для переробки газу в зорі, ніж диски карликових спіралей [16, 39, 90]. (Караченцева В.Ю. з іноземними колегами)

Розглянуто структуру, кінематику та морфологічний огляд скупчення галактик Virgo [12, 40]. Головною метою серед інших було визначення віріальної маси скупчення. Для цього ми створили вибірку 1537 галактик з радіальними швидкостями  $V_{LG} < 2600$  км/с, що розташовані всередині області з:  $\Delta SGL = 30$  deg,  $\Delta SGB = 20$  deg навколо центральної галактики M87. Для цих галактик були визначені морфологічні типи. Враховуючи дані з різних джерел, виконано оцінку значення відстаней для 745 (половини) галактик вибірки. Властивості застосованої нами вибірки подано в каталогах [30, 31]. Аналізуючи розподіл галактик різних морфологічних типів за їхніми відстанями, ми отримали такі результати: а) Галактики ранніх типів показують різкий пік всередині  $D=(14-18)$  Мпк; б) Спіральні галактики всередині віріального радіусу  $R_p=6$  deg також показують пік на (14-18) Мпк, але більша частина спіралей (60-70%) знаходиться значно далі, ніж скупчення Virgo; серед спіралей, розташованих поза віріальним  $R_p = 6$  deg тільки мала частина має відстані типові для Virgo. в) Тільки чверть карликових галактик пізніх типів асоціюється з віріальним «ядром» скупчення; основна популяція багатих на газ карликів міститься на ближньому або ж на дальньому фоні відносно скупчення. Для віріального радіусу 1.7 Мпк отримано значення віріальної маси  $M_{vir}=(7.2 \pm 0.5) \times 10^{14} M_{Sun}$ . Оскільки віріальна маса Virgo добре узгоджується з повною масою, отриманою Shaya et al. (2017) та нами (2018 рік) за величиною радіусу нульової поверхні,  $M_{tot}=(7.4 \pm 0.5) \times 10^{14} M_{Sun}$ , зроблено висновок, що широкі околиці скупчення Virgo не вміщують значної кількості темної матерії [12, 30, 31, 40]. (Караченцева В.Ю. з іноземними колегами)

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).

Метою наукової роботи [48] було дослідження зв'язку 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 акреції ( $<0.01\%$  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 галактик з активним та пасивним зореутворенням [48, 75]. *(Торбанюк О.О. з іноземними колегами)*

Було проаналізовано вибірку із 200 скупчень, груп та галактик раннього типу та побудовано кореляційні співвідношення для основних фізичних характеристик об'єктів, а саме, світність, температура та маса гарячого газу. Досліджено їх роль в утворенні холодного молекулярного газу. Отримані кореляційні співвідношення були змодельовані за допомогою ступеневої моделі. Результати такого моделювання показали суттєві відхилення спостережень від теоретичних розрахунків. Це вказує на суттєвий вплив центрального активного ядра на міжгалактичний/міжкластерний газ. Цей вплив збільшується для менш масивних джерел, таких як еліптичні галактики чи малі за масою групи галактик. Тоді як для масивних скупчень галактик вплив активного ядра незначний. 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. 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. Такий негравітаційний механізм нагріву отримав назву механізму зворотнього зв'язку від активного ядра галактики (AGN feedback). Саме таку теорію було перевірено в дослідженні. А саме, було отримано тісну кореляцію 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. Дослідження опубліковані в попередніх роботах та в 2020 р. у [13, 44, 62], також 2 роботи знаходяться на розгляді в *Astrophys. J.* *(Бабик Ю.В. з іноземними колегами)*

**Конкурсний науковий проект молодих вчених НАН України «Методи машинного навчання бінарній морфологічній класифікації великих масивів галактик. Етап 2.»  
(2019–2020, № 418Кт, № держреєстрації 0119U102565,  
наук. кер. Добричева Д.В.)**

Створена тренувальна вибірка галактик  $N=6163$  огляду SDSS, у яких візуально було визначено морфологічний тип ( $N=4147$  – раннього типу галактик та  $N=2016$  – пізнього). Дана вибірка та фотометричні параметри використовувалась для тренування класифікаторів: наївного байєсу (Naive Bayes), випадкового лісу (Random Forest), опорних векторів (Supporting Vector Machines), логістичної регресії (Logistic Regression) та  $k$ -найближчих сусідів (K-Nearest Neighbours). Тренування методу опорних векторів (Supporting Vector Machines) дав найбільшу точність 96,4%. Точність для інших методів коливається від 89% до 96%. Проведена апроксимація найкращого класифікатора на загальну кількість цільової вибірки, що становить близько 316031 об'єктів (141211 ранніх галактик та 174820 пізніх). Підготовлено методичний посібник з обробки великих масивів даних для студентів університетів України, в якій детально описане застосування методів машинного навчання на прикладі визначення морфологічних типів галактик на мові програмування Python з використанням бібліотеки scikit-learn (подано на рецензування).

Проведено кросперевірку наявності цільової вибірки з даними в проєкті Galaxy Zoo 2 (GZ2). В проєкті GZ2 приймали участь волонтери, які візуально визначали морфологічний тип зображення галактик цифрового огляду SDSS. В результаті  $\sim 170,000$  галактик цільової вибірки є в каталозі GZ2. Отже, цільова вибірка з  $\sim 316,000$  об'єктів каталогу SDSS DR9 була розділена на: тренувальну вибірку ( $\sim 170,000$  галактик із Galaxy Zoo 2) та цільову вибірку ( $\sim 146,000$  галактик з невідомими типами). Сформовано тренувальну вибірку з  $N\sim 18000$  наявних зображень галактик із каталогу GZ2, які більше ніж на 70% схожі на галактики з цільової вибірки. Написано програму на мові програмування Python, де використано згорткову нейронну мережу архітектури Xception для класифікації зображень галактик на еліптичні та спіральні за допомогою тренувальної вибірки і отримано точність машинного навчання у 91.14%. Проведена апроксимація глибинного навчання на загальну кількість некласифікованих галактик. У результаті отримано, що цільова вибірка  $\sim 146,000$  галактик складається з  $\sim 68,000$  раннього та  $\sim 69,000$  пізнього типів галактик; при цьому не вдалося класифікувати  $\sim 9,000$  галактик, які виявились артефактами [7, 23, 43, 45, 50, 55, 56, 60, 61, 71, 83, 84, 86, 88]. (Добричева Д.В., Василенко М.Ю.)

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

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.)

**Відомча тема «Дослідження світових тенденцій і розробка методів та засобів поширення і популяризації астрономічних знань в Україні»  
(2018–2020 рр., тема III-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 обсягом 87 обл.-вид. арк., 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.).

Підбито підсумки національного конкурсу з надання назв зорі і екзопланеті в рамках проекту IAU100 «NamesExoWorlds» (26 листопада 2020р., Київ, ГАО НАН України). Україні була виділена планетна система HAT-P-15, що знаходиться в сузір'ї Персея. Зоря у цій системі є жовтим карликом (тип G) і поки що недосяжна для спостережень наземними телескопами. Екзопланета HAT-P-15b була відкрита в 2010 році, знаходиться на відстані 0.0965 а.о.д. від зорі, є газовою планетою-гігантом з масою 1,94 мас Юпітера і орбітальним періодом 10,9 діб (<https://exoplanets.nasa.gov/exoplanet-catalog/1229/hat-p-15-b/>). Переможцями національного конкурсу стали назви *Берегиня* (Berehynia) для зорі і *Тризуб* (Tryzub) для екзопланети. *Берегиня* була божеством вод і берегів річки, а з часом набула статусу національної богині – «вогнища матері, захисниці землі». *Тризуб* – найвідоміший стародавній символ України, викарбований на монетах князя Володимира Великого, який сьогодні є одним із державних символів країни (Малий герб). Обидві назви є національними символами українського народу. Авторами переможних назв стали *Оксана Жикол* (назва зорі) та *Вероніка Лобанська* (назва екзопланети). Веб-сайт конкурсу в Україні: <https://www.mao.kiev.ua/index.php/ua/namexoworld-news-ua>. Переможці, учасники конкурсу, члени Національного комітету і наглядової ради конкурсу отримали дипломи та свідоцтва під час з'їзду Української астрономічної асоціації 26.11.2020р. Підсумки конкурсу опубліковані в журналі «Світогляд» [33]. (Вавилова І.Б., Лук'яник І.В.)

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 – О.Я. Орлова [54, 65], А.О. Яковкіна [52], С.Я. Брауде [53]; опубліковано статті про проф. К.М. Савченко, вченого в галузі небесної механіки [26, 64] та з історії астрономії, зокрема археоастрономії і стародавніх астрономічних обсерваторій на території сучасної України [49, 63, 87] (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. Триває підготовка до подання журналу до науково-метричних баз Scopus та NASA/SAO/ADS. Проаналізовано матеріали статей журналу за період 1995–2020 роки та статистичні показники за різними параметрами [22]. (Вавилова І.Б., Пакуляк Л.К. та співробітники лабораторії АКІОЦ)

### 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 2-го року навчання (Інститут фізики НАН України) – Василенко М.Ю. та Компанієць О.В.; 1-го року навчання (Інститут фізики НАН України) – Ізвєкова І.О.

*Добричева Д.В.* була керівником бакалаврської роботи та науково-виробничої практики *Дяченко Н.М.*, студентки кафедри астрономії та фізики космосу КНУ ім. Т. Шевченка.

*Компанієць О.В.* була керівником виробничої практики *Мирончук Б.Є.*, студентки 3го курсу кафедри астрономії та фізики космосу КНУ ім. Т. Шевченка.

*Пулатова Н.Г.* 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).

*Торбанюк О.О.* була науковим керівником бакалаврської роботи студента відділу фізики, університету Федеріко II в Неаполі, Італія (Pasquale Ruocco "La correlazione tra nuclei galattici attivi e i processi di formazione stellare nell'Universo locale", Department of Physics, University Federico II in Naples, Italy).

Прийнято до друку підручник [6], підготовлено до друку методичний посібник [7] і лабораторний практикум [8] для студентів спеціальності «фізика та астрономія».

*Компанієць О.В.* розробила та провела серію занять з курсу “Наука” в рамках “Всеукраїнська школа онлайн” для 2–4 класів, а саме,

2 клас:

«День і Ніч» (<https://www.youtube.com/watch?v=XDxoG4vbqys&list=PLFVSJgZgf7h83UIUkRcpJvgzatiouhdc>);

3 клас:

«Екзопланети» (<https://www.youtube.com/watch?v=7GXjqaOs9o0&list=PLFVSJgZgf7h-mRedvhj36lLesZdi-yWWV&index=4>),

«Розчинні та нерозчинні речовини» (<https://www.youtube.com/watch?v=pp20sA8U5-Y&list=PLFVSJgZgf7h-mRedvhj36lLesZdi-yWWV&index=24>);

«Сонячна система» (<https://www.youtube.com/watch?v=wRL4FbRszb4&list=PLFVSJgZgf7h-mRedvhj36lLesZdi-yWWV&index=13>),

«Властивості рідин» (<https://www.youtube.com/watch?v=XAEi3NdRpRk&list=PLFVSJgZgf7h-mRedvhj36lLesZdi-yWWV&index=38>);

4 клас:

«Знайомимося з оптичними ілюзіями» ([https://www.youtube.com/watch?v=x3KxSquhOo&list=PLFVSJgZgf7h92vhwq4\\_LFY1fPbHNbO4B-&index=24](https://www.youtube.com/watch?v=x3KxSquhOo&list=PLFVSJgZgf7h92vhwq4_LFY1fPbHNbO4B-&index=24));

«Досліджуємо світло та колір» ([https://www.youtube.com/watch?v=8S4-Nez\\_cZI&list=PLFVSJgZgf7h92vhwq4\\_LFY1fPbHNbO4B-&index=38](https://www.youtube.com/watch?v=8S4-Nez_cZI&list=PLFVSJgZgf7h92vhwq4_LFY1fPbHNbO4B-&index=38));

«Зорі та сузір'я» ([https://www.youtube.com/watch?v=eQcRrcKfRnU&list=PLFVSJgZgf7h92vhwq4\\_LFY1fPbHNbO4B-&index=13](https://www.youtube.com/watch?v=eQcRrcKfRnU&list=PLFVSJgZgf7h92vhwq4_LFY1fPbHNbO4B-&index=13));

«Життя зорі» ([https://www.youtube.com/watch?v=cq\\_Ur0KHu2o&list=PLFVSJgZgf7h92vhwq4\\_LFY1fPbHNbO4B-&index=4](https://www.youtube.com/watch?v=cq_Ur0KHu2o&list=PLFVSJgZgf7h92vhwq4_LFY1fPbHNbO4B-&index=4)).

### Науково-організаційна діяльність

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

- членство в редколегіях наукових журналів «Кінематика і фізика небесних тіл» (*Федоров Ю.І.*) і «Odessa Astronomical Publications» (*Вавилова І.Б.*), науково-практичного журналу НАН України «Космічна наука і технологія» (*Вавилова І.Б.*), науково-популярного журналу НАН України і ГАО НАН України «Світогляд» (*Вавилова І.Б.*), ГАО НАН України і КНУ імені Тараса Шевченка «Advances in Astronomy and Space Sciences» (*Торбанюк О.О.*).

- 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.*)

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

- Гамовська міжнародна конференція, 12–19 серпня 2020 р., Одеса, Україна (відділ ПАА є організатором секції «Астроінформатика», *Вавилова І.Б.* – член оргкомітету конференції)
- з’їзд УАА, Київ, 26 листопада 2020 р.
- Друга Міжнародна конференція “Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій”, Київ, 27 листопада 2020 р.

#### **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), 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.

Наукове стажування співробітників відділу: *Бабик Ю.В.*, Каліфорнійський університет (м. Ірвайн, США); *Василенко А.А.*, Ізраїльський технологічний інститут «Техніон» (м. Хайфа, Ізраїль); *Еліїв А.А.*, Інститут астрофізики та фізики космосу ІНАФ (м. Мілан, Італія); *Торбанюк О.О.*, Університет Федерико II, (м. Неаполь, Італія).

#### **Популяризація наукових досліджень**

Співробітники відділу сприяли активній популяризації астрономії в Україні. Оpubліковано три науково-популярні статті, присвячені результатам Всеукраїнського конкурсу «IAU100 NameEchoWorlds» під егідою МАС [33] (*Вавилова І.Б.*, *Лукачук І.В.*), проблемам SETI “За межами парадокса Фермі” [34] (*Добричева Д.В.*) та «Розмаїття квазарів» [94] (*Василенко А.А.*).

*Добричева Д.В.*: лекція «Пошук життя в Сонячній системі» 15.01.2020 за підтримки Science Teens Platform; лекція «Астрономія, яка змінила світ» 05.04.2020 за підтримки unit.city; коментар до новин «Що астрофізики думають про НЛО Поп наука», телепрограма «Сніданок з 1+1» 02.07.2020; інтерв’ю Івану Павловичу Крячку на ютуб каналі «Розмови про Всесвіт з Іваном Крячком. Епізод 15-й» 03.07.2020; коментар до новин «Які планети Всесвіту потенційно придатні для існування», телепрограма «Спецкор 2+2» 15.10.2020; коментар до новин «Американський зонд НАСА зробив забір ґрунту з астероїду Бенну», телепрограма «Спецкор 2+2» 21.10.2020.

*Компанієць О.В.*: Кураторка блоку космос та лекторка у науково-популярній програмі для підлітків - science teens platform (<https://inscience.io/teens-platform/#teachers>); інтерв’ю “Як зацікавити дитину наукою?” для «Українська Правда» (<https://life.pravda.com.ua/society/2020/07/14/241611/>); інтерв’ю на громадському радіо в рамках подкасту “Наука як по маслу” (<https://hromadske.radio/podcasts/nauka-iak-po-maslu/aktivne-iadro-halakyku-zorepady-nauka->



dlia-ditey-interv-iu-z-astronomkoiu-olenoiu-kompaniiets); провела презентацію книги Кирила Безкоровайного “Моя подруга з темної матерії” під час 27го Львівського міжнародного книжкового форуму.

Василенко М.Ю.: інтерв'ю для «Суспільне мовлення України» з нагоди осіннього рівнодення (22 вересня) <https://suspilne.media/64894-so-take-osinne-rivnodenna-koli-nastane-ta-jogo-znacenna-v-insih-kulturah/>; пряме включення на каналі «Україна 24» з нагоди сполучення Сатурна з Юпітером (21 грудня); інтерв'ю для каналу «2+2» на тему планет Сонячної системи (21 грудня); прийнято до друку в 2021 р. у науково-популярному журналі «Світогляд» статтю «Проблема випадковості в сучасній науці» [95].

### Підготовка експертних висновків

Вавилова І.Б. проводила експертизу проектів, поданих на конкурс Національного фонду досліджень України, рецензувала наукові статті, 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 Концепції космічної діяльності на 2021-2030 роки та 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.

#### Загальні показники друкованої продукції установи ФОРМА VIII-1

Монографії		Підручники, навчальні посібники, кількість	Довідники, науково-популярна література, кількість	Опубліковані брошури, рекомендації, методика, кількість	Статті, кількість				Тези, кількість
Кількість	Обсяг (обл.-вид. арк.)				у вітчизняних виданнях	у зарубіжних виданнях	у препринтах	у наукових фахових журналах (вітчизняних і зарубіжних), що входять до міжнародних баз даних	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	-	-	4	3	8	18	15	19	35

#### 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.)
-	-	-	-	-	-	-	-	4	Зарубіжні видавництва не мають такого показника!

Показники книжкових видань, надрукованих поза видавництвами (відомча література)

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

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

	Вид публікації	Публікація	Код бюджетної програми, в межах якої підготовлена публікація	Наукометрична база даних, в якій проіндексовано журнал	Квартіль наукового журналу (Q) для статей	Адреса публікації
	Зазначити вид публікації (монографія, підручник, збірник наукових праць, науково-популярне видання, стаття тощо)	Вказати авторів та назву публікації мовою оригіналу	Зазначити код бюджетної програми (КПКВК 6541030, 6541140, 6541230)	Зазначити назву наукометричної бази даних (Scopus або WoS)	Зазначити квартал (Q1/Q2, Q3/Q4) наукового журналу, визначений відповідною базою даних (за наявності)	Вказати адресу (DOI або URL) публікації в інтернеті
1	Розділ у монографії	<b>Vavilova I.; Pakuliak L.; Babyk Iu.; Elyiv A.; Dobrycheva D.; Melnyk O.</b> (2020). Surveys, Catalogues, Databases and Archives of Astronomical Data	6541030 6541230	Scopus	Книжкове видання	In "Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation", 1st Edition. Eds. P. Skoda and F. Adam. ISBN: 978-0-128-19154-5. Elsevier, 2020, Chapter 5, p. 57–102. DOI: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00015-1
2	Розділ у монографії	<b>Vavilova I.; Dobrycheva D.; Vasylenko M.; Elyiv A.; Melnyk O.</b> (2020). Multiwavelength extragalactic surveys: examples of data-mining	6541030 6541230	Scopus	Книжкове видання	In "Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation", 1st Edition. Eds. P. Skoda and F. Adam. ISBN: 978-0-128-19154-5. Elsevier, 2020, Chapter 16, p. 307–323. DOI: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00028-X
3	Розділ у монографії	<b>Pakuliak L.; Andruk V.</b> Applications of Big Data in Astronomy and Geosciences: Algorithms for Photographic Images Processing and Error Elimination.	6541030 6541230	Scopus	Книжкове видання	In "Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation", 1st Edition. Eds. P. Skoda and F. Adam. ISBN: 978-0-128-19154-5. Elsevier, 2020, Chapter 17, p. 325–330. DOI: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00029-1

4	Розділ у монографії	Khlamov S.; <b>Savanevych V.</b> Big Astronomical Datasets and Discovery of New Celestial Bodies in the Solar System in Automated Mode by the CoLiTec Software.	6541030 6541230	Scopus	Книжкове видання	In: "Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation", 1st Edition. Eds. P. Skoda and F. Adam. ISBN: 978-0-128-19154-5. Elsevier, 2020, Chapter 18. p.331–345. DOI: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00030-8
5	стаття	<b>Kolesnyk, Yu.L.; Shakhov, B.A.;</b> Bobik, Pavol; Putis, Marian. An exact solution of cosmic ray modulation problem in a stationary composite heliosphere model	6541030	Scopus	Q1/Q2	Mon. Not. R. Astron. Soc., 2020, Vol. 491, Is. 4, p.5826-5842. DOI: 10.1093/mnras/stz3343
6	стаття	<b>Elyiv A.A.; Melnyk O.V.; Vavilova I.B.; Dobrycheva D.V.; Karachentseva V.E.</b> Machine-learning computation of distance modulus for local galaxies.	6541030 6541230	Scopus	Q1/Q2	Astron. & Astrophys., 2020, Vol. 635, id. A124, 7 pp. DOI: 10.1051/0004-6361/201936883
7	стаття	Villarroel B.; Soodla J.; Comerón S.; Mattsson L.; Pelckmans K.; López-Corredoira M.; Krisciunas K.; Guerras E.; Kochukhov O.; Bergstedt J.; Buelens B.; Bär R.E.; Cubo R.; Enriquez J.E.; Gupta A.C.; Imaz I.; Karlsson T.; Prieto M.A.; Shlyapnikov A.A.; de Souza R.S.; <b>Vavilova I.B.;</b> Ward M.J. The Vanishing and Appearing Sources during a Century of Observations Project. I. USNO Objects Missing in Modern Sky Surveys and Follow-up Observations of a "Missing Star".	6541030 6541230	Scopus	Q1/Q2	The Astronomical Journal, 2020, Vol. 159, Issue 1, article id. 8, 19 pp. DOI: 10.3847/1538-3881/ab570f
8	стаття	Kashibadze, O.G.; Karachentsev, I.D.; <b>Karachentseva, V.E.</b> Structure and kinematics of the Virgo cluster of galaxies	6541030 6541230	Scopus	Q1/Q2	Astron. & Astrophys., 2020, Vol. 635, id.A135, 9 pp. DOI: 10.1051/0004-6361/201936172
9	стаття	Martz, C. G.; McNamara, B. R.; Nulsen, P. E. J.; Vantghem, A. N.; Gingras, M. -J.; <b>Babyk, Iu. V.;</b> Russell, H. R.; Edge, A. C.; McDonald, M.; Tamhane, P. D.; Fabian, A. C.; Hogan, M. T. Thermally Unstable Cooling Stimulated by Uplift: The Spoiler Clusters	6541030	Scopus	Q1/Q2	The Astrophysical Journal, 2020, Vol. 897, Is. 1, id.57. DOI: 10.3847/1538-4357/ab96cd
10	стаття	<b>Vasylenko A.; Vavilova I.; Pulatova N.</b> Iso-lated AGNs NGC 5347, ESO 438-009, MCG-02-04-090, and J11366-6002: Swift and NuSTAR joined view	6541030	Scopus	Q1/Q2	Astronomische Nachrichten, 2020, Vol. 341, Is. 8, p. 801–811. DOI: 10.1002/asna.202013783
11	стаття	Adam R., Goksu H., Leingärtner-Goth A., Ettori S., Gnatyk R., Hnatyk B., Hütten M., Pérez-Romero J., Sánchez-Conde M. A., <b>Sergijenko O.</b> MINOT: Modeling the intra-cluster medium (non-)thermal	6541030	Scopus	Q1/Q2	Astronomy & Astrophysics, 2020, Volume 644, id.A70, 24 pp. doi:10.1051/0004-6361/202039091

		content and observable prediction tools				
12	стаття	Kaisin, S. S.; Karachentsev, I. D.; Hernandez-Toledo, H.; Gutierrez, L.; <b>Karachentseva, V. E.</b> Ha Images of Ultra-Flat Edge-On Spiral Galaxies	6541030 6541230	Scopus	Q3/Q4	Astrophysical Bulletin, 2020, Vol. 75, Is. 1, p.1-11. DOI: 10.1134/S1990341320010046
13	стаття	<b>Karachentseva, V. E.</b> ; Karachen-tsev, I. D.; Kashbadze, O. G. Star Formation in thin Disks of Spiral Galaxies Seen Face-On	6541030 6541230	Scopus	Q3/Q4	Astrophysics, 2020, Vol. 63, Is. 2, p.151-165. DOI: 10.1007/s10511-020-09622-7
14	стаття	<b>Kompaniiets, O. V.</b> ; <b>Vasylenko, A. A.</b> Structure of an Absorbing Medium in the Nucleus of the Galaxy Mrk 417 Based on NuSTAR and Swift/Bat Data	6541030	Scopus	Q3/Q4	Astrophysics, 2020, Vol. 63, Is. 3, p.307-321. DOI: 10.1007/s10511-020-09636-1
15	стаття	<b>Vasylenko, A.</b> ; Fedorova, E.; Del Popolo, A. Narrow-Line SY1 NGC 4748 in X-Rays: Detailed Case-Study	6541030	Scopus	Q3/Q4	Astronomy Reports, 2020, Vol. 64, Is. 5, p.384–393 DOI: 10.1134/S1063772920050042
16	стаття	<b>Malovichko, P. P.</b> ; <b>Kyzurov, Yu.V.</b> Develop-ment of Firehose Instability of a Magnetosonic Type in the Pre-sence of High-Speed Proton Beams	6541030	Scopus	Q3/Q4	Kinematics and Physics of Celestial Bodies, vol. 36, issue 3, pp. 114–128. DOI: 10.3103/S08884591320030058
17	стаття	<b>Fedorov, Yu. I.</b> The Distribution Function of Cosmic Rays at the Initial Stage of a Solar Proton Event	6541030	Scopus	Q3/Q4	Kinematics and Physics of Celestial Bodies, vol. 36, issue 3, pp. 103–113. DOI: 10.3103/S08884591320030034
18	стаття	<b>Vavilova I.B.</b> ; Zevako V.S.; <b>Pakuliak L.K.</b> , Potapovych L.P.”Space Science and Technology” journal: Statistics and Scientometrics for 1995–2020.	6541030	Web of Sciences	-	Space Sci. & Technol., 2020, Vol. 26, Is. 6, p. 94-103. DOI: 10.15407/knit2020.06.093
19	стаття	Harris W., Remus R.-S., Harris G., <b>Babik Iu.</b> (2021). Measuring Dark Matter in Galaxies: The Mass Fraction Within 5 Effective Radii	6541030 6541230	Scopus	Q1/Q2	The Astrophysical Journal, 2020, Vol. 905, Issue 1, id.28, 17 pp.

Монографії, підручники, методичні посібники (вийшли, прийняті/підготовлені до друку)

1. **Vavilova I.; Pakuliak L.; Babyk Iu.; Elyiv A.; Dobrycheva D.; Melnyk O.** (2020). Surveys, Catalogues, Databases and Archives of Astronomical Data. In “Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation”, 1st Edition. Eds. P. Skoda and F. Adam. ISBN: 978-0-128-19154-5. Elsevier, 2020, Chapter 5, p. 57–102. DOI: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00015-1
2. **Vavilova I.; Dobrycheva D.; Vasylenko M.; Elyiv A.; Melnyk O.** (2020). Multiwavelength extra-galactic surveys: examples of data-mining. In “Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation”, 1st Edition. Eds. P. Skoda and F. Adam. ISBN: 978-0-128-19154-5. Elsevier, 2020, Chapter 16, p. 307–323. DOI: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00028-X
3. **Pakuliak L.**; Andruk V. (2020). Applications of Big Data in Astronomy and Geosciences: Algorithms for Photographic Images Processing and Error Elimination. In “Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation”, 1st Edition. Eds. P. Skoda and F. Adam. ISBN: 978-0-128-19154-5. Elsevier, 2020, Chapter 17, p. 325–330. DOI: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00029-1
4. **Khlamov S.; Savanevych V.** (2020). Big Astronomical Datasets and Discovery of New Celestial Bodies in the Solar System in Automated Mode by the CoLiTec Software. In: “Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation”, 1st Edition. Eds. P. Skoda and F. Adam. ISBN: 978-0-128-19154-5. Elsevier, 2020, Chapter 18. p.331–345. DOI: 10.1016/B978-0-12-819154-5.00030-8
5. **Vavilova I.; Elyiv A.; Dobrycheva D.; Melnyk O.** (2021). The Voronoi tessellation method in astronomy. Chapter 3 in the Volume “Intelligent Astrophysics” of the series “Emergence, Complexity and Computation”. Eds. I. Zelinka, D. Baron, M. Brescia, 24 p. ISSN: 2194-7287 Springer Nature Switzerland AG, DOI: 10.1007/978-3-030-65867-0\_3 (accepted, the monograph is postponed to the spring, 2021) *arXiv:2012.08965*
6. **Вавилова І.Б., Кудря Ю.М., Василенко А.А., Бабик Ю.В.** (2021). Позагалактична астрономія. Книга 2. Галактики (прийнято до друку у видавництві Наукова думка, 2021)
7. **Добричева Д.В., Василенко М.Ю.** (2021). Python: бібліотека scikit-learn для бінарної морфологічної класифікації SDSS-галактик. Методичний посібник для студентів спеціальності «фізика та астрономія» ВНЗ (підготовлено до друку, 2021).
8. **Компанієць О.В.** (2021). Обробка даних космічної обсерваторії «Чандра» для визначення параметрів галактик. Лабораторний практикум для студентів спеціальності «фізика та астрономія» ВНЗ (підготовлено до друку, 2021)

Статті в журналах квартилів Q1/Q2 і Q3/Q4 (вийшли)

9. **Kolesnyk, Yu.L.; Shakhov, V.A.;** Bobik, Pavol; Putis, Marian (2020). An exact solution of cosmic ray modulation problem in a stationary composite heliosphere model. *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 2020, Vol. 491, Is. 4, p.5826-5842. DOI: 10.1093/mnras/stz3343
10. **Elyiv A.A.; Melnyk O.V.; Vavilova I.B.; Dobrycheva D.V.; Karachentseva V.E.** (2020). Machine-learning computation of distance modulus for local galaxies. *Astron. & Astrophys.*, 2020, Vol. 635, id. A124, 7 pp. DOI: 10.1051/0004-6361/201936883
11. Villarroel B.; Soodla J.; Comerón S.; Mattsson L.; Pelckmans K.; López-Corredoira M.; Krisciunas K.; Guerras E.; Kochukhov O.; Bergstedt J.; Buelens B.; Bär R.E.; Cubo R.; Enriquez J.E.; Gupta A.C.; Imaz I.; Karlsson T.; Prieto M.A.; Shlyapnikov A.A.; de Souza R.S.; **Vavilova I.B.**; Ward M.J. (2020). The Vanishing and Appearing Sources during a Century of Observations Project. I. USNO Objects Missing in Modern Sky Surveys and Follow-up Observations of a “Missing Star”. *The Astronomical Journal*, 2020, Vol. 159, Issue 1, article id. 8, 19 pp. DOI: 10.3847/1538-3881/ab570f
12. Kashibadze, O.G.; Karachentsev, I.D.; **Karachentseva, V.E.** (2020). Structure and kinematics of the Virgo cluster of galaxies. *Astron. & Astrophys.*, 2020, Vol. 635, id.A135, 9 pp. DOI: 10.1051/0004-6361/201936172
13. Martz, C.G.; McNamara, B.R.; Nulsen, P.E.J.; Vantyghem, A. N.; Gingras, M.J.; **Babyk, Iu. V.**; Russell, H. R.; Edge, A. C.; McDonald, M.; Tamhane, P. D.; Fabian, A. C.; Hogan, M. T. (2020). Thermally Unstable Cooling Stimulated by Uplift: The Spoiler Clusters. *The Astrophysical Journal*, 2020, Vol. 897, Is. 1, id.57. DOI: 10.3847/1538-4357/ab96cd
14. Adam R., Goksu H., Leingärtner-Goth A., Etori S., Gnatyk R., Hnatyk B., Hütten M., Pérez-Romero J., Sánchez-Conde M. A., **Sergijenko O.** (2020). MINOT: Modeling the intracluster medium (non-)thermal content and observable prediction tools. *Astronomy & Astrophysics*, 2020, Volume 644, id.A70, 24 pp. doi:10.1051/0004-6361/202039091
15. **Vasylenko A.; Vavilova I.; Pulatova N.** Isolated AGNs NGC 5347, ESO 438-009, MCG-02-04-090, and J11366-6002: Swift and NuSTAR joined view (2020). *Astronomische Nachrichten*, 2020, Vol. 341, Is. 8, p. 801–811. DOI: 10.1002/asna.202013783
16. Kaisin, S.S.; Karachentsev, I.D.; Hernandez-Toledo, H.; Gutierrez, L.; **Karachentseva, V.E.** Ha Images of Ultra-Flat Edge-On Spiral Galaxies (2020). *Astrophysical Bulletin*, 2020, Vol. 75, Is. 1, p.1-11. DOI: 10.1134/S1990341320010046

17. **Karachentseva, V.E.**; Karachentsev, I.D.; Kashibadze, O.G. (2020). Star Formation in thin Disks of Spiral Galaxies Seen Face-On (2020). *Astrophysics*, 2020, Vol. 63, Is. 2, p.151-165. DOI: 10.1007/s10511-020-09622-7
18. **Kompaniets, O.V.**; **Vasylenko, A.A.** (2020). Structure of an Absorbing Medium in the Nucleus of the Galaxy Mrk 417 Based on NuSTAR and Swift/Bat Data. *Astrophysics*, 2020, Vol. 63, Is. 3, p.307-321. DOI: 10.1007/s10511-020-09636-1
19. **Vasylenko, A.**; Fedorova, E.; Del Popolo, A. (2020). Narrow-Line SY1 NGC 4748 in X-Rays: Detailed Case-Study. *Astronomy Reports*, 2020, Vol. 64, Is. 5, p.384–393. DOI: 10.1134/S1063772920050042
20. **Malovichko, P.P.**; **Kyzyurov, Yu.V.** (2020). Development of Firehose Instability of a Magnetosonic Type in the Presence of High-Speed Proton Beams. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, vol. 36, issue 3, pp. 114–128. DOI: 10.3103/S0884591320030058
21. **Fedorov, Yu.I.** (2020). The Distribution Function of Cosmic Rays at the Initial Stage of a Solar Proton Event. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, vol. 36, issue 3, pp. 103–113. DOI: 10.3103/S0884591320030034
22. **Vavilova I.B.**; Zevako V.S.; **Pakuliak L.K.**, Potapovych L.P. (2020). “Space Science and Technology” journal: Statistics and Scientometrics for 1995–2020. *Space Sci. & Technol.*, 2020, Vol. 26, Is. 6, p. 94-103.
23. **Vasylenko M.**, **Dobrycheva D.**, Khramtsov V., **Vavilova I.** (2020). Deep Convolutional Neural Networks models for the binary morphological classification of SDSS-galaxies. *Communications BAO*, 2020, vol. 67, Is. 2, p. 354-358.
24. Protsyuk Y., **Vavilova I.**, Andruk V., **Pakuliak L.**, **Shatkhina S.**, and **Yizhakevych O.** (2020). Catalogs of celestial bodies from digitized photographic plates of the Ukrainian Virtual Observatory Archive. *Communications BAO*, 2020, vol. 67, Is. 2, p. 286–292.
25. Kazantseva L., **Shatkhina S.** (2020). Multiple asteroid systems from the UkrVO digitized photographic plates. *Communications BAO*, 2020, Vol. 67, Is. 2, p. 344-346.
26. Balyshev M., **Vavilova I.** (2020). To the personalities of the Ukrainian astronomy: scientific work of Konstantyn Savchenko. *Odessa Astron. Publ.*, 2020, vol. 33, p. 5–10.
27. **Shatkhina S.V.**, Relke H., Mullo-Abdolv A.Sh., **Yizhakevych O.M.**, Yuldoshev Q.X., Protsyuk Yu.I., Andruk V.M. (2020). Asteroid positions based on the Dushanbe part of the FON project observations. *Odessa Astron. Publ.*, 2020, vol. 33, p. 154–157 (2020).
28. **Zolotukhina A.V.**, **Pakuliak L.K.**, **Vavilova I.B.**, Kaminsky B.M. (2020). UkrVO spectral photographic archive of variable stars. *Odessa Astron Publ.*, 2020, vol. 33, p. 158–163.

#### Онлайн-каталоги даних (вийшли)

29. Villarroel, B.; Soodla, J.; Comeron, S.; Mattsson, L.; Pelckmans, K.; Lopez-Corredoira, M.; Krisciunas, K.; Guerras, E.; Kochukhov, O.; Bergstedt, J.; Buelens, B.; Bar, R. E.; Cubo, R.; Enriquez, J. E.; Gupta, A. C.; Imaz, I.; Karlsson, T.; Prieto, M. A.; Shlyapnikov, A. A.; de Souza, R. S.; **Vavilova, I.B.**; Ward, M. J. (2020). VizieR Online Data Catalog: Vanishing and appearing sources using USNO data (Villarroel+, 2020) VizieR On-line Data Catalog: J/AJ/159/8. Originally published in: 2020AJ....159....8V
30. Kashibadze O.G., Karachentsev I.D., **Karachentseva V.E.** (2020). VizieR Online Data Catalog: Galaxies around M87 (Kashibadze+, 2020). VizieR On-line Data Catalog: J/A+A/635/A135. Originally published in: 2020A&A...635A.135K. Bibcode: 2020yCat.36350135K
31. Kashibadze O.G., Karachentsev I.D., **Karachentseva V.E.** (2020). VizieR Online Data Catalog: Galaxies in the Local Supercluster band (Kashibadze+, 2018). VizieR On-line Data Catalog: J/other/AstBu/73.124. Originally published in: 2018 AstBul. 73. 124K Bibcode: 2020yCatp033007303K2020/03.
32. **Shatkhina S.V.**, Relke H., Yuldoshev Q., Andruk V.M., Protsyuk Yu.I., Muminov M. (2020) Catalog of asteroid positions and B-values from digitized photographic observations of the Northern Sky Survey (Kitab part). <http://gua.db.ukr-vo.org/starcatalogs.php?whc=kitab-aster-2020>.

#### Науково-популярні статті

33. **Вавилова І.**, Лук'яник І. (2020). «IAU100 NameExoWorlds» в Україні: Назви зорю і екзопланету так, щоб усім стало зрозумілим, що це імена України в Космосі. *Світогляд*, т. 15, №1, с. 16-27 (2020)
34. **Добрнечева Д.** (2020). За межами парадокса Фермі. *Universe. Space Tech.*, №6(181), с. 34–35 (2020).

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

35. Adam R., Goksu H., Leingärtner-Goth A., Etori S., Gnatyk R., Hnatyk B., Hütten M., Pérez-Romero J., Sánchez-Conde M. A., **Sergijenko O.** (2020). MINOT: Modeling the intracluster medium (non-)thermal content and observable prediction tools. *arXiv:2009.05373*
36. **Kompaniets O.V.**, **Vasylenko A.A.** (2020). Nuclear obscuration structure in Mrk 417 based on NuSTAR and Swift/BAT data. *arXiv:2005.11573*
37. **Vasylenko A.A.**, **Vavilova I.B.**, **Pulatova N.G.** (2020). Isolated AGNs NGC 5347, ESO 438-009, MCG-02-04-090, and J11366-6002: Swift and NuSTAR joined view. *arXiv:2008.05842*
38. **Karachentseva V.E.**, Karachentsev I.D., Kashibadze O.G. (2020). Star formation in thin disks of spiral galaxies seen face-on. *arXiv:2005.12555*

39. Kaisin S.S., Karachentsev I.D., Hernandez-Toledo H., Gutierrez L., **Karachentseva V.E.** (2020). H-alpha Images of Ultra-Flat Edge-On Spiral Galaxies. *arXiv:2003.06824*
40. Kashibadze O.G., Karachentsev I.D., **Karachentseva V.E.** (2020). On structure and kinematics of the Virgo cluster of galaxies. *arXiv:2002.12820*
41. Bobik P., Putis M., **Kolesnyk Yu.L., Shakhov B.A.** (2021) Estimation of the modulation level of cosmic rays at high energies (accepted to Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2021). *ref. MN-20-0252-MJ*
42. **Караченцева В.Е.**, Караченцев И.Д., **Мельник О.В.** (2021). Галактики ранних типов (E, S0) в Каталоге изолированных галактик КИГ (принято до друку в 2021 в Astrophysical Bulletin).
43. **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 at  $z < 0.1$  from the SDSS. I. Photometry-based approach (accepted to Astron. & Astrophys., 2021) *arXiv:1712.08955*
44. Harris W., Remus R.-S., Harris G., **Babyk Iu.** (2020). Measuring Dark Matter in Galaxies: The Mass Fraction Within 5 Effective Radii (accepted to The Astrophysical Journal, 2020). *arXiv:2010.143722*.
45. Khramtsov V., **Dobrycheva D.V., Vasylenko M.Yu., Vavilova I.B., Elyiv A.A.,** Akhmetov V.S., Dmytrenko A., Khlamov S. (2021). Machine learning technique for morphological classification of galaxies from SDSS. II. Image-based similarity learning approach (submitted in 2020 to Astron & Astrophys) *arXiv:*
46. Nwaokoro E., Phillipps S., Young A.J., Baldry I., Bongiorno, Bremer M.N., Brown M.J.I., Chiappetti L., De Propriis R., Driver S.P., **Elyiv A.,** Fotopoulou S., Giles P.A., Hopkins A.M., Maughan B., McGee S., Pacaud F., Pierre M. A., Plionis M., Poggianti B.M., Vignali C. (2021). GAMA/XXL: X-ray Point Sources in Low Luminosity Galaxies in the GAMA G02/XXL-N Field (submitted in 2020 to Monthly Notices of the Royal Astronomical Society)
47. **Kompaniets O.,** Berczik P., Marchenko V., Sobolenko M., **Vasylenko A.,** Fedorova E. (2021). Dynamical Evolution of Supermassive Binary Black Hole at the Center of NGC 6240 Based on the Chandra Observations (submitted in 2020 to Astron & Astrophys)
48. **Torbaniuk O.,** Paolillo M., Longo G., Vignali C., Cavuoti S., Carrera F., Aird J. (2021). The connection between star-formation rate and supermassive Black Hole accretion in the local Universe (submitted in 2020 to Monthly Notices of the Royal Astronomical Society).
49. **Vavilova I.** (2021). The oldest astronomical observatories in Ukraine. IAUS367 “Education and Heritage in the Era of Big Data in Astronomy. First steps on the IAU 202-2030 Strategic Plan”, San Carlos de Bariloche, Argentina, 09-14 Dec. 2020 (accepted to IAU proceedings, vol. 367, 2p.)
50. **Vasylenko M., Dobrycheva D.** (2021). Machine learning for the extragalactic astronomy educational manual. IAUS367 “Education and Heritage in the Era of Big Data in Astronomy. First steps on the IAU 202-2030 Strategic Plan”, San Carlos de Bariloche, Argentina, 09-14 Dec. 2020 (accepted to IAU proceedings, vol. 367, 2p.)
51. **Pulatova N.,** Tugay A., Zadorozhna L. (2021). LLAGN sample: X-ray properties. IAUS367 “Education and Heritage in the Era of Big Data in Astronomy. First steps on the IAU 202-2030 Strategic Plan”, San Carlos de Bariloche, Argentina, 09-14 Dec. 2020 (accepted to IAU proceedings, vol. 367, 2p.).

#### Видання енциклопедичного характеру

52. **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)
53. 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)
54. 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)

#### Тези конференцій

55. Dobrycheva D., Vavilova I., Vasylenko M., Elyiv A., Melnyk O. (2020). Machine Learning methods for binary morphological classification of SDSS-galaxies and their problem point. “Astronomy and Space Physics in the Kyiv University”: Intern. Conf. dedicated to the 175th of the Astronomical Observatory of T. Shevchenko National University of Kyiv, May 27- 29, 2020: Book of Abstr., p. 28. <http://www.observ.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2020/05/BookOfAbstracts2020.pdf>
56. Vasylenko M.Yu., Khramtsov V., Dobrycheva D.V., Vavilova I.B., Elyiv A.A. (2020). Inferring of morphological properties of SDSS-galaxies at  $z < 0.1$  using deep similarity learning. “Astronomy and Space Physics in the Kyiv University”: Intern. Conf. dedicated to the 175th of the Astronomical Observatory of T. Shevchenko National University of Kyiv, May 27- 29, 2020: Book of Abstr., p. 41.
57. Їжакевич О.М., Шатохіна С.В., Еглігіс І., Процюк Ю.І., Андрук В.М. (2020). Малі тіла Сонячної системи з оцифрованих фотографічних спостережень в Балдоне: результати та попередній аналіз. “Astronomy and Space Physics in the Kyiv University”: Intern. Conf. dedicated to the 175th of the Astronomical Observatory of T. Shevchenko National University of Kyiv, May 27- 29, 2020: Book of Abstr.- К., с.60–61.
58. Казанцева Л.В., Шатохіна С.В. (2020). Цифрова обробка серії фотографічних спостережень астероїдів 1924 -1925 pp. Astronomy and Space Physics in the Kyiv University: Intern. Conf. dedicated to the 175th of the Astronomical Observatory of T. Shevchenko National University of Kyiv, May 27- 29, 2020: Book of Abstr. К. 2020, с. 61–62.

59. Kyzyurov Yu.V., P.P. Malovichko (2020). Small-scale fluctuations in plasma density of the lower ionosphere. Book of Abstracts "Astronomy and Space Physics in the Kyiv University" (International Conference dedicated to the 175th Anniversary of the Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv). Kyiv (Ukraine), May 27–29, 2020, p. 133.
60. Vavilova I., Elyiv A., Melnyk O., Dobrycheva D., Karachentseva V. (2020). Machine learning computation of distance modulus for local galaxies. EAS Annual Meeting, 29 June – 3 July 2020, Leiden, The Netherlands, Online abstract book, Paper No 53. <https://eas.kuoni-congress.info/2020/programme/pdf/paperToPdf.php?id=53>
61. Dobrycheva D., Khramtsov V., Vasylenko M., Vavilova I., Elyiv A., Akhmetov V., Dmytrenko A., Khlamov S. (2020). Deep similarity learning to infer the morphological properties of galaxies at  $z < 0.1$ . EAS Annual Meeting, 29 June – 3 July 2020, Leiden, The Netherlands, Online abstract book, Paper No 468. <https://eas.kuoni-congress.info/2020/programme/pdf/paperToPdf.php?id=468>
62. Vavilova I., Babyk Iu., McNamara B. (2020). The halo mass-temperature-luminosity for 216 galaxy clusters observed by Chandra. EAS Annual Meeting, 29 June – 3 July 2020, Leiden, The Netherlands, Online abstract book, Paper No 972. <https://eas.kuoni-congress.info/2020/programme/pdf/paperToPdf.php?id=972>
63. Vavilova I. (2020). Astronomy in Ukraine under Global Challenges. EAS Annual Meeting, 29 June – 3 July 2020, Leiden, The Netherlands, Online abstract book, Paper No 1796. <https://eas.kuoni-congress.info/2020/programme/pdf/paperToPdf.php?id=1796>
64. Balyshev M.A., Vavilova I.B. (2020). To the personalities of the Ukrainian astronomy: scientific work of Konstantyn Savchenko. 20th Gamow Intern. Astron. Conf.- School "Astronomy and Beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, High Energy Physics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology", Odessa, Ukraine, Aug. 9-16, 2020: Abstracts, p.1.
65. Korsun A., Gladkohata L., Pakuliak L., Kriachko I. (2020). Life and scientific activity of Prof. Olexander Orlov: the newest e-book with collection of memories and articles (<https://mao.kiev.ua/index.php/ua/orlov-140>). 20th Gamow Intern. Astron. Conf.- School "Astronomy and Beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, High Energy Physics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology", Odessa, Ukraine, Aug. 9-16, 2020: Abstracts, p.1.
66. Shatokhina S.V., Mullo-Abdolv A., Relke H., Izhakevych E.M., Yuldoshev Q.X., Protsyuk Yu.I., Andruk V.M. (2020) Asteroid positions based on the digitized observations of the Northern sky survey project in Dushanbe. 20th Gamow Intern. Astron. Conf.- School "Astronomy and Beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, High Energy Physics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology", Odessa, Ukraine, Aug. 9-16, 2020: Abstracts, p.17.
67. Zolotukhina A.V., Pakuliak L.K., Vavilova I.B. (2020). UkrVO spectral photographic archive of variable stars. 20th Gamow Intern. Astron. Conf.- School "Astronomy and Beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, High Energy Physics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology", Odessa, Ukraine, Aug. 9-16, 2020: Abstracts, p.17.
68. Andronov L., Vavilova I.B., Yatskiv Ya.S. (2020). "Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation". Presentation of the monograph, eds. Petr Skoda, Adam Fathallahman, Elsevier, 2020. Odessa, Ukraine, 9-16 August, 2020. <http://gamow.odessa.ua/wp-content/uploads/2020/08/gamow-2020.pdf>
69. Dobrycheva D., Khramtsov V.P., Vasylenko M.Yu., Vavilova I.B., Elyiv A.A. (2020). Machine Learning techniques for automated classification of galaxies into five classes by visible shape. International Symposium (ASBD-2) Byurakan Astrophysical Observatory, Armenia, 14-18 Sept. 2020, Abstract book, p. 19.
70. Vavilova I., Andruk V., Pakuliak L., Shatokhina S., Yizhakevych O. (2020). Catalogs of celestial bodies from digitized photographic plates of the Ukrainian Virtual Observatory Archive, International Symposium "Astronomical Surveys and Big Data2(ASBD-2), Byurakan Astrophys. Observatory, Armenia, 14-18 Sept., Abstract book, p. 30–31.
71. Vavilova I., Dobrycheva D., Vasylenko M., Elyiv A., Melnyk O. (2020). Machine Learning techniques for binary morphological classification of SDSS-galaxies and their problem points. International Symposium (ASBD-2) Byurakan Astrophysical Observatory, Armenia, 14-18 Sept. 2020, Abstract book, p. 31.
72. Kazantseva L., Shatokhina S. (2020). Multiple asteroid systems from the UkrVO archive's digitized photographic plates. International Symposium (ASBD-2) Byurakan Astrophysical Observatory, Armenia, 14-18 Sept. 2020, Abstract book, p. 35–36.
73. Vasylenko M., Vavilova I. (2020). Restoring of Zone of Avoidance by direct and indirect methods. International Symposium (ASBD-2) Byurakan Astrophysical Observatory, Armenia, 14-18 Sept. 2020, Abstract book, p. 37.
74. Vavilova I.B., Vasylenko A.A., Kompaniets O.V., Izvekova I.O. (2020). Isolated galaxies with AGNs as the UV-faintest objects of the Local Universe. The 5th NUVA Workshop Organisation (Network for Ultraviolet Astronomy, Virtual edition). Complutense University of Madrid, Oct 27-29, 2020, Madrid, Spain. [https://jcuva.ucm.es/NUVA2020\\_Posters/NUVA2020OnlineWorkshop\\_Poster\\_Vavilova.pdf](https://jcuva.ucm.es/NUVA2020_Posters/NUVA2020OnlineWorkshop_Poster_Vavilova.pdf)
75. Torbaniuk O., Paolillo M., Longo G., Vignali C., Cavuoti S. (2020). The connection between star-formation rate and supermassive Black Hole accretion in the local Universe. Young Astronomers on Galactic Nuclei (YAGN'20), Copenhagen, Denmark, 28-30 October 2020.
76. Павленко Я., Кулік І., Захожай О., Корсун П., Шубіна О., Василенко М., Добричева Д., Кузнєцова Ю., Борисенко С., Крушевська В., Андрєєв М. (2020). Екзокомети як нова реальність. Друга Міжнародна конференція "Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій", Київ, 27 листопада 2020 р..



77. Berczik P., Ishchenko M., Sobolenko M., Vovk K., Vasylenko Anatolii, Bannikova Elena, Akhmetov Volodymyr (2020). Astrophysical Relativistic Galactic Objects (ARGO): life cycle of active nucleus. Друга Міжнародна конференція “Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій”, Київ, 27 листопада 2020 р.

78. Elyiv, A. A., Melnyk, O. V., Vavilova, I. B., Dobrycheva, D. V., Karachentseva, V. E. (2020). Reconstruction of distances to galaxies of the Local Universe by machine learning methods. Друга Міжнародна конференція “Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій”, Київ, 27 листопада 2020 р.

79. Василенко В.В., Пономаренко В.А., Сімон А.О., Ізвєкова І.О., Куліш К.В. (2020). Моніторинг вибраних активних галактичних ядер в оптичному діапазоні. Друга Міжнародна конференція “Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій”, Київ, 27 листопада 2020 р.

80. Fedorov Yu.I. (2020). Solar cosmic ray streaming (постер). Друга Міжнародна конференція “Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій”, Київ, 27 листопада 2020 р.

81. Пулатова Н., Тугай А., Задорожна Л. (2020). Рентгенівські властивості 8 яскравих LLAGNs на основі спостережень космічного телескопа XMM Newton (постер). Друга Міжнародна конференція “Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій”, Київ, 27 листопада 2020 р.

82. Андрук В., Пакуляк Л., Шатохіна С., Їжакевич О. (2020). Про результати виконання програми ФОН-ФОНАК (постер). Друга Міжнародна конференція “Астрономія в Україні: від археоастрономії до астрофізики високих енергій”, Київ, 27 листопада 2020 р.

83. Добричева Д.В., Вавилова І.Б., Василенко М.Ю., Еліїв А.А., Мельник О.В., Дяченко Н.М. (2020). Методи машинного навчання для бінарної морфологічної класифікації SDSS-галактик, визначення відстаней до них та їх проблемні аспекти. XX Міжнародна науково-технічна конференція «Штучний інтелект та інтелектуальні системи» (AIPS'2020) (усна доповідь); Київ, Україна, 27 листопада 2020 року. <http://www.ipai.net.ua/docs/aais2020.pdf>

84. Василенко М.Ю., Добричева Д.В., Храмов В.П., Вавилова І.Б. (2020). Методи машинного навчання для автоматичної класифікації SDSS-галактик на п'ять класів за видимою формою. XX Міжнародна науково-технічна конференція «Штучний інтелект та інтелектуальні системи» (AIPS'2020) (усна доповідь), Київ, Україна, 27 листопада 2020 року. <http://www.ipai.net.ua/docs/aais2020.pdf>

85. Василенко М.Ю., Павленко Я.В., Корсун П.П., Кулик І.В., Шубіна О.С., Добричева Д.В. (2020). Перспективи застосування методів машинного навчання для аналізу кривих блиску космічної місії TESS в задачі пошуку екзопланет. XX Міжнародна науково-технічна конференція «Штучний інтелект та інтелектуальні системи» (AIPS'2020) (усна доповідь), Київ, Україна, 27 листопада 2020 року. <http://www.ipai.net.ua/docs/aais2020.pdf>

86. Дяченко Н.М. (2020). Верифікація методів машинного навчання для визначення морфології та відстаней до галактик. XX Міжнародна науково-технічна конференція «Штучний інтелект та інтелектуальні системи» (AIPS'2020) (усна доповідь), Київ, Україна, 27 листопада 2020 року. <http://www.ipai.net.ua/docs/aais2020.pdf>

87. Vavilova I. (2020). The oldest astronomical observatories at the territory of Ukraine. IAUS367 “Education and Heritage in the Era of Big Data in Astronomy. First steps on the IAU 202-2030 Strategic Plan”, San Carlos de Bariloche, Argentina, 09-14 Dec. 2020. <http://sion.frm.utn.edu.ar/iaus367/index.php/session-8-posters/>

88. Vasylenko M., Dobrycheva D., Vavilova I. (2020). Educational manual on the processing of large data sets for students of Ukrainian universities. IAUS367 “Education and Heritage in the Era of Big Data in Astronomy. First steps on the IAU 202-2030 Strategic Plan”, San Carlos de Bariloche, Argentina, 09-14 Dec. 2020. <http://sion.frm.utn.edu.ar/iaus367/index.php/session-7-posters/>

89. Pulatova N., Tugay A., Zadorozhna L. (2020). LLAGN sample: X-ray properties. IAUS367 “Education and Heritage in the Era of Big Data in Astronomy. First steps on the IAU 202-2030 Strategic Plan”, San Carlos de Bariloche, Argentina, 09-14 Dec. 2020. <http://sion.frm.utn.edu.ar/iaus367/index.php/session-3-posters/>

90. Karachentseva V.E., Karachentsev I.D., Kudrya Yu.N., Makarov D.I., Melnyk O.V., Kaisin S.S. (2020). Observational properties of ultraflat galaxies. Доповіль з нагоди отримання премії УАА «За видатний внесок у розвиток астрономії в Україні». Київ, ГАО НАН України, 26 листопада 2020 р.

#### **Опубліковані брошури, рекомендації, методики**

91. Savanevych V.E. and EOS CoLiTec team (2020). Програмне забезпечення CoLiTec – User Guide, v.2.4.2. Харків-Київ, 45 с. Методична розробка доступна за посиланням <https://colitec-public-prod-s3-euc1.s3.eu-central-1.amazonaws.com/documents/colitec-2.4.2-user-guide-en.pdf>

92. Savanevych V.E. and EOS CoLiTec team. (2020). Програмне забезпечення CoLiTec з моніторингу астероїдів (CoLiTecAS). Запуск для тестування доступний з веб-сайта: <https://colitec-public-prod-s3-euc1.s3.eu-central-1.amazonaws.com/distributive/setup-colitecas-2.4.2.1-win64.zip>

93. Savanevych V.E. and EOS CoLiTec team (2020). Програмне забезпечення CoLiTec з моніторингу штучних супутників Землі (CoLiTecAS). Запуск для тестування доступний з веб-сайта: <https://colitec-public-prod-s3-euc1.s3.eu-central-1.amazonaws.com/distributive/setup-colitecsat-2.4.2.1-win64.zip>

#### **Три науково-популярні статті і одна стаття Q1/Q2 (пропущено в загальній нумерації)**

94. Василенко А.А. (2020). Розмаїття квазарів. Universe Space Tech, 2020, №3(178), с. 4–13.

95. Василенко М.Ю. (2021). Проблема випадковості в сучасній науці. Світогляд, 2021, т. 16 (пр. до друку)

96. Harris W., Remus R.-S., Harris G., Babuk Iu. (2020). Measuring Dark Matter in Galaxies: The Mass Fraction Within 5 Effective Radii. The Astrophysical Journal, 2020, Vol. 905, Issue 1, id.28, 17 pp.

97. Вавилова І.Б. Самореалізація, самообмеження, самопожертва. До 80-річчя академіка НАН України Я.С.Яцківа. У науковому виданні: Ярослав Яцків. Нетипова біобібліографія. К.: ГАО НАН України, 2020, 158 с. (с. 7-14.)