

<https://doi.org/10.15407/knit2025.01.053>
УДК 52 (091)

Т. Г. АРТЕМЕНКО, в. о. наук. співроб.
E-mail: t. g. artemenko@ukr. net

Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України
вул. Академіка Заболотного 27, Київ, Україна, 03680

ВИТОКИ І ТРАНСФОРМАЦІЯ НАУКОВИХ АСТРОМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ: ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ НАН УКРАЇНИ

У статті висвітлено становлення та трансформацію астрометричних шкіл Головної астрономічної обсерваторії Національної академії наук України — наукової школи з фундаментальної астрономії, позиційної астрометрії та глобальної геодинаміки академіка Олександра Яковича Орлова, наукової школи з фундаментальної астрономії та селенодезії члена-кореспондента, професора Авеніра Олександровича Яковкіна та наукового напрямку І. Г. Колчинського, А. Б. Онегіної та А. С. Харіна з фотографічної та позиційної астрометрії.

Основними напрямками досліджень наукової школи з фундаментальної астрономії, позиційної астрометрії та глобальної геодинаміки є: створення каталогів слабких зір, зір широтної програми, радіоджерел, математичні методи дослідження зміни широт та руху полюсів Землі, фундаментальна астрономія (дослідження астрономічних сталих), застосування руху полюсів та нерівномірності обертання Землі (лазерна локація ШСЗ, РНДБ-спостереження, GNSS-спостереження). Впровадження нових методів спостережень, інструментів сприяло подальшому розвитку школи і збереженню її наукових традицій.

Дослідження представників наукової школи з фундаментальної астрономії та селенодезії стосувалися перших астрометричних картографувань деталей поверхні Місяця з використанням даних орбітальних супутників, вивченню зоряної динаміки, кінематики та структури Галактики.

Розглянуто результати досліджень з фотографічної та позиційної астрометрії. Вказано на роль Української Віртуальної обсерваторії (УкрВО), в рамках якої було ініційовано оцифрування астрономічних фотографічних спостережних архівів попередніх років ряду українських обсерваторій, зокрема програми ФОН, та створення Об'єднаного цифрового архіва УкрВО. На базі редукції оцифрованих даних окремих проектів в сучасні опорні системи було здійснено пошук нових астероїдів, ранніх позицій відомих астероїдів, переопрацьовані більш ранні спостереження великих планет і малих тіл Сонячної системи.

Ключові слова: астрометрія, наукова школа, селенодезія, космічні дослідження.

Цитування: Артеменко Т. Г. Витоки і трансформація наукових астрометричних досліджень: Головна астрономічна обсерваторія НАН України. *Космічна наука і технологія*. 2025. **31**, № 1 (152). С. 53—69. <https://doi.org/10.15407/knit2025.01.053>

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

1. ВСТУП

Від часу заснування Головної астрономічної обсерваторії Національної академії наук України (ГАО) в 1944 році перші напрями досліджень в обсерваторії стосувалися теоретичної і спостережної астрометрії. ГАО була заснована за аналогом Головної астрономічної обсерваторії АН СРСР (Пулковська), тому її головними напрямками досліджень були фундаментальна астрономія (астрономічні системи координат, астрономічні сталі тощо), позиційна астрометрія (визначення координат небесних об'єктів та реалізація небесної системи координат, визначення змін широти наземними станціями спостережень та створення земної системи координат), глобальна геодинаміка (визначення параметрів обертання Землі — руху полюсів та нерівномірності її обертання, вивчення глобальних геодинамічних процесів та зумовлених ними змін параметрів обертання Землі) [8].

Першими інструментами в обсерваторії були астрометричні телескопи — вертикальний круг Ваншаффа ($D = 19$ см, $F = 252$ см) і подвійний довгофокусний астрограф Тепфера–Штейнгеля (ПДА, $D = 40$ см, $F = 550$ см¹). Із запуском перших штучних супутників Землі, досліджень Місяця і небесних тіл Сонячної системи космічними апаратами в 1960—1970-х роках розширилася тематика наукових астрометричних досліджень, що покликала придбання і виготовлення нових телескопів та розбудову нових спостережних комплексів ГАО: подвійний ширококутний астрограф фірми «Карл Цейсс» (ПША, $D = 40$ см, $F = 2$ м) у 1975 р.²; меридіанний аксіальний круг з ПЗЗ-приймачем (МАК, введений в експлуатацію в 1986 р.³); станція лазерної локації штучних супутників Землі «1824 Голосіїв», оснащена лазерним віддалеміром — телескопом ТПЛ-1М⁴;

¹ <https://www.mao.kiev.ua/index.php/ua/instrumenty/2014-04-03-09-53-49>

² <https://www.mao.kiev.ua/index.php/ua/instrumenty/2014-04-03-09-53-49>

³ <https://www.mao.kiev.ua/index.php/ua/instrumenty/2014-04-03-10-01-29?showall=>

⁴ <https://mao.kiev.ua/index.php/ua/instrumenty/stlazsposter-item>

станція GNSS «Київ/Голосіїв» у 1997 р.⁵; целестрон⁶ («Геліос-40», $D = 56$ мм).

За спостереженнями на цих телескопах створено десятки каталогів зір та інших небесних об'єктів Всесвіту; оцифровано архів астронегативів, зокрема за програмою Фотографічного огляду північного неба (ФОН), який представлено на вебсторінці Української віртуальної обсерваторії⁷. Станція GNSS «Київ/Голосіїв» є частиною Української перманентної ГНСС-мережі станцій космічної геодезії та геодинаміки, а ГАО виконує головні функції адміністрування і щоденного аналізу ГНСС-даних. Станція лазерних спостережень ШСЗ входить до світової мережі станцій Міжнародної служби обертання Землі і веде активні спостереження за міжнародними програмами, вона входить до переліку наукових об'єктів, що становлять національне надбання України.

Виконані у 1944—2024 роках дослідження, які знайшли своє втілення в дисертаціях співробітників ГАО або інших установ, виконаних під керівництвом співробітників ГАО, дозволяє виділити дві наукові школи з астрометрії та один напрям, які охоплюють фундаментальну астрономію, позиційну і фотографічну астрометрію, селенодезію і глобальну геодинаміку [5, 35, 55, 57]. Формування і трансформацію тематики астрометричних досліджень в ГАО НАН України будемо розглядати в рамках виділених нами астрометричних наукових шкіл.

2. НАУКОВА ШКОЛА З ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ АСТРОНОМІЇ, ПОЗИЦІЙНОЇ АСТРОМЕТРІЇ ТА ГЛОБАЛЬНОЇ ГЕОДИНАМІКИ

Наукова школа з фундаментальної астрономії, позиційної астрометрії та глобальної геодинаміки — школа академіка Олександра Яковича Орлова (1880—1954), засновника і першого директора ГАО (1944—1948, 1950—1951).

Насамперед О. Я. Орлов продовжив у ГАО дослідження руху полюса Землі та змінюваності широт, якими він займався до переїзду в Київ в юріївський, одеський, полтавський періоди сво-

⁵ <https://gnss.mao.kiev.ua/?q=node/2>

⁶ <http://mao.uran.ua/umos/index.php?slab=slabid-9>

⁷ <http://ukr-vo.org/home/index.php?1>

го життя [32]. Стабільний розвиток цієї школи в 1960—1970-х роках зумовили дослідження академіка Євгена Павловича Федорова (1909—1986) та його учнів, насамперед з теорії нутації [11]. Подальшій трансформації класичних і впровадженню нових напрямів досліджень, зокрема з глобальної геодинаміки, «в ногу» з науково-технологічним прогресом кінця ХХ століття і до сьогодні школа завдячує роботам академіка Ярослава Степановича Яцківа і його учнів [27, 28].

Основними напрямками досліджень наукової школи з фундаментальної астрономії, позиційної астрометрії та глобальної геодинаміки є створення каталогів слабких зір, зір широтної програми, радіоджерел, дослідження руху полюсів Землі та змінюваності широт, математичні методи дослідження зміни широт та руху полюсів Землі, рух полюсів та нерівномірність обертання Землі (лазерна локація ШСЗ, РНДБ-спостереження, GNSS-спостереження), теорія нутації для моделі абсолютно пружної Землі та визначення параметрів вільної близькододової нутації Землі, теорія нутації для реальної моделі Землі.

2.1. Створення каталогів слабких зір, зір широтної програми, радіоджерел. Серед створених каталогів — «Каталог схилень 588 фундаментальних слабких зір ФКСЗ», «Каталог 67 полтавських широтних зір» (В. В. Конін, О. К. Король) [18—20]. На основі спостережень зір ФКСЗ, виконаних в астрономічних обсерваторіях СРСР (Головна астрономічна обсерваторія в Пулкові (Пулковська обсерваторія), Державний астрономічний інститут імені П. К. Штернберга (ДАІШ), Астрономічна обсерваторія імені В. П. Енгельгардта (АОЕ), Головна астрономічна обсерваторія НАН України (ГАО НАН України) та двох закордонних (Бухарест, Вроцлав) було створено «Попередній фундаментальний каталог слабких зір» (ПФКСЗ), який використовувався як опорний каталог при меридіанних спостереженнях КСЗ [36]. Другу версію ПФКСЗ в системі FK4 (ПФКСЗ-2) було створено в результаті кооперативної роботи ГАО АН СРСР (Пулково) і ГАО АН УРСР (1980 р.). Каталог містить 587 зір, при його створенні використовувалися каталоги ФКСЗ (14 — за прямим піднесенням, 13 — за схиленням), каталог опорних зір пів-

нічного неба AGK3R і шість каталогів зір КСЗ (А. М. Кур'янова, Д. Д. Положенцев, Я. С. Яцків) [21]. Каталоги радіоджерел (каталоги серії RSC (GAOUA)) було використано при створенні нової реалізації Міжнародної небесної системи координат ICRF2, яка прийнята МАС за стандарт починаючи з 1 січня 2010 року (Я. С. Яцків, А. М. Кур'янова, С. Л. Болотін) [1, 2].

2.2. Математичні методи дослідження зміни широт та руху полюсів Землі. Розроблено методику оцінки точності широтних спостережень на основі використання теорії випадкових процесів (Є. П. Федоров, Я. С. Яцків, І. І. Глаголева, Й. В. Джунь). Досліджено методи визначення координат полюса та виконано обробку даних МСШ в однорідній системі — отримано так звану «київську» систему координат полюса Землі з 1890.0 по 1969.0 (1972 р.) (Є. П. Федоров, Я. С. Яцків, А. О. Корсунь, С. П. Майор, В. К. Тарадій) [37]. Цей науковий результат увійшов до циклу робіт, удостоєних Державної премії УРСР в галузі науки і техніки за 1983 рік [11].

На початку 1980-х років В. К. Тарадій разом з колегами обґрунтував, розробив та впровадив математичний метод аналізу даних лазерної дальнометрії штучних супутників Землі, що стало основою для створення у ГАО НАН України центру аналізу даних супутникової лазерної далекометрії під егідою Міжнародної служби обертання Землі (1988 р.). В. К. Тарадій був одним із ініціаторів створення наприкінці 1992 року Міжнародного центру астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України, що дало змогу українським вченим активно продовжити проведення досліджень у Приєльбруссі після розпаду СРСР.

У 2003 році колектив авторів (Е. А. Гуртовенко, М. В. Карпов, Р. Р. Кондратюк, Р. І. Костик, О. В. Мороженко, О. В. Сергєєв, В. К. Тарадій, Е. Г. Яновицький, Я. С. Яцків) було нагороджено Державною премією України в галузі науки і техніки за цикл досліджень «Розробка теоретичних основ та унікальної спостережної бази в Голосієві та на піку Терскол для досліджень Сонця й тіл Сонячної системи» [8].

2.3. Фундаментальна астрономія (дослідження астрономічних сталих). Вперше в світі було

розроблено теорію нутації для моделі абсолютно пружної Землі та визначено параметри нутації за даними астрономічних спостережень змін широти (Є. П. Федоров). Результати Є. П. Федорова стосовно визначення коефіцієнтів головних членів нутації було уточнено, а також визначено коефіцієнти півмісячного члена нутації (В. К. Тарадій). М. А. Попов (Полтавська гравіметрична обсерваторія) разом з Я. С. Яцківим визначили ці поправки за даними спостережень яскравих зір у Полтаві. Було проведено детальне вивчення чандлерівської складової руху полюса Землі, що дало можливість зробити ряд важливих висновків щодо моделі збудження та затухання цього руху (Я. С. Яцків). Вперше на основі багаторічних широтних спостережень визначено параметри вільної близькодобової нутації Землі [29].

У 1980—1990 роках, у зв'язку із впровадженням нових методів спостережень за обертанням Землі, постали нові вимоги до точності визначення нутації (на рівні 0.1 мс дуги). Протягом 1990—2000 років робоча група Міжнародного астрономічного союзу (МАС) розробляла нову теорію нутації. Значення цієї астрономічної константи, прийняте у 2000 році, є сучасним стандартом, який використовується у світі. За активну участь у створенні нової теорії нутації для реальної моделі Землі Я. С. Яцків у складі авторського колективу європейських вчених був удостоєний премії ім. Рене Декарта Європейського союзу 2003 р. [8].

2.4. Рух полюсів та нерівномірність обертання Землі (лазерна локація ШСЗ, РНДБ-спостереження, GNSS-спостереження). Перехід від ери використання наземних астрометричних спостережень для визначення параметрів обертання Землі до нових методів і засобів обробки даних зумовили трансформацію наукової школи О. Я. Орлова — Є. П. Федорова. З початком космічної ери виникли нові можливості дослідження обертання Землі за допомогою доплерівських та лазерних спостережень ШСЗ, РНДБ, а згодом і спостережень супутників глобальних навігаційних систем (GNSS).

Був запропонований новий підхід до встановлення глобальної земної системи координат, у відповідності до якої на поверхні Землі необхідно

створити мережу опорних геодинамічних станцій, що проводять астрономічні спостереження зір, лазерні вимірювання відстаней до ШСЗ і Місяця, радіоінтерферометричні спостереження віддалених радіоджерел. Для участі у міжнародних програмах та для координатно-часового забезпечення України створено мережу станцій лазерних (ЛЛС) і радіотехнічних (GPS) спостережень супутників, а також радіоінтерферометричних спостережень квазарів (РНДБ) (Я. С. Яцків, М. М. Медведський, О. О. Хо́да та ін.) [2]. На лазерній станції «Голосіїв-Київ» завдяки проведеній модернізації підвищено точність вимірювання відстаней до ШСЗ з 10...15 см до 3...4 см (2024 р., М. М. Медведський з колегами).

Виконано математичне, методологічне і апаратне забезпечення станцій лазерних спостережень ШСЗ (Я. С. Яцків, В. К. Тарадій, Г. Т. Яновицька, М. Л. Цесіс, М. Т. Миронов, Ю. М. Глущенко, К. Х. Нурутдінов). Створено оригінальні програмні комплекси обробки лазерних спостережень ШСЗ «Київ-геодинаміка» (В. К. Тарадій, Г. Т. Яновицька, М. Л. Цесіс, К. Х. Нурутдінов та ін.) та програмні комплекси обробки РНДБ-спостережень (Я. С. Яцків, А. М. Кур'янова, М. М. Медведський, С. Л. Болотін) [32]. Створено і модифіковано програмне забезпечення Juliette, призначене для опрацювання лазерних спостережень супутників. Додано нову модель атмосфери та емпіричну модель відновлення земної поверхні після землетрусів. Обидві моделі протестовано і включено до пакету. Проведено теоретичний аналіз, в цілому розроблено математичний апарат для перетворення Juliette у пакет, що матиме здатність опрацьовувати також і доплерівські спостереження супутників, а у перспективі — і спільно доплерівські плюс лазерні (В. Я. Чолій).

3. НАУКОВА ШКОЛА З ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ АСТРОНОМІЇ ТА СЕЛЕНОДЕЗІЇ

Наукова школа з фундаментальної астрономії та селенодезії член-кор., професора Авеніра Олександровича Яковкіна (1887—1974), директора ГАО у 1952—1959 рр.

3.1. Напрямок досліджень — селенодезія. Астрометрія Місяця в ГАО була розпочата А. О. Яков-

кіним у 1950-х роках і згодом набула розвитку в роботах *Ігоря Володимировича Гаврилова* (1928—1982), *Віталія Степановича Кислюка* (1940—2014) та їхніх учнів [56]. У 1934 році, працюючи професором Казанського університету, А. О. Яковкін визначив залежність розмірів видимого радіуса Місяця від значення оптичної лібрації за широтою («ефект Яковкіна»). У ГАО ним були організовані фотографічні спостереження Місяця з метою побудови карт крайової зони, вивчення лібрації фігури і рельєфу лібраційних зон. Пізніше ці роботи доповнилися вивченням динаміки Місяця та структури його поверхні [25].

Дослідження з вивчення фігури крайової зони Місяця провадилися в ГАО методом тривалих експозицій за допомогою рухомої касети до телескопа ДДА, виготовленої за ідеєю О. Я. Яковкіна (І. В. Гаврилов, С. П. Майор) [7]. З метою створення нової карти рельєфу крайової зони Місяця здійснено фотографування Місяця на фоні «навколишніх» зір за допомогою ПДА (А. О. Яковкін, І. В. Гаврилов, Л. М. Кізюн, С. П. Майор).

Вперше в СРСР були визначені просторові координати 160 кратерів на видимому боці Місяця (І. В. Гаврилов, А. С. Дума, В. С. Кислюк, А. М. Кур'янова). Був створений каталог селенодезичних положень 500 базисних точок на Місяці (І. В. Гаврилов, А. С. Дума, В. С. Кислюк) [14]. Створено першу зведену систему селеноцентричних положень для 2580 об'єктів на поверхні Місяця (І. В. Гаврилов, В. С. Кислюк). Завершенням циклу селенодезичних досліджень в ГАО стало створення зведеної системи селенодезичних координат 4900 точок видимої поверхні Місяця (І. В. Гаврилов, В. С. Кислюк, А. С. Дума) [1, 15].

Співробітники ГАО брали участь у Всесоюзній програмі створення Атласу зворотного боку Місяця за даними космічної зйомки Місяця КА «Зонд-3» (1966), а також у програмі досліджень Місяця автоматичними апаратами серії «Луна» і проєкти посадки людини на Місяць, забезпеченні гіпсометричними даними здійснення м'якої посадки на поверхню Місяця КА «Луна-9», «Луна-16», «Луна-20» (1964—1974 рр.) (І. К. Коваль, І. В. Гаврилов, Л. Р. Лісіна, М. М. Миро-

нова, В. В. Ботвінова та ін.). У середині 1980-х років активізувались роботи з розробки проєктів побудови баз на Місяці, зокрема розроблено методику астрономічних спостережень з поверхні Місяця, способів визначення селенографічних координат пунктів спостережень.

Створено узагальнену систему астрономо-селенодезичних параметрів Місяця, зокрема, параметрів його узагальненого еліпсоїда інерції. На основі нових моделей гравітаційного поля Місяця з урахуванням даних вимірювань КА «Клементина», «Лунар Проспектор» і лазерної локації, отримано та уточнено значення сталих членів фізичної лібрації Місяця за довготою і широтою, які характеризують орієнтацію еліпсоїда інерції Місяця (1999 р.). (В. С. Кислюк).

Українськими науковцями було підготовлено національний проєкт «УкрСелена» космічної місії з освоєння Місяця — орбітальний космічний апарат і посадковий модуль в зоні кратера Брауде на зворотному боці Місяця [54]. Проєкт за багатьох причин не вдалося здійснити. Зараз розглядаються окремі пропозиції участі в проєкті НАСА «Артеміда», так і участі в спільній обробці та аналізі даних експериментів, проведених іншими країнами [53].

3.2. Напрямок дослідження — фундаментальна астрономія — наукової школи А. О. Яковкіна найбільшого розвитку отримав у роботах *Дмитра Павловича Думи* та його учнів, частина робіт була виконана разом із представниками наукової школи академіків О. Я. Орлова і Є. П. Федорова.

Дослідження з узгодження реалізацій координатних систем, зокрема зоряної і динамічної, були започатковані А. О. Яковкіним в 1960 році [26]. У 1970-х роках М. Т. Миронов запропонував визначати узгодженість взаємної орієнтації двох каталожних реалізацій систем координат за допомогою трьох малих кутів, а Є. П. Федоров розглянув вирішення задачі щодо узгодженості орієнтації фундаментальної і динамічної систем координат з врахуванням взаємного нахилу екваторів. Ідея такого підходу набула більш детальної розробки у подальших дослідженнях науковців обсерваторії [11, 26, 30]. Базуючись на висновках попередніх етапів досліджень, в ГАО були опрацьовані результати спостережень Меркурія, Ве-

нери, Марса і малих планет — Церери, Паллади, Юнони і Вести за 1928—1971 рр. з метою визначення параметрів орієнтації координатних осей і визначення систематичних похибок положень зір фундаментального каталогу FK4 (Д. П. Дума, Л. М. Кізюн, Р. М. Коваль, Ю. І. Сафронов та ін.). Результати виконання наведеного етапу стали надбанням світової науки і були використані разом з результатами інших дослідників під час підготовки чергового фундаментального каталогу — FK5 (виданий в 1986 році), який за рішенням МАС був рекомендований як стандарт для астрономо-геодезичних досліджень і для вивчення більш досконалих теорій руху тіл Сонячної системи [9]. Ю. М. Івашенко спільно з Д. П. Думою запропонували метод узгодження фундаментальної (зоряної) і радіоінтерферометричної (позагалактичної) систем координат за спостереженнями ШСЗ в радіо- і оптичному спектральних діапазонах. Цей метод не потребує синхронних радіо- і оптичних спостережень, а тому простіше реалізується на практиці. На основі аналізу спостережних і ефемеридних даних Л. М. Свачій дійшла висновку про необхідність врахування ефекту фази при визначенні положень великих за розмірами астероїдів, що дозволило усунути частину похибок систематичного характеру при вирішенні задачі про узгодженість систем координат і при створенні теорій руху астероїдів. Подальші дослідження цих ефектів сприяли створенню більш точних алгоритмів для ефемеридних обчислень і для визначення положень астероїдів. За спостереженнями Сонця у Вашингтонській, Гринвічській обсерваторіях О. В. Болотіна виявила залежність величини оцінок непрецесійного руху рівнодення від геліоцентричної відстані до планет, тобто від їхніх середньодобових рухів. Цей результат є важливим для з'ясування причин ефекту непрецесійного руху рівнодення. За результатами досліджень з проблеми орієнтації координатних систем було видано монографію «Орієнтування системи координат FK4 за меридіанними спостереженнями планет» (Д. П. Дума, Л. М. Кізюн, Ю. І. Сафронов) [9, 43].

3.3. Вивчення зоряної динаміки, кінематики та структури Галактики. З вивченням зоряної ди-

наміки, кінематики та структури Галактики пов'язані наукові інтереси *Ніни Василівни Харченко*. У співпраці з колегами на основі даних створених у ГАО серій спеціальних зоряних каталогів, вона провадила дослідження кінематики Галактики та її окремих складових. Досліджено зоряний склад, структура і динамічна еволюція подвійного розсіяного скупчення Collinder 135 і UBC 7 binary star cluster, визначено його основні астрофізичні і кінематичні параметри. За даними огляду Milky Way Star Clusters (MWSC) визначено припливні маси більш ніж трьох тисяч галактичних розсіяних скупчень, побудовано їхню початкову функцію мас і визначено її параметри [38].

Н. В. Харченко була ініціатором Всесоюзної програми комплексного дослідження Головного меридіонального перерізу Галактики (програма МЕГА) [24]. У рамках програми провадилось вивчення просторово-кінематичної структури, створено більш детальну модель Галактики. Створені в рамках програми МЕГА каталоги містять астрометричні і астрофізичні характеристики зір [39].

4. НАПРЯМ ДОСЛІДЖЕНЬ — ФОТОГРАФІЧНА ТА ПОЗИЦІЙНА АСТРОМЕТРІЯ

4.1. Фотографічна астрометрія у ГАО була започаткована І. Г. Колчинським, який переїхав до Києва на запрошення С. К. Всехсвятського, але за рядом обставин перейшов працювати у ГАО (1948 р.). Перед тим він навчався у Пулковській обсерваторії в аспірантурі під керівництвом професора Г. А. Тихова і працював над дисертацією за темою з вивчення атмосферної астрономічної рефракції, зокрема її залежності від довжини хвилі світла [17]. Значний вплив на вибір тематики досліджень напряму з фотографічної та позиційної астрометрії справили співробітники Пулковської обсерваторії, зокрема М. С. Зверев та О. М. Дейч. Завдяки цьому перші спостереження в ГАО були спрямовані на вирішення задачі створення Каталогу слабких зір (КСЗ), запропонованого пулковськими астрономами в 1930-ті роки. [36]. На вертикальному крузі Ваншаффа спостерігалися зорі списку Фундаментального каталогу слабких зір (ФКСЗ) та інших програм (О. К. Король, В. В. Конін, А. С. Харін) [18—20].

Активним спостерігачем, а з часом ініціатором і керівником ряду робіт з фотографічної астрометрії стала А. Б. Онегіна, яка після закінчення аспірантури під керівництвом О. М. Дейча і захисту кандидатської дисертації переїхала до Києва. У 1952—1964 роках за її участі на ПДА були виконані фотографічні спостереження галактик і зір Фундаментального каталогу слабких зір за програмою Каталогу слабких зір, фотографування малих і великих планет та їхніх супутників (І. Г. Колчинський, А. Б. Онегіна, І. В. Гаврилов, С. П. Майор, В. С. Кислюк, І. М. Деменко, А. С. Дума та ін.) [22, 40]. Були отримані фотографії «перших епох» площадок з галактиками і зір, після повторного фотографування цих ділянок неба на базі цього матеріалу були створені каталоги власних рухів зір (С. П. Рибка, Н. В. Харченко), а результатом об'єднання каталогів, створених у різних обсерваторіях, стали зведені каталоги (С. П. Рибка) [23, 49, 50].

Нового поступу роботи з каталогами слабких зір набули після оприлюднення результатів обробки даних, отриманих космічним телескопом HIPPARCOS (High Precision Parallax Collecting Satellite, 1989—1992), призначеним для астрометричних досліджень, а саме для визначення координат, паралаксів, власних рухів зір та інших небесних тіл і відстаней до них. Абсолютні власні рухи зір відносно галактик, отримані в рамках програм КСЗ, використовувалися при визначенні параметрів обертання системи каталогу HIPPARCOS відносно інерційної системи відліку, тобто для калібрування каталогу HIPPARCOS [59]. У ГАО було отримано значення компонентів швидкості обертання ($\omega_x, \omega_y, \omega_z$) координатної системи каталогу HIPPARCOS за порівнянням з даними каталогу власних рухів зір (GPM1), а саме $\omega_x = -0.27 \pm 0.80$ мсд/рік (мілісекунд дуги за рік), $\omega_y = +0.15 \pm 0.60$ мсд/рік, $\omega_z = -1.07 \pm 0.80$ мсд/рік (В. С. Кислюк та ін. [41]). Ці дані розглядалися як найбільш достовірні і рекомендовані для корекції системи каталогу HIPPARCOS.

Визначення координат тіл Сонячної системи є однією з актуальних задач астрометрії. Дані цих спостережень необхідні для подальшого уточнення гравітаційних теорій руху тіл Сонячної

системи, вони є основою для розв'язку багатьох інших астрономічних задач. Систематичні позиційні спостереження планет і деяких астероїдів використовуються для визначення нуль-пунктів фундаментальної системи координат зір, з аналізу рядів спостережень небесних тіл виводяться астрономічні константи. Дані позиційних спостережень тіл Сонячної системи є необхідними для планування і здійснення космічних експериментів.

Початок позиційним фотографічним спостереженням тіл Сонячної системи в ГАО було покладено в 1952 році — саме тоді за допомогою ПДА було розпочато систематичні спостереження вибраних малих планет для визначення орієнтації фундаментальної системи координат. На початку 1960-х років були проведені перші ряди спостережень Венери, Марса, Юпітера Сатурна, а наприкінці 1960-х років їхні спостереження стали регулярними. З введенням у експлуатацію подвійного ширококутного астрографа (ПША, 1976 р.) можливості позиційних спостережень суттєво розширилися. Стало можливим спостерігати слабкі супутники планет, астероїди і комети. Декілька коротких серій спостережень було отримано в експедиційних умовах на подвійному астрографі Цейсса ($D = 40$ см, $F = 3$ м) Китабської обсерваторії Ташкентського університету (1986 р.), і в 1987, 1989, 1990, 1991 роках — на рефлекторі Цейсса (Z600, $D = 60$ см, $F = 5.5$ м) на горі Майданак (Узбекистан).

Наведемо деякі результати спостережних програм тіл Сонячної системи, що проводилися в ГАО. Протягом 1976—1980 років було отримано ряди спостережень різних тіл Сонячної системи з метою визначення їхніх точних положень. Виконано обробку декількох рядів спостережень Венери, Марса, Деймоса, чотирьох комет і двадцяти астероїдів, що спостерігалися у 1967—1980 роках. Визначено більш ніж 650 точних положень цих об'єктів (О. М. Середя, А. Б. Онегіна, Е. А. Герц, О. Б. Винникова, О. М. Іжакевич, М. А. Василенко, І. М. Деменко, Ю. К. Філіпов, С. П. Майор, Г. В. Мороз).

У рамках роботи за науково-дослідною темою «Визначення точних положень Марса і його супутників у період протистоянь 1967, 1969, 1971,

1973 років» (1975 р.) були розроблені методичні рекомендації для проведення спостережень, вимірювань, обробки, врахування атмосферної дисперсії. Наведено координати Марса, Венери, Юпітера, Деймоса, галілейових супутників Юпітера з врахуванням цих рекомендацій (А. Б. Онєгіна, О. М. Середя, Е. А. Герц, О. М. Їжакевич) [22]. За результатами виконання позиційних фотографічних спостережень тіл Сонячної системи (1985 р.) отримано 907 фотоплатівок з тілами Сонячної системи (ТСС). Визначено більш ніж 1350 точних положень Венери, Марса, Деймоса, Сатурна і його супутників, вибраних астероїдів і комет. Досліджено атмосферну дисперсію, кому, рівняння яскравості тощо. Виконано статистичний аналіз спостережень малих планет, Сатурна і його супутників (С. П. Майор, О. М. Середя, В. В. Головня, О. М. Їжакевич, С. В. Калтигіна, І. В. Кулик, С. В. Шатохіна).

У 1990-ті роки спостереження вибраних тіл Сонячної системи в ГАО провадилися в рамках теми «Високоточні позиційні спостереження радіоджерел та вибраних тіл Сонячної системи з метою зв'язку радіо- і оптичної систем координат» (1995 р.). Було визначено 827 положень (Марс, Деймос, Фобос, Сатурн із супутниками, малі планети) та 20 радіоджерел. Повторно оброблено спостереження Марса, Деймоса, Фобоса, виконаних в Обсерваторії Санта-Анна (Таріха, Болівія) з визначенням екваторіальних координат, в результаті якої отримано їхні точні положення (раніше визначалися відносні координати типів «супутник — планета» та «супутник — супутник»). Опрацьовано ряд знімків з радіоджерелами, отриманих за допомогою 2-м телескопа Шмідта в Таутенбурзі. Створено банк даних положень малих планет в ГАО (С. П. Майор, О. М. Їжакевич, С. В. Калтигіна, І. В. Кулик, С. В. Шатохіна, В. В. Головня, Л. В. Майданюк) [10].

За результатами спостережень протягом 40 років на телескопах ГАО, спостережних базах на г. Майданак, в Обсерваторії Санта-Анна (Таріха, Болівія) і на п. Терскол було створено базу понад 4500 положень планет і їхніх супутників, а також вибраних малих планет і їхніх супутників (Д. П. Дума, С. П. Майор, Л. М. Кізюн, О. В. Бо-

лотіна, Р. М. Коваль, Л. М. Свачій, О. М. Їжакевич, І. В. Кулик, С. В. Шатохіна, В. В. Головня, М. Р. Нестерук, О. В. Денисюк). Ряд положень були отримані вперше за результатами відбору і вимірювання астронегативів із склотеки ГАО. База положень суттєво доповнила накопичений в світі масив спостережень тіл Сонячної системи, який став фундаментом для подальших наукових досліджень теоретичного і прикладного характеру [10, 12].

Сучасний рівень космічних досліджень вимагає сучасних методів виявлення і опрацювання інформації. У межах національного проекту «Українська віртуальна обсерваторія» запроваджено роботу зі створення каталогів положень і зоряних величин планет та їхніх супутників на базі фотографічних спостережень, виконаних в ГАО у 1961—1990 роках [58]. Завдяки програмному комплексу, розробленому в ГАО для редукції оцифрованих астронегативів (В. М. Андрук), виконано обробку спостережень супутників Сатурна (S2—S9), а також Урана, Нептуна та їхніх супутників U1—U4, N1 в системі зоряного каталогу Tycho2. В результаті переобробки всіх раніше виконаних спостережень в ГАО отримано каталог точних положень Марса, Фобоса і Деймоса в двох системах відліку — FK5/J2000.0 і ICRS/J2000.0. При цьому досягнуто покращення точності за рахунок залучення уточнених координат і власних рухів опорних зір з RPM і АСТ.

Спостереження малих планет були розпочаті в ГАО у 1950 році і виконувалися у відповідності до програми створення Каталогу слабких зір. З 1976 року ці роботи провадилися під егідою Міжнародного астрономічного союзу (МАС) в рамках програми спостережень двадцяти малих планет. Програму було продовжено до 2000 року. Спостереження малих планет є важливими для розв'язку таких задач як визначення систематичних похибок зоряних каталогів і уточнення положень нуль-пунктів фундаментальної системи координат [22].

У період з 1982 по 2000 роки було створено базу з більш ніж 5600 високоточних положень активних і пасивних геостационарних об'єктів, які характеризуються найбільш високою точністю визначених координат серед відомих в світі

подібних масивів даних. Ця база положень використовувалася неодноразово при вирішенні задач з контролю засміченості навколоземного простору, для прогнозування можливих зіткнень штучних тіл, а також для уточнення руху ШСЗ.

Визначення точних положень радіоджерел (РД) в ГАО були розпочаті у 1984 році в рамках Всесоюзної програми ROAS (пізніше CONFOR). Основною метою програми було встановлення зв'язку між оптичною і радіоінтерферометричною системами координат. Були проведені фотографічні спостереження радіоджерел, дослідження телескопів з метою пошуку оптимальних моделей редукції вимірів, визначені координати проміжних опорних зір і координати радіоджерел. Протягом 1984—1990 років за допомогою ПША, рефлекторів на г. Майданак, (Узбекистан) і Обсерваторії Санта-Анна (Таріха, Болівія), а також 50-см Шмідта Бюраканської астрофізичної обсерваторії АН Вірменії були одержані фотографічні знімки радіоджерел, проведена їхня обробка (С. П. Майор, О. М. Іжакевич, С. В. Калтигіна, І. В. Кулик, С. В. Шатохіна, В. В. Головна, Л. В. Майданюк).

Починаючи з 1980-х років ГАО брала участь у міжнародних і всесоюзних програмах і проєктах. Так, у 1982 році були закінчені роботи за Всесоюзною програмою СЕТЬ, запропонованою відділом космічної геодинаміки, проводились дослідження в рамках проєкту МЕРІТ з вивчення обертання Землі різними методами і засобами (1986—1988 рр.), КВАЗАР-КВО з координатно-часового забезпечення наукових і прикладних систем (1986—1995 рр.). За ініціативою відділу фізики планет була організована Всесоюзна спостережна програма «Планетний патруль СРСР» (1985—2000 рр.). Відділ фотографічної астрометрії виступив ініціатором комплексних програм спостережень ФОН, запропонованої в 1975 році І. Г. Колчинським і А. Б. Онегіною (1975—2000 рр., Фотографічний огляд неба на ширококутних астрографах для створення опорних координатних систем) і МЕГА (1986—1993 рр., Всесоюзна програма комплексного вивчення Головного меридіонального перерізу Галактики) [24]. Результатом міжнародної програми ФОН [12, 38, 40, 44, 48—

51] стали три версії каталогу положень, власних рухів і B -величин зір (FONAKV1.0, $02^\circ \dots 90^\circ$ (В. С. Кислюк); FONAKV 2.0, $02^\circ \dots 90^\circ$ (2012 р.); FONAKV 2.0, $56^\circ \dots 63^\circ$ (2012 р.) (А. І. Яценко); FONAKV3.0, Circumpolarzone $58^\circ \dots 90^\circ$ (2015 р.); FONAKV3.0(2016) (В. М. Андрук) [16, 33, 34, 42, 44, 47, 48]. Початок оцифрування пластинок за програмою ФОН в ГАО був ініційований Т. П. Сергєєвою. Оцифровані дані спостережень були отримані у Києві, Китабі (Узбекистан), Душанбе (Таджикистан), а також отримано дані цифрового архіву спостережень з 1.2-м телескопом Шмідта обсерваторії Балдоне Латвійського університету та дані оцифрованих в Таутербурзі (Німеччина) пластинок за спостереженнями з 2-м телескопом Шмідта. За результатами обробки сканів 500 пластинок, отриманих у Таутенбурзі, створено каталог екваторіальних координат та V -величин для 2 673 686 зір та галактик до $V \leq 20^m$ на середню епоху 1974.5 р. Каталог є фотометричним доповненням міжнародного проєкту ФОН (В. М. Андрук)

Відділи фундаментальної і фотографічної астрометрії також брали участь у виконанні і координації робіт за Всесоюзною програмою позиційних спостережень тіл Сонячної системи «Орбита» (1981—1990 рр.), наземному астрономічному забезпеченні космічної місії до Марса ФОБОС (1987—1989 рр.). При виконанні програми ФОБОС, крім супутників Марса, були отримані зображення зовнішніх супутників Юпітера, яскравість яких менша за 17^m , та супутників Урана [1, 2].

ГАО була активним організатором і виконавцем програми ІНВ (International Halley Watch) та її регіональної частини РАПРОГ (1986—1987 рр., Радянська програма спостережень комети Галлея), головною установою в СРСР із астрономічного забезпечення космічної місії ВЕГА до комети Галлея [31]. Метою програми «Наземні астрономічні спостереження комети Галлея» в 1983—1986 рр.) була організація і проведення систематичних і позиційних спостережень комети Галлея на астрономічних обсерваторіях СРСР, збір даних, їхній первинний аналіз і передача в оперативному режимі у Центри обробки для подальшого використання за проєктом ВЕГА. Ін-

формація, що отримувалася обсерваторіями, передавалася до центру збору даних ГАО. У процесі виконання роботи вирішено такі основні задачі: сформовано астрометричну мережу, розроблено і реалізовано програму робіт з астрономічного супроводження комети Галлея (1986 р.); складено інструкцію для позиційних спостережень комети (ГАО АН УРСР і ГАО АН СРСР); створено каталог додаткових опорних зір за траєкторією комети Галлея для періоду з вересня 1983 р. по жовтень 1985 р.

Фотографічні огляди неба стали основою для пошуку малих тіл Сонячної системи, зокрема астероїдів. На базі програми фотографічного огляду неба (ФОН) в ГАО НАНУ були отримані каталог 2292 астероїдів програми «ФОН-Київ», каталог 2728 астероїдів «ФОН-Китаб», каталог 2269 астероїдів «ФОН-Душанбе», каталог 1848 положень астероїдів в Балдоне (О. М. Їжакевич, С. В. Шатохіна у співпраці) [51, 52]. Створено каталог 1385 положень головних супутників Сатурна (S2—S9) за даними оцифрованих астроплатівок Об'єднаного цифрового архіву Української віртуальної обсерваторії. Виконано порівняння обчислених положень супутників з ефемеридними даними, результати якого підтвердили необхідність оцифрування архівних астроплатівок із супутниками для уточнення їхніх положень (В. М. Андрук, Л. К. Пакуляк, В. В. Головня, Г. О. Іванов, А. І. Яценко, С. В. Шатохіна, О. М. Їжакевич).

Серед тем, що успішно розроблялися в ГАО в 1950-ті роки — «Дослідження швидких змін рефракції в земній атмосфері» (І. Г. Колчинський). У 1956 році в ГАО вперше було виконано дослідження дрижань зображень зір. І. Г. Колчинський одним з перших став визначати характеристики флуктуацій рефракції як випадкового процесу, використовуючи при цьому методи автокореляційного аналізу. Цикл робіт з вивчення дрижань і мерехтін зображень зір в телескопах, виконаний в 1955—1975 роках під керівництвом І. Г. Колчинського на основі вимірювань «слідів» зір на фотоплатівках, став піонерським в астрометрії і отримав широке визнання. Отримані результати з вивчення аномалій астрономічної рефракції І. Г. Колчинський узагальнив в своїй

монографії «Оптична нестабільність земної атмосфери за спостереженнями зір» [17].

4.2. Позиційна астрометрія. Роботи з позиційної астрометрії, започатковані в ГАО К. О. Королем і В. В. Коніним, були продовжені А. С. Харіним. Ним були створені каталоги за програмою зеніт-телескопів, отримано біля 850 визначень схилень Сонця і великих планет. У 1995 році з використанням бази даних об'єктів в ІЧ-діапазоні і пакету програм ГАО створено каталог положень ІЧ-джерел IRKF-5. Значна увага приділялася детальному дослідженню меридіанних інструментів — визначенню неправильності цапф, прогином («гнуття»), що особливо впливають на визначення схилень, усуненню неточності нанесення поділок на відліках кругів та ін. Проводилася модернізація вертикального круга Ваншаффа і дослідження похибок поділок його лімба (М. Ф. Міняйло). Спільно з Астрономічною обсерваторією Київського університету ім. Т. Г. Шевченка був виготовлений та розміщений на території ГАО меридіанний аксіальний круг (1986 р., конструктор К. Ю. Скорик). На телескопі, оснащеному сучасною ПЗЗ-камерою, у 2001—2015 рр. були виконані програми зі спостереження зірок у ділянках з радіоджерелами — об'єктами ICRF та екваторіальний астрометричний огляд неба. Так, у 2001—2003 роках на МАК (ПЗЗ-камера з матрицею ISD017AP) проводилися спостереження зір у площадках з радіоджерелами — об'єктами ICRF з метою створення опорного астрометричного каталогу зірок до $V = 17^m$ у напрямку на позагалактичні радіоджерела (П. Лазоренко, В. Карбівський, Л. Свачій та ін.) [45]. Програма включала 192 позагалактичних радіоджерела, рівномірно розміщених у зоні схилень $0^\circ \dots +30^\circ$. Отриманий астрометричний каталог має дві версії: перша версія КМАС1 містить 104796 зірок у 159 полях, друга версія КМАС2 містить 115032 зірки у 192 полях. Встановлення нової ПЗЗ-камери, впровадження нового програмного забезпечення дало можливість продовжити довготермінову програму спостережень зірок на МАК. В результаті спостережень екваторіальної зони неба з 4-кратним перекриттям сканів було отримано астрометричний каталог КМАС3 положень та V -величин зір до 17^m в зоні схилень

$\delta = +2^\circ \dots +5.5^\circ$ [13]. Створення вказаних каталогів є важливою задачею, актуальність якої зберігалася до отримання нових каталогів за допомогою космічних місій, зокрема GAIA.

Епоха космічної астрометрії кардинально змінила підходи до астрометричних досліджень. Точність сучасних астрометричних спостережень стрімко зросла завдяки модернізації інструментів, вдосконаленню методики спостережень та їхньої обробки. Розроблено методику надточних астрометричних спостережень на телескопах з великою апертурою. Проводяться астрометричні спостереження та пошук екзопланет навколо холодних карликів. Так, із використанням камери FORS2, встановленої на 8-м телескопі VLT (Very Large Telescope) Європейської південної обсерваторії, було досягнуто точності визначення положень, власних рухів і паралаксів зір $17 \dots 20''$. Виконано астрометричну обробку архівних спостережень бінарної системи коричневих карликів WISE J104915.57 — 531906.1AB (LUN 16), отриманих за допомогою великих наземних телескопів FORS2/VLT і Gemini/GeMS, Космічного телескопа імені Габбла та знайдених у базі фотопластинок Європейської південної обсерваторії (П. Ф. Лазоренко). Поєднання цих спостережень і використання Gaia DR2 як астрометричного опорного поля дало змогу визначити абсолютний паралакс названої системи, елементи орбіти та масу компонентів системи. Це визначення динамічних мас є найточнішим для коричневих карликів і не поступається відомим у світі результатам для подвійних зір інших типів [46].

5. ВИСНОВКИ

Розглянуто становлення і трансформацію астрометричних досліджень в ГАО НАН України в контексті виділених нами наукових шкіл.

Традиції наукової школи з фундаментальної астрономії, позиційної астрометрії та глобальної геодинаміки академіка Олександра Яковича Орлова продовжуються завдяки впровадженню нових підходів, можливостям публічного доступу

до даних, отриманих космічними телескопами (HIPPARCOS, GAIA та ін.) та участі у спостережних програмах на нових потужних наземних телескопах, розбудованих іншими країнами світу. Стрімкий технологічний розвиток астрономічного приладобудування, приймальної широкосмугової апаратури та застосування нових теоретичних методів і програмних забезпечень обробки даних забезпечили високу точність визначення астрометричних параметрів небесних об'єктів, зокрема положень і власних рухів зір у нашій Галактиці, безпрецедентного за точністю визначення параметрів обертання Землі тощо.

Наукові напрями І. Г. Колчинського, А. Б. Онєгіної, А. С. Харіна з фотографічної та позиційної астрометрії набули подальшого розвитку завдяки впровадженню нових інформаційних технологій. Значна роль в цьому належить створеній у 2011 році Українській віртуальній обсерваторії (УкрВО). Можливість оцифрування астроплатівок дала поштовх до продовження роботи над рядом програм, зокрема, Фотографічним оглядом неба (програма ФОН), створення ряду каталогів положень планет, їхніх супутників, астероїдів.

Наукова школа з фундаментальної астрономії та селенодезії члена-кореспондента, професора Авеніра Олександровича Яковкіна в частині селенодезичних астрометричних досліджень припинила своє існування, але подальший розвиток школи пов'язаний з фотографічною астрометрією. [6].

Академічні дерева наукових шкіл з астрометрії представлено на сайті ГАО (<https://www.mao.kiev.ua/index.php/ua/sci-sch-astrometry-geodin>). За критерій виділення школи прийнято захищені дисертації співробітниками ГАО або під їхнім керівництвом.

Автор висловлює подяку академіку НАН України Я. С. Яцківу за постановку задачі, проф. І. Б. Вавиловій, кандидату фізико-математичних наук С. В. Шатохіній за корисні поради і обговорення матеріалів статті.

ЛІТЕРАТУРА

1. 50 років Головної астрономічної обсерваторії. Ред. Яцків Я. С. Київ: Академперіодика, 1994. 320 с.
2. 60 років Головної астрономічної обсерваторії НАН України. Ред. Яцків Я. С. К.: Академперіодика, 2004. 349 с. ISBN 966-8002-90-3
3. Болотін С. Л., Литвин С. О. Порівняння об'єднаних каталогів RSC (GAOUA) 05 CO3 та RSC (Pul)06 CO2 з реалізацією МНСВ (ICRF). *Кинематика и физика небес. тел.* 2010. **26**, № 1. С. 31—38.
4. Болотін С. Л., Молотай О. А, Тельнюк-Адамчук В. В. та ін. Про узгодженість системи відліку реалізованої каталогом RSC (GAOUA) 97C01 з міжнародною небесною системою відліку ICRF. К.: ГАО НАН України, 1998, 39 с. (Препринт ГАО-98-24).
5. Вавилова І. Б. Наукові астрономічні школи України ХХ ст. І. Умови формування та ідентифікація. *Наука і наукознавство*. 2005. № 4. Додаток. С. 67—75.
6. Вавилова І. Б., Артеменко Т. Г. Наукові школи ГАО НАН України. *Зачаровані Голосіївським небом*. За ред. І. Б. Вавилової, Л. М. Свачій. Київ: ГАО НАН України, 2024. С. 311—377. ISBN 978-617-14-0353-6.
7. Гаврилов І. В. *Фигура и размеры Луны по астрономическим наблюдениям*. Киев: Наук. думка, 1969. 150 с.
8. Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України: від ідеї створення до міжнародного визнання. За ред. Я. С. Яцківа. Київ: Наук. думка, 2018. 376 с.
9. Дума Д. П. Проблема построения и ориентации координатных систем в космическом пространстве. *50 років Головної астрономічної обсерваторії*. К., 1994. С. 82—99.
10. Дума Д. П., Майор С. П. Створення бази положень тіл Сонячної системи і розробка методичних основ для дослідження обертання координатних систем у космічному просторі: звіт про НДР. К., 2000. 40 с.
11. Євген Павлович Федоров: нариси та спогади про вченого. Відп. ред. Я. С. Яцків. К.: Наук. думка, 2009. 246 с. ISBN 978-966-00-0892-9
12. Їжакевич О. М., Андрук В. М., Пакуляк Л. К. Фотографічні спостереження великих планет та їх супутників у ГАО НАН України в 1961—1990 роках. *Вісник Астрон. обсерваторії Київ. ун-ту ім. Т. Шевченка. Сер. Астрономія*. 2017. 1, № 55. С. 9—12.
13. Карбовський В. Л., Лазоренко П. Ф., Свачій Л. М. Програми спостережень на МАК у 2001—2015 рр. та їх результати. *Вісник Астрон. обсерваторії Київ. ун-ту ім. Т. Шевченка. Сер. Астрономія*. 2017. № 55. С. 17—19.
14. Кислюк В. С., Гаврилов І. В. Гипсометрические уровни поверхности Луны. *Астрон. вестн.* 1968. **7**, № 2. С. 72—80.
15. Кислюк В. С., Шкуратов Ю. Г., Яцків Я. С. Космічні дослідження Місяця: задачі, можливості і перспективи української науки і техніки. *Космічна наука і технологія*. 1996. **2**, № 1-2. С. 3—14.
16. Кислюк В. С., Яценко А. І., Іванов Г. А. и др. ФОНАК: астрографический каталог программы ФОН. *Кинематика и физика небес. тел.* 2000. **16**, № 6. С. 483—496.
17. Колчинский И. Г. Как начиналась фотографическая астрометрия в ГАО НАН Украины. *50 років Головної астрономічної обсерваторії*. К., 1994. С. 275—279.
18. Конин В. В., Король А. К. Каталог склонений 588 звезд ФКСЗ в системе FK3, полученный из наблюдений на ВК в 1952—1953 гг. *Изв. Глав. астрон. обсерватории АН УССР*. 1957. **2**, вып. 1. С. 3—72.
19. Король А. К. Каталог склонений 67 звезд, входящих в программу Полтавского зенит-телескопа. *Изв. ГАО АН УССР*. 1958. **2**, вып. № 2. С. 3—22.
20. Король А. К. *Склонения слабых и ярких фундаментальных звезд в единой системе*: Монография. К: Наук. думка, 1969. 234 с.
21. Курьянова А. Н., Положенцев Д. Д., Яцків Я. С. О составлении ПФКСЗ-2. *Астрометрия и астрофизика*. 1974. Вып. 24. С. 12—25.
22. Онегина А. Б., Заславская С. А. Положения малых планет, полученные в ГАО АН УССР с 400-мм астрографом. *Бюл. Ин-та теор. астрономии*. 1970. **12**, № 5(138). С. 434—435.
23. Рыбка С. П., Яценко А. И. GPM — сводный каталог абсолютных собственных движений звезд в избранных площадках неба с галактиками. *Кинематика и физика небес. тел.* 1997. **13**, № 5. С. 70—74.
24. Харченко Н. В. Программа изучения кинематики звезд в главном меридиональном сечении Галактики. *Астрометрия и астрофизика*. 1983. Вып. 49. С. 61—65.
25. Яковкин А. А. Состояние проблемы о физической либрации Луны и пути ее дальнейшего развития. *Фигура и движение Луны*. Киев: Наук. думка, 1965. С. 5—8.
26. Яковкін А. О, Дума Д. П. Орієнтація фундаментальних каталогів із спостережень Місяця. *Доп. АН УРСР*. 1963. № 6. С. 761—764.
27. Яцків Я. С. О состоянии и тенденциях развития астрометрических исследований. I. *Астрометрия и астрофизика*. 1983. Вып. 49. С. 3—9.

28. Яцкив Я. С. О состоянии и тенденциях развития астрометрических исследований. II. *Астрометрия и астрофизика*. 1984. Вып. 50. С. 56—59.
29. Яцкив Я. С. Нутация: этапы решения проблемы и ее современное состояние. *Євген Павлович Федоров: нариси та спогади про вченого*. Київ: Наук. думка, 2009. С. 41—61. ISBN 978-966-00-0892-9.
30. Яцкив Я. С., Губанов В. С. Об основных координатных системах, применяемых в астрометрии и геодинимике. *Геодинимика и астрометрия: основания, методы, результаты*: сб. ст., посвящ. 100-летию со дня рождения А. Я. Орлова. К.: Наук. думка, 1980. С. 110—119.
31. Яцкив Я. С. Разработка методики и аппаратуры наземных наблюдений кометы Галлея с целью обеспечения потребности космической миссии ВЕГА: отчет по теме, К., 1985, 40 с.
32. Яцків Я. С., Корсунь А. О., Вавилова І. Б. О. Я. Орлов та його астрогодинимічна наукова школа. *Кинематика и физика небес. тел.* 2005. **21**, № 6. С. 403—413.
33. Andruk V. M., Pakuliak L. K., Golovnia V. V. et al. Catalog of positions and B-magnitudes of stars in the circumpolar region of Northern Sky Survey (FON) project. *Odessa Astron. Publ.* 2015. **28**, No. 2. P. 192—195.
34. Andruk V. M., Pakuliak L. K., Golovnia V. V., et al. Catalog of equatorial coordinates and B-magnitudes of stars of the FON project. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 2016. **32**(5). P. 260—263.
35. Artemenko T. G. Astrometric Research in Ukraine at the XIX — Beginning of XX Centuries. *Odessa Astron. Publ.* 2021. **34**. P. 5—10. DOI: 10.18524/1810-4215.2021.34.244339
36. Artemenko T. G. The Catalog of Faint Stars as an astrometric international project and the participation of observatories of Ukraine in its implementation. *Space Sci. and Technol.* 2024. **30**(5). P. 96—119. DOI: 10.15407/knit2024.05.096
37. Fedorov E. P., Korsun A. A., Major S. P., et al. New determination of the polar motion from 1890 to 1969. *Proc. IAU Symp. No. 48 "Rotation of the Earth"* (Marioka, Japan, May 9—15, 1971). Dordrecht, 1972. P. 12—13.
38. Ishchenko M. V., Berczik P., Kharchenko N. V. Dynamical evolution modeling of the Collinder 135 & UBC 7 binary star cluster "The Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool": Proc. of the Virtual Meeting, originally planned for Chamonix, France, Nov. 8—12, 2021. Ed. by D. Bisikalo et al. *Proc. IAU Symp.* 2023. **362**. P. 128—133. 2023IAUS. 362. 128I.
39. Kharchenko N. V. The General Catalogue of Stellar proper motion with respect to galaxies with astrophysics supplement. *Inertial coordinate system on the sky: Proc. IAU Symp.* 1990. No. 141. P. 431—432.
40. Kharchenko N. V., Yatsenko A. I., Rybka S. P., et al. Some results of the determination of star proper motions, related to the galaxies, made on the astrograph of the Main Astronomical Observatory of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR in Goloseevo (near Kiev). *Publs de l'Observatoire Astronomique de Beograd*. 1990. No. 40. P. 19—29.
41. Kislyuk V. S., Rybka S. P., Yatsenko A. I., et al. Contribution of the Main Astronomical Observatory of the Ukrainian Academy of Sciences to the link of the HIPPARCOS and extragalactic reference frames. *Proc. ESA Symp. "HIPPARCOS-Venice 97"* (May 13—16, 1997, Venice, Italy). ESA SP-402. Noordwijk: ESA Publ., 1997. P. 61—62.
42. Kislyuk V. S., Yatsenko A. I. From the FON Project to the FONAC Catalogue. *"Astronomy in Ukraine — Past, Present and Future (MAO-2004)"* (July 15—17, Kiev, Ukraine). Abstr. Book. 2004. P. 32.
43. Kizyun L. N., Safronov Yu. I., Duma D. P. *Orientation of FK4 system from meridian observation of planets. Reference coordinate systems for Earth dynamics*. Dordrecht, 1981. 86 p.
44. Kolchinskij I. G., Gavrilov I. V., Onegina A. B. Plan of sky coverage by using wide-angle astrographs. *"Modern Astrometry"*: *IAU Coll. No. 48*. Vienna: Publ. Univ. Observ., 1979. P. 479—481.
45. Lazorenko P., Babenko Yu., Karbovsky V., et al. The Kyiv Meridian Axial Circle catalogue of stars in fields with extragalactic radio sources. *Astron. and Astrophys.* 2005. **438**. P. 377—389. <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20042573>.
46. Lazorenko P. F., Sahlmann J., Mayor M., et al. Differential image motion in astrometric observations with very large seeing-limited telescopes. *Astron. and Astrophys.* 2024. **689A**. P. A94 (17 p.).
47. Muminov M. M., Yuldoshev O. X., Ehgamberdiev Sh. A., et al. Astrometry and photometry of the digitized photographic plates of the Kitab Photographic Sky Survey. *Results of processing of digitized astronomical photographic plates*. Comp. by V. Andruk. Riga: LAMBERT Acad. Publ., 2018. P. 53—56. ISBN-10:6139830346EAN: 9786139830343.
48. Pakulyak L., Andruk V., Golovnya V., et al. FON: from start to finish. *Odessa Astron. Publ.* 2016. **29**. P. 132—135.
49. Rybka S. P., Yatsenko A. I. GPM1 — a catalog of absolute proper motions of stars with respect to galaxies. *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.* 1997. **121**, No. 2. P. 243—246.
50. Rybka S. P., Yatsenko A. I. The GPM catalog (Rybka+, 1997—2001). Vizier On-line Data Catalog: I/285 (Originally publ. in: *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 1997. 13, No. 5. P. 70—74).
51. Shatokhina S. V., Relke H., Yuldoshev Q., et al. Vizier Online Data Catalog: 2728 asteroid positions (Kitab obs.) (Shatokhina+, 2018), Vizier Online Data Catalog: J/other/OAP/31. 235. <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR-2>

52. Shatokhina S. V., Relke H., Yuldoshev Q., et al. Catalog of asteroid positions and B-values from digitized photographic observations of the Northern Sky Survey (Kitab part). URL: <http://gua.db.ukr-vo.org/starcatalogs.php?whc=kitab-aster-2020> (дата звернення 15.01.2025).
53. Shkuratov Y. G., Konovalenko A. A., Zakharenko V. V., et al. A twofold mission to the moon: Objectives and payloads. *Acta Astronautica*. 2019. **154**. P. 214—226. DOI: 10.1016/j.actaastro.2018.03.038
54. Shkuratov Yu. G., Lytvynenko L. M., Shulga V. M., Yatskiv Ya. S., Vidmachenko A. P., Kislyuk V. S. Objectives of a prospective Ukrainian orbiter mission to the Moon. *Adv. Space Res.* 2003. **31**, No. 11. P. 2341—2345. DOI: 10.1016/S0273-1177(03)00534-9
55. Vavilova I. B., Artemenko T. G., Pakuliak L. K. Biographical index “Astronomers of Ukraine” at the UkrVO portal. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 2014. **30**(1). P. 46—52. <https://doi.org/10.3103/S0884591314010073>
56. Vavilova I. B., Kislyuk V. S., Yakovkin Avenir Aleksandrovich. *Biographical Encyclopedia of Astronomers*. New York: Springer, 2014. P. 2393—2397. DOI: 10.1007/978-1-4419-9917-7_9422. ISBN: 978-1-4419-9917-7.
57. Vavilova I., Pakuliak L., Babyk I., et al. Surveys, Catalogues, Databases, and Archives of Astronomical Data. *Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation*. 2020. P. 57—102. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819154-5.00015-1>
58. Vavilova I. B., Pakuliak L. K., Protsyuk Yu. I. Ukrainian Virtual Observatory (UkrVO). The goals, structure, and tasks. *Kosmichna Nauka i Tekhnologiya*. 2010. **16**, No. 5. P. 62—70.
59. Yatsenko A. I., Rybka S. P., Scholz R. The connection of the HIPPARCOS reference system to extragalactic objects by photographic astrometry. *Astron. Nachr.* 1987. **308**, No. 5. P. 319—322. <https://doi.org/10.1002/asna.2113080507>

REFERENCES

1. *50 years of Main Astronomical Observatory* (1994). Ed. Ya. S. Yatskiv. Kyiv: Akademperiodyka, 320 p. (in Russian).
2. *60 years of Main Astronomical Observatory* (2004). Ed. Ya. S. Yatskiv. Kyiv, Akademperiodyka, 349 p. (in Ukrainian).
3. Bolotin S. L., Lytvyn S. O. (2010). Comparison of the combined catalogues RSC(GAOUA)05 C 03 and RSC(PUL)06 C 02 with the current realization of the International Celestial Reference Frame (ICRF). *Kinematics and Phys. Celestial Bodies*, 26 (1), 31—38 (in Ukrainian).
4. Bolotin S. L., Molotaj O. A., Tel'nyuk-Adamchuk V. V. (1998). On the consistency of the International Celestial Reference Frame and reference frame realized by the SC (GAOUA) 97C01 catalogue. K., GAO, 39 p. (Preprint GAO-98-24 NAN Ukrainy) (In Ukrainian).
5. Vavilova I. B. (2005). Scientific astronomical schools of Ukraine XX century: conditions of formation and identification. *Nauka i naukoznavstvo*, No. 4, 67—75.
6. Vavilova I. B., Artemenko T. G. (2024). Scientific schools of MAO NAS of Ukraine. *Enchanted by the Holosiiv sky. Historical and biographical edition*. Eds I. B Vavilova, L. M. Svachiy. Kyiv: MAO NAS of Ukraine, 311—377. ISBN 978-617-14-0353-6.
7. Gavrilov I. V. (1969). *Figure and size of the Moon on astronomical observations*. Kyiv: Naukova Dumka, 150 p.
8. Main Astronomical Observatory National Academy of Science of Ukraine: from idea of creation to international recognition (2018). Ed. Ya. S. Yatskiv. Kyiv: Naukova Dumka, 376 p.
9. Duma D. P. (1994). Problem of formation and orientation of coordinate systems in space. *50 years of the Main Astronomical Observatory*. Kyiv, 82—99.
10. Duma D. P. (2000). Creation of the base of Solar system bodies' positions and development of methodical background for investigations of rotation of coordinate systems in the space: Report on NDR. Kyiv, 40 p.
11. Yevgen Pavlovich Fedorov: essays and memories about the scientist (2009). Ed. Ya. S. Yatskiv. K.: Naukova Dumka, 246 p. ISBN 978-966-00-0892-9.
12. Yizhakevych O. M., Andruk V. M., Pakulyak L. K. (2017). Photographical observations of the large planets and it's satellites in MAO NAS of Ukraine in 1961—1990 years. *Visnyk Astronomicheskoy observatorii Kievskogo universiteta. Ser. "Astronomiya"*, **1**(55), 9—12.
13. Karbovsky V. L., Lazorenko P. F., Svachij L. M. (2017). Programs of the observations on MAC in 2001—2015 years and their results. *Visnyk Astronomicheskoy observatorii Kievskogo universiteta. Ser. "Astronomiya"*, **1**(55), 17—19.
14. Kislyuk V. S., Gavrilov I. V. (1968). Hypsometric levels of the Moon's surface. *Astron. Vestnik*, **7** (2), 72—80.
15. Kislyuk V. S., Shkuratov Yu. G., Yatskiv Ya. S. (1996). Exploration of the Moon from space: tasks, potentialities, and prospects of the Ukrainian science and engineering. *Kosm. nauka tehnol.*, 2 (1-2), 3—16 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/knit1996.01.003>
16. Kislyuk V. S., Yatsenko A. I., Ivanov G. A. (2000). FONAC: the Astrographic catalogue of the FON project). *Kinemat. fiz. nebesnyh tel*, **16**(6), 483—496 (In Ukrainian).

17. Kolchinskii I. G. (1994). How photographic astrometry began in MAO NAN of Ukraine. *50 years of Main Astronomical Observatory*. Kyiv, 275—279 (in Russian).
18. Konin V. V., Korol A. K. (1957). Catalog of declination of 588 FKSZ stars in FK3 system from observations on Vertical Circle at 1952—1953. *Izvestia Glavnoy astronomicheskoy observatorii AN USSR*, **2**(1), 3—72 (in Russian).
19. Korol A. K. (1958). Catalog of declination of 67 stars of Poltava zenith-telescope program. *Izvestiya Glavnoy astronomicheskoy observatorii AN USSR*, **2** (2), 3—22.
20. Korol A. K. (1969). *Declinations of the faint and bright fundamental stars in a sinle system*. Monorgaphy. K: Nauk. dumka, 234 p. (in Russian).
21. Kyr'yanova A. N., Polozhentsev, Yatskiv Ya. S. (1974). About compilation PFKSZ-2. *Astrometrija i astrofizika*, Issue 24, 12—25.
22. Onegina A. B., Zaslavskaya S. A. (1970). Positions of minor planets obtained at the Main Astronomical Observatory of the Ukrainian SSR with the 400-mm photographic telescope. *Byull. Inst. Teor. Astron.*, **12**, 434—435.
23. Rybka S. P., Yatsenko A. I. (1997). GPM — compiled catalogue of absolute proper motions of stars in selected fields of sky with galaxies. *Kinemat. fiz. nebesnyh tel*, **13**(5), 70—74.
24. Kharchenko N. V. (1983). Program of investigation of kinematics of stars in the Main Meridional Section of the Galaxy. *Astrometriia i Astrofizika*, Issue 49, 61—65 (In Russian).
25. Yakovkin A. A., Duma D. P. (1963). Orientation of fundamental catalogues from observation of the Moon. *Dopovidi AN URSR*, No. 6, 761—764 (InUkrainian).
26. Yakovkin A. A. (1965). *State of the problem on the physical libration of the Moon and ways of it further development*. Kyiv: Nauk. dumka, 5—8 (In Russian).
27. Yatskiv Ya. S. (1983). On the current state and future development of astrometry. I. *Astrometriia i Astrofizika*, Issue 49, 3—9 (In Russian).
28. Yatskiv Ya. S. (1984). On the current state and future development of astrometry. II. *Astrometriia i Astrofizika*, Issue 50, 56—59 (In Russian).
29. Yatskiv Ya. S. (2009). Nutation: stages of problem solving and its current state. *Yevgen Pavlovich Fedorov: essays and memories about the scientist*. Ed. Ya. S. Yatskiv. K.: Naukova Dumka, 2009. 41—61. ISBN 978-966-00-0892-9.
30. Yatskiv Ya. S., Gubanov V. S. (1980). On basic coordinate systems used in astrometry and geodynamics. *Geodynamika i astrometiya: sbornik statey*. Kiev: Nauk. dumka, 110—120 (In Russian).
31. Yatskiv Ya. S. (1985). Development of methodology and equipment ground-based observations Halley's Comet in order to meet the needs of the VEGA space mission: Report on the theme. Kyiv, 40 p. (In Russian).
32. Yatskiv Ya. S., Korsun' A. O., Vavilova I. B. (2005). O. Ya. Orlov and his astrogeodynamical scientific school. *Kinemat. fiz. nebesnyh tel*, **21**(6), 403—413.
33. Andruk V. M., Pakuliak L. K., Golovnia V. V., et al. (2015). Catalog of positions and B-magnitudes of stars in the circumpolar region of Northern Sky Survey (FON) project. *Odessa Astron. Publ.*, **28**, No. 2, 192—195.
34. Andruk V. M., Pakuliak L. K., Golovnia V. V., et al. (2016). Catalog of equatorial coordinates and B-magnitudes of stars of the FON project. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, **32**, No. 5, 260—263.
35. Artemenko T. G. (2021). Astrometric Research in Ukraine at the XIX — Beginning of XX Centuries. *Odessa Astron. Publ.*, **34**, 5—10. DOI: 10.18524/1810-4215.2021.34.244339
36. Artemenko T. G. (2024). The Catalog of Faint Stars as an astrometric international project and the participation of observatories of Ukraine in its implementation. *Space Sci. and Technol.*, **30**(5), 96—119. DOI: 10.15407/knit2024.05.096
37. Fedorov E. P., Korsun A. A., Major S. P. et al. (1972). New determination of the polar motion from 1890 to 1969. *Proc. IAU Symp. No. 48 "Rotation of the Earth"* (Marioka, Japan, May 9—15, 1971). Dordrecht, 12—13.
38. Ishchenko M. V., Berczik P., Kharchenko N. V. (2023). Dynamical evolution modeling of the Collinder 135 & UBC 7 binary star cluster "The Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool": Proc. of the Virtual Meeting, originally planned for Chamonix (France, Nov. 8—12, 2021). Ed. by D. Bisikalo et al. *Proc. IAU Symp.*, **362**, 128—133. 2023IAUS..362..128I
39. Kharchenko N. V. (1990). The General Catalogue of Stellar proper motion with respect to galaxies with astrophysics supplement. *Inertial coordinate system on the sky: Proc. IAU Symp.* No. 141, 431—432.
40. Kharchenko N. V., Yatsenko A. I., Rybka S. P., et al. (1990). Some results of the determination of star proper motions, related to the galaxies, made on the astrograph of the Main Astronomical Observatory of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR in Goloseevo (near Kiev). *Publs de l'Observatoire Astronomique de Beograd*, No. 40, 19—29.
41. Kislyuk V. S., Rybka S. P., Yatsenko A. I., et al. (1997). Contriburion of the Main Astronomical Observatory of the Ukrainian Academy of Sciences to the link of the HIPPARCOS and extragalactic reference frames. *Proc. ESA Symp. "HIPPARCOS-Venice 97"* (May 13—16, 1997, Venice, Italy). ESA SP-402. Noordwijk: ESA Publ., 61—62.

42. Kislyuk V. S., Yatsenko A. I. (2004). From the FON Project to the FONAC Catalogue. *Astronomy in Ukraine — Past, Present and Future* (MAO-2004). Kiev, Abstr. Book, 32.
43. Kizyun L. N., Safronov Yu. I., Duma D. P. (1981). Orientation of FK4 system from meridian observation of planets. *Reference coordinate systems for Earth dynamics*. Dordrecht, 86 p.
44. Kolchinskij I. G., Gavrilov I. V., Onegina A. B. (1979). Plan of sky coverage by using wide-angle astrographs. “Modern Astrometry”: *IAU Coll. No. 48*. Vienna: Publ. Univ. Observ., 479—481.
45. Lazorenko P., Babenko Yu., Karbovsky V., et al. (2005). The Kyiv Meridian Axial Circle catalogue of stars in fields with extragalactic radio sources. *Astron. and Astrophys.*, **438**, 377—389. <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20042573>.
46. Lazorenko P. F., Sahlmann J., Mayor M., et al. (2024). Differential image motion in astrometric observations with very large seeing- limited telescopes. *Astron. and Astrophys.*, **689A**, A94 (17 p.).
47. Muminov M. M., Yuldoshev O. X., Ehgamberdiev Sh. A., et al. (2018). Astrometry and photometry of the digitized photographic plates of the Kitab Photographic Sky Survey. *Results of processing of digitized astronomical photographic plates*. Comp. by V. Andruk. Riga: LAMBERT Acad. Publ., 53—56. ISBN-10:6139830346EAN: 9786139830343.
48. Pakulyak L., Andruk V., Golovnya V., et al. (2016). FON: from start to finish. *Odessa Astron. Publ.*, **29**, 132—135.
49. Rybka S. P., Yatsenko A. I. (1997). GPM1 — a catalog of absolute proper motions of stars with respect to galaxies. *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, **121**, No. 2, 243—246.
50. Rybka S. P., Yatsenko A. I. (1997). The GPM catalog (Rybka+, 1997—2001). VizieR On-line Data Catalog: I/285 (Originally publ. in: *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, 13, No. 5, 70—74).
51. Shatokhina S. V., Relke H., Yuldoshev Q., et al. VizieR Online Data Catalog: 2728 asteroid positions (Kitab obs.) (Shatokhina+, 2018), VizieR Online Data Catalog: J/other/OAP/31.235. <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR-2>.
52. Shatokhina S. V., Relke H., Yuldoshev Q., et al. (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>.
53. Shkuratov Y. G., Konovalenko A. A., Zakharenko V. V., et al. (2019). A twofold mission to the moon: Objectives and payloads. *Acta Astronautica*, **154**, 214—226. DOI: 10. 1016/j. actaastro. 2018. 03. 038
54. Shkuratov Yu. G., Lytvynenko L. M., Shulga V. M., Yatskiv Ya. S., Vidmachenko A. P., Kislyuk V. S. (2003). Objectives of a prospective Ukrainian orbiter mission to the Moon. *Adv. Space Res.*, **31**, Issue 11, 2341—2345. DOI: 10. 1016/S0273-1177(03)00534-9
55. Vavilova I. B., Artemenko T. G., Pakuliak L. K. (2014). Biographical index “Astronomers of Ukraine” at the UkrVO portal. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, **30**(1), 46—52. <https://doi.org/10.3103/S0884591314010073>
56. Vavilova I. B., Kislyuk V. S. (2014). Yakovkin Avenir Aleksandrovich. *Biographical Encyclopedia of Astronomers*. New York: Springer, 2393—2397. DOI: 10.1007/978-1-4419-9917-7_9422. ISBN: 978-1-4419-9917-7.
57. Vavilova I., Pakuliak L., Babyk I., et al. (2020). Surveys, Catalogues, Databases, and Archives of Astronomical Data. *Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation*, 57—102. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819154-5.00015-1>
58. Vavilova I. B., Pakuliak L. K., Protsyuk Yu. I. (2010). Ukrainian Virtual Observatory (UkrVO). The goals, structure, and tasks. *Kosmichna Nauka i Tekhnologiya*, **16**, No. 5, 62—70.
59. Yatsenko A. I., Rybka S. P., Scholz R. (1987). The connection of the HIPPARCOS reference system to extragalactic objects by photographic astrometry. *Astron. Nachr.*, **308**, No. 5, 319—322. <https://doi.org/10.1002/asna.2113080507>

Стаття надійшла до редакції 15.01.2025

Після доопрацювання 03.02.2025

Прийнято до друку 03.02.2025

Received 15.01.2025

Revised 03.02.2025

Accepted 03.02.2025

T. G. Artemenko, Research fellow

E-mail: t.g.artemenko@ukr.net

Main astronomical observatory of the NAS of Ukraine

27, Akademik Zabolotnyj Str., Kyiv, 03143 Ukraine

ORIGINS AND TRANSFORMATION OF SCIENTIFIC ASTROMETRIC RESEARCH:

MAIN ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF THE NAS OF UKRAINE

The paper aims to highlight the formation and progress of the astrometric schools of the National Academy of Sciences of Ukraine — the scientific school of fundamental astronomy, positional astrometry, and global geodynamics of Academician Oleksandr Yakovych Orlov, the Scientific School of fundamental astronomy and selenodesy of the Corresponding member of the Academy of Science professor Avenir Oleksandrovych Yakovkin and the scientific direction of I. G. Kolchinsky, A. B. Onegina, and A. S. Kharin on photographic and positional astrometry.

The main directions of research of the scientific school in fundamental astronomy, positional astrometry, and global geodynamics are the next: the creation of catalogs of faint stars, stars of the latitudinal program, radio sources, mathematical methods of researching the change of latitudes, and the movement of the Earth's poles, fundamental astronomy (study of astronomical constants), application of the movement of the poles and irregularities of the Earth's rotation (laser ranging of the artificial satellites of the Earth, VLBI-observations, GNSS-observations). Introducing new observational methods and tools contributes to the further development of the school and the preservation of its scientific traditions.

The purview of the scientific school of fundamental astronomy and selenodesy concerns the first astrometric mapping of the Moon's surfacedetails using data from orbital satellites, as well as the study of stellar dynamics, kinematics and structure of the Galaxy.

The research findings in photographic and positional astrometry are analyzed. The role of the Ukrainian Virtual Observatory (UkrVO) in the current development of the scientific direction is indicated based on the possibility of digitizing astronomical photographic negatives obtained in the frameworks of vast photographic surveys of the sky, in particular, the FON/FONAK project. Re-reduction of past observational data in up-to-date reference frames allowed the initiating of the search for asteroids, their earlier positions and precoveries, as well as the reworking of earlier observations of large planets and small bodies of the Solar System.

Keywords: astrometry, scientific school, selenodesy, space research.