

## 175 РОКІВ АСТРОНОМІЧНІЙ ОБСЕРВАТОРІЇ КИЇВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

У 2020 р. Астрономічна обсерваторія відзначає своє 175-річчя. Першим директором обсерваторії був учень засновника Пулковської обсерваторії, академіка В.Я. Струве Василь Федорович Федоров. Під його керівництвом вибрано місце для обсерваторії, розроблено проєкт (архітектор В. Беретті), побудовано головний корпус, замовлено основні астрономічні інструменти обсерваторії. Також він підготував і читав основні курси з астрономії і геодезії для студентів університету. Після нього в університеті посаду професора астрономії та директора Астрономічної обсерваторії займали відомі астрономи А.П. Шидловський, М.Ф. Хандриков, Р.П. Фогель, С.Д. Чорний. Головним напрямом наукових досліджень із часу заснування обсерваторії до 40-х рр. ХХ ст. були астрометрія і теоретична астрономія. Із приходом у Київський університет 1939 р. вже широко відомого астронома С.К. Всехсвятського, разом з існуючими науковими напрямами, розпочалися астрофізичні дослідження. Він започаткував в університеті вивчення малих тіл сонячної системи, фізики Сонця і сонячної активності, астрофізики, теорії відносності. До найважливіших наукових здобутків астрономів університету належать роботи з визначення орбіт небесних тіл, меридіанні спостереження зірок для створення та підтримки небесної системи координат, численні спостереження сонячних затемнень, у результаті яких створено концепцію динамічної сонячної корони, а також спостереження кометних та метеорних явищ і створення їх моделей, застосування загальної теорії відносності в астрономії, розробка теорії гравітаційного лінзування, відкриття комет та участь у міжнародному науковому проєкті Європейського космічного агентства "Rosetta" з досліджень комети Чурюмова – Герасименко.

**Ключові слова:** меридіанне коло, рефрактор, сонячне затемнення, сонячна корона, комети, метеори, теорія відносності, гравітаційне лінзування, іоносфера.

У 2020 р. Астрономічній обсерваторії виповнюється 175 років (рис. 1). Ця дата пов'язана із закінченням будівництва головного корпусу обсерваторії (архітектор – Вікентій Беретті) та введенням його в експлуатацію. У структуру Київського університету, обсерваторія увійшла з 1835 р., а її перший директор В.Ф. Федоров був призначений на цю посаду у грудні 1837 р. [1].



Рис. 1. Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Василь Федорович Федоров народився 1802 р., був вихованцем дитячого будинку у Петербурзі. На жаль ми не маємо його портрета чи фото. Пройшовши курс середнього навчального закладу у виховному будинку, він вступив в Дерптський (Тартуський) університет, де кафедру астрономії очолював уже широко відомий В.Я. Струве, засновник і перший директор Пулковської обсерваторії. Згодом Струве писав, що Федоров в Дерпті "виявив відмінні успіхи в науках математичних і астрономічних". У 1827 р. Василь Федорович закінчив Дерптський університет і залишився при ньому на два роки для наукової роботи під керівництвом В.Я. Струве. У 1829 р. він узяв участь в експедиції Паррота, яка вперше здійснила сходження на Арарат, найвищу вершину Закавказзя, що вважалася до того часу неприступною. У ході цієї експедиції Федоров визначив географічне положення вершин Арарату, ряду точок в його околиці і висоту вершин. Після повернення із Закавказзя Федоров у Дерпті займався обробкою своїх спостережень, працював у Дерптській обсерваторії астрономом-спостерігачем, а потім розпочав підготовку до нової експедиції. На нього було покладено визначення географічного положення багатьох пунктів Західного Сибіру в зоні від 50° до 60° північної широти. Маршрут експедиції охоплював територію від Оренбурга і Єкатеринбурга до Єнісейська і Красноярска. У цій подорожі Федоров провів більше чотирьох років, визначивши за цей час положення 79 пунктів за шириною і 42 за довготою.

Приїхавши до Києва у 1838 р. В.Ф. Федоров звернувся до Ради університету з поданням "Про потреби астрономічної обсерваторії" з переліком необхідних інструментів, умов, яким має відповідати будівля та розміщення обсерваторії. Він вважав запропоновані місця і розроблений В. Беретті попередній проєкт для будівництва обсерваторії неприйнятними. Рада погодилася із його пропозиціями і Федоров приступив до пошуків нового місця для будівництва обсерваторії. Остаточно Беретті та Федоров зупинилися на місці військової фортеці XVIII ст. (на "пустопорожній землі в предместьє Кудрявца, находящейся на небольшой возвышенности и окруженной с двух сторон старым крепостным валом"). Ця ділянка і є сучасною територією Астрономічної обсерваторії, хоч її межі за 175 років зазнали змін.

Федоров В.Ф. був добре знайомий з облаштуванням Дерптської обсерваторії, проєктом Пулковської обсерваторії, тому основні елементи їх проєктів було впроваджено у проєкт будівництва Астрономічної обсерваторії Київського університету. Крім особистих розмов, між В. Струве та В. Федоровим велася велика переписка, в якій уточнювалися різні питання, пов'язані з будівництвом обсерваторії і підбором для неї інструментів.

У 1838 р. за клопотанням Федорова при університеті в одній з орендованих будівель на Печерську влаштовано астрономічний кабінет. У ньому були розміщені годинники, хронометри і різні прилади, передані із Кременецького ліцею, а також придбані в інших місцях. Окрім того, у кабінеті містилися наочні посібники: зоряні карти, глобуси, таблиці тощо. Тут же розташувалася бібліотека із книгами астрономічного змісту, основним фондом якої були книги з бібліотеки Ольберса, придбані в кількості 900 томів. Також, за клопотанням Федорова, для розміщення замовлених інструментів у 1841 р. в одному з університетських дворів був побудований дерев'яний павільйон. Улітку того ж року Федоров був відряджений до Мюнхена для отримання виготовлених для обсерваторії інструментів. Федоров привіз 9-дюймовий рефрактор Фраунгофера, меридіанне коло, великий пасажний інструмент, годинники, хронометри і ряд інших дрібних приладів. При доставці інструментів до Києва рефрактор для навчальної мети було встановлено в побудованому для нього павільйоні, а решта великих інструментів залишалися в ящиках надалі до завершення будівництва обсерваторії.

Як згадувалося вище, архітектором будівлі обсерваторії був В. Беретті, після смерті якого у 1842 р. будівництвом безпосередньо керував його син О. Беретті. Будівництво обсерваторії розпочалось у 1842 р. і завершилось у лютому 1845 р., але через необхідність виконання підрядчиком деяких доробок вона була прийнята університетом лише у жовтні цього ж року. Федоров прийняв обсерваторію у своє відання після звільнення від обов'язків ректора університету у лютому 1847 р.

У новій обсерваторії на двоповерховій будівлі була влаштована вежа, в якій встановлено рефрактор. Меридіанне коло і пасажний інструмент перебували в павільйонах зі східного та західного боків головної будівлі. Решта приладів були розміщені в будівлі обсерваторії.

На початковому етапі своєї роботи Федоров приділяв основну увагу педагогічній діяльності. До 1854 р. він один викладав астрономічні дисципліни в університеті. Читання лекцій у середньому займало в нього близько шести годин на тиждень. Крім того, Федоров керував практичними заняттями студентів у обсерваторії. Наукова робота велася епізодично, в основному проводились спостереження визначних астрономічних явищ – сонячних затемнень 1842 р., 1851 р. та ін. [1].

Після хвороби у 1855 р. В.Ф. Федоров помер і на посаду директора обсерваторії було обрано Андрія Петровича Шидловського (1818–1892) – вихованця Харківського університету, який пройшов школу практичної астрономії у Тарту та Пулкові і мав хист до педагогічної роботи. Приймаючи обсерваторію 1856 р. Шидловський дійшов висновку про її незадовільний стан і зміг переконати керівництво університету в необхідності її оновлення. Велику допомогу в цьому надав знаменитий хірург М.І. Пирогов, на той час попечитель Київської навчальної округи.

Найважливішим результатом зусиль Шидловського з реконструкції обсерваторії стало зведення нової башти рефрактора у південно-західній частині території замість старої на будинку обсерваторії та відновлення рефрактора. До кінця 1862 р. рефрактор став кращим інструментом обсерваторії, придатним для серйозної наукової роботи.

Шидловського було звільнено 1868 р. за вислугою терміну служби і Рада університету 1869 р. обрала директором обсерваторії М.Ф. Хандрикова. Митрофан Федорович Хандриков (1837–1915) був найвидатнішим київським астрономом кінця XIX – початку XX ст. Численні наукові роботи створили йому репутацію одного із провідних астрономів, а написані ним навчальні посібники користувалися свого часу широкою популярністю та відіграли помітну роль у поширенні астрономічних знань. З 1888 р. мав звання заслуженого професора, 1896 р. його обрано членом-кореспондентом Академії наук, 1910 р. отримав чин таємного радника (рис. 2).

Після ознайомлення з обсерваторією Хандриков у квітні 1870 р. подав детальний опис стану обсерваторії та пропозиції щодо її розвитку. За Хандрикова замовлено у Німеччині першокласний меридіанний інструмент. Із цим інструментом протягом сторіччя пов'язані спостереження зірок для створення високоточної системи координат на небі, особливо інтенсивні у 70–80-х рр. XIX ст. та на початку XX ст. Вони стали вагомим внеском української астрономії в розвиток небесної системи координат.

Для нового меридіанного кола виконано прибудову із західної сторони головної будівлі (рис. 3). Протягом трьох подальших десятиліть Хандриковим були зроблені й інші придбання, які сприяли подальшому зміцненню матеріальної бази для наукової та навчальної роботи. Найважливіші з них – новий телескоп-рефрактор фірми Репсольда. 1900 р. було завершено спорудження нової башти для нього. 1895 р. удосконалено старий пасажний інструмент Ертеля та споруджено павільйон для нього, переплановано другий поверх будівлі обсерваторії.

1890 р. Хандриков вийшов на пенсію, але продовжував виконувати обов'язки професора астрономії та завідувача обсерваторії. Помер 1915 р., похований на Лук'янівському цвинтарі. Могила зі скульптурною композицією та огорожею добре збереглася до нашого часу (дільниця № 17). Залишив після себе низку монографій: тритомну "Система астрономии" (1875–1877), "Очерки теоретической астрономии" (1887), "Описательная астрономия" (1886), "Курс сферической астрономии" (1889), курс математичного аналізу "Курс анализа" (1887), "Теория эллиптических функций" (1903), "Элементы математического анализа" (1904–1906), тритомний "Анализ бесконечно малых" (1905–1908). Хандриков був відомим художником, а його портрет, роботи відомого художника О.Ю. Рокачевського, написаний маслом, вдалося придбати 1961 р. і він зараз зберігається в обсерваторії.



Рис. 2. Митрофан Федорович Хандриков (1837–1915)



Рис. 3. Меридіанне коло

1897 р. професором астрономії і геодезії, а в 1901 р. і завідувачем обсерваторії став вихованець М.Ф. Хандрикова Роберт Пилипович Фогель (1854–1920). Він закінчив Київський університет 1886 р., обіймав посаду астроном-спостерігача, яка звільнилась після виходу на пенсію Фабриціуса. Усі його наукові праці стосуються теорії визначення орбіт. Фогель написав кілька підручників, зокрема, "Курс сферической астрономии" (1910), "Основы теоретической астрономии" (1913), "Описательная астрономия" (1909, 1919). Перший переклад відомої "Краткой истории астрономии" А. Беррі побачив світ 1909 р. за його редакцією.

З 1920 р. по 1923 р. тимчасово керівництво обсерваторією було покладено на М.П. Диченка, а 1923 р. директором обсерваторії та завідувачем кафедри астрономії був призначений Сергій Данилович Чорний (1874–1956), професор Варшавського університету, вихованець нашого університету [2]. Як і М.Ф. Хандриков та Р.П. Фогель, він в основному займався питаннями теоретичної астрономії. У дослідженнях із теоретичної астрономії брав участь також І.Г. Іллінський (1887–1968), що працював з 1919 р. обчислювачем, а пізніше – Іван Іванович Путілін (1893–1969), астроном-спостерігач у 1934–1939 рр. Зазначимо, що С.Д. Чорним організовано нові для обсерваторії регулярні спостереження сонячних плям і факелів, дослідження змінних зір.

Астрофізичні дослідження в обсерваторії набули поширення з початком нового сторіччя. Задля цього довгофокусний телескоп було обладнано додатковою трубою для фотографічних спостережень, де спостерігалися комети, планети, їхні супутники, малі планети, Місяць.

Незадовго до початку Другої світової війни обсерваторію та кафедру астрономії очолив професор Сергій Костянтинович Всехсвятський (1905–1984), випускник Московського університету, з іменем якого пов'язано початок систематичних широкопланових досліджень у напрямку кометної, сонячної та сонячно-земної фізики [2, 3]. На цей час він був уже відомим астрономом, мав досвід наукової та педагогічної роботи, був науковим працівником Астрономічного інституту ім. Штернберга, викладав, працював у Пулковській обсерваторії. Основні його роботи присвячені кометній астрономії та сонячно-земній фізиці. З 1935 р. він доктор фіз.-мат. наук.

Обійнявши посаду директора обсерваторії Всехсвятський енергійно взявся за пошуки можливостей для зміцнення її матеріальної бази, збільшення штату та розвитку наукової роботи. За підтримки університету та Народного комісаріату освіти України йому досить швидко вдалося досягти значних успіхів. Істотно збільшилася, із чотирьох до тринадцяти, кількість працівників обсерваторії. Всехсвятський запрошує на роботу в Астрономічну обсерваторію відомих і молодих науковців, серед них: Д.В. Пяковський, Є.М. Земанек, Г.М. Сергєєва, А.О. Яковкін, М.А. Яковкін, В.П. Конопльова, О.Ф. Богородський.

Наукова робота велася у трьох основних напрямках, з яких тільки один – визначення положень зір із меридіанних спостережень – був для обсерваторії традиційним. Новою для обсерваторії проблемою було вивчення фізичних процесів у сонячній атмосфері та механізмів їх впливу на геофізичні явища. Інший новий напрямок складали дослідження малих тіл Сонячної системи, зокрема, вивчення комет, як індикаторів сонячної активності. Активна наукова діяльність досить швидко привела до результатів. У ці роки було виконано та захищено кандидатські дисертації І.Г. Колчинською (1947), В.П. Конопльовою (1949), А.А. Горинею (1953), М.А. Яковкіним (1954), М.В. Стешенком (1955), В.К. Дрофюю (1955), Є.В. Сандаковою (1956) та ін.

Друга світова війна порушила роботу обсерваторії. Із початком війни майже весь чоловічий склад працівників було мобілізовано. Основне наукове устаткування евакуювали до Уфи, а далі – до Свердловська, де Всехсвятський організував роботу невеликого колективу Київської обсерваторії за програмою Служби Сонця. У Києві залишилися кілька працівників, непридатних для служби у війську. На початку 1942 р. обсерваторію передано у відання німецьких військово-повітряних сил (Luftwaffe Wetterdienst). Восени 1943 р. німецька окупаційна влада наказала евакуюва-

ти обсерваторію разом із Wetterdienst на захід. Надіслані контейнери для бібліотеки та наукового обладнання співробітники заповнили бруктом та мотлохом, а самі працівники розійшлися. Таким чином вдалося врятувати унікальні інструменти та бібліотеку зі старовинними виданнями.

Восени 1943 р. тимчасово виконуючим обов'язки директора обсерваторії було призначено Юрія Дмитровича Соколова (1896–1971), який очолював обсерваторію в часи окупації [2, 4]. Члену-кореспонденту АН Соколову ми завдячуємо збереженням обсерваторії, її бібліотеки та інструментів у часи лихоліть війни. Ю.Д. Соколов був видатним математиком і механіком, людиною незламної громадянської мужності. Він чим міг допомагав переслідуваним НКВС у 30-х рр., переходив на територію обсерваторії євреїв під час окупації. Уже в останні роки життя, 1969 р., підписав широковідомий в історії українського національно-визвольного та демократичного руху лист-протест проти арештів українських дисидентів. Серед підписантів був цвіт українського науково-технічного та творчого інтелекту (усього півтори сотні підписів). Спеціальним наказом ректор О.М. Русько відзначив заслуги Ю.Д. Соколова у збереженні обсерваторії і запропонував йому передати справи Всехсвятському, який повернувся зі Свердловська у першій половині 1944 р.

На початку 1945 р. широко відзначено сторічний ювілей установи. Ювілейний комітет очолив нарком освіти П.Г. Тичина, уряд УРСР видав із цієї нагоди спеціальну постанову, яка регулювала статус і територіальні питання обсерваторії (підписана М. Хрущовим).

С.К. Всехсвятський після закінчення війни до 1952 р. продовжував керувати обсерваторією і до 1982 р. – кафедрою астрономії. Після створення Головної астрономічної обсерваторії АН УРСР частина кваліфікованих працівників університетської обсерваторії перейшла на роботу до неї. Серед них слід згадати Ш.Г. Горделадзе, І.Г. Колчинського, В.П. Конопльову, А.А. Гориню. Директором ГАО у 1952 р. обрано працівника Астрономічної обсерваторії університету А.О. Яковкіна.

Від 1953 р. до 1972 рр. обсерваторію очолював Олександр Федорович Богородський (1907–1984) – випускник педінституту в Ростові-на-Дону, аспірант Г.А. Тихова, науковець лабораторії астрофізики інституту ім. Лєсгафта (Лєнінград), докторант Пулковської обсерваторії. У 1944 р. за запрошенням С.К. Всехсвятського він працював у Київській астрономічній обсерваторії, з 1945 р. – доцент, а згодом – професор кафедри астрономії. Наукові інтереси – теоретична астрофізика, загальна теорія відносності та її застосування в астрономії [2, 4].

Очолити обсерваторію, О.Ф. Богородський зосередив свою увагу на зміцненні її інструментальної бази та підвищенні теоретичного рівня виконуваних тут робіт. В 1952–1954 рр. силами співробітників обсерваторії М.Я. Яковкіна, П.М. Полупана, М.В. Стешенка створено дифракційний спектрограф, що дозволило розпочати спектральні дослідження активних сонячних утворень і створило умови для виконання низки цікавих спостережень і теоретичних робіт із фізики Сонця (рис. 4). В 1956–1957 рр. Астрономічна обсерваторія активно готується до участі у важливому науковому проекті – Міжнародному геофізичному році (МГР). У цей час було збудовано дві заміські спостережні бази обсерваторії (с. Трипілля, с. Лісники), замовлено апаратуру, розроблено методичку та підготовлено спеціалістів для проведення спостережень. У рамках МГР з 1957 р. співробітники обсерваторії та радіофізичного факультету розпочали фотографічні та радіолокаційні спостереження метеорів. Ці роботи стали початком нового наукового напрямку в університеті, який успішно розроблявся протягом багатьох років.

Крім цього, обсерваторія придбала новий стандартний фотосферно-хромосферний телескоп АФР-2, що дало їй можливість стати однією з базових станцій Служби Сонця СРСР. Був модернізований також один з основних інструментів обсерваторії – меридіанне коло, унаслідок чого результати спостережень на ньому стали основою кількох каталогів положень зір. В 1957 р. за розпорядженням Мінвузу при Астрономічній обсерваторії створено станцію візуальних спостережень штучних супутників Землі, яка більше 30 років забезпечувала ефемеридну службу ШСЗ. Співробітники обсерваторії під керівництвом О.К. Осипова і М.Я. Чернеги проводили фотографічні, фотометричні спостереження супутників за міжнародними та загальносоюзними програмами. З 1963 р. Астрономічна обсерваторія організувала спостереження дотичних покрить зір Місяцем в експедиційних умовах. Участь студентів у цих роботах покращувала підготовку спеціалістів-астрономів в університеті.



Рис. 4. Горизонтальний сонячний телескоп

Важливим моментом у розвитку обсерваторії стало надання їй Постановою Ради Міністрів СРСР у 1969 р. статусу наукової установи, що сприяло закріпленню у штаті провідних науковців, відзначилось на подальшій діяльності наукового колективу.

О.Ф. Богородський за станом здоров'я в 1972 р. залишив посаду директора, продовжуючи роботу в університеті на посаді професора кафедри астрономії. Директором обсерваторії було призначено доцента П.Р. Романчука. Павло Родіонович Романчук народився 11 березня 1921 р. у с. Засулля Роменського району Сумської області. В 1939 р. поступив у Херсонський педагогічний інститут, але через місяць був призваний у армію. Пройшов усю війну, за героїзм при форсуванні Дніпра удостоєний звання Героя Радянського Союзу. Після війни, у 1946 р., поступив на фізичний факультет Київського університету. Після закінчення працював викладачем фізики, а в 1957 р. вступив у аспірантуру на кафедру астрономії університету. З 1963 р. працював викладачем кафедри експериментальної фізики університету, а з 1970 р. – викладачем кафедри астрономії.

Після призначення у 1972 р. директором обсерваторії П.Р. Романчук доклад значних зусиль для розвитку нових наукових напрямів і зміцнення матеріальної бази обсерваторії [2, 4]. Ще в 1969 р. за його ініціатииви було отримано фінансування робіт із прогнозування сонячної активності і створено науково-дослідну групу із цього напрямку. Протягом наступних років Астрономічна обсерваторія отримала фінансування за урядовими постановами (чотири теми за постановами ДКНТ СРСР та Ради Міністрів України) для розвитку цього наукового напрямку. В 1977 р. було завершено будівництво нової спостережної станції в с. Пилиповичі.

Наприкінці 1987 р. на посаду директора призначено В.В. Тельнюка-Адамчука, фахівця в області фундаментальної астрометрії [2]. Володимир Володимирович Тельнюк-Адамчук народився 4 листопада 1936 р. у с. Іскрівка Якимівського району Запорізької області. Закінчив металургійний факультет Київського політехнічного інституту (1958) та механіко-математичний факультет Київського університету (1965). З 1958 по 1962 рік працював на Ново-Краматорському машинобудівному заводі, а з 1962 – почав працювати в Астрономічній обсерваторії. Ним заново опрацьовано меридіанні спостереження Фабріціуса та створено зведений каталог положень та власних рухів 520 біляполюсних зір. Під його керівництвом була закінчена міжнародна робота київських астрономів з об'єднання каталогів програми "Яскраві зорі" у зведений каталог положень та власних рухів 5115 яскравих зір усього неба в системі FK5.

Після звільнення С.К. Всехсвятського з посади директора Астрономічної обсерваторії відбулось фактичне розділення наукових колективів обсерваторії і кафедри. На кафедрі розроблялися проблеми кометної астрономії, велися дослідження сонячної корони, явищ у навколоземному космічному просторі. У 70-х рр. на спостережній станції в с. Лісники встановлено два дзеркальні телескопи АЗТ-8 та АЗТ-14, на яких, в основному, ведуться спостереження малих тіл сонячної системи.

Із метою концентрації зусиль на розробці актуальних проблем астрономії, за наказом ректора університету, упродовж 1986–1987 рр. відбувається об'єднання наукових підрозділів обсерваторії й кафедри астрономії. Частина наукових співробітників кафедри була переведена у штат Астрономічної обсерваторії (В.Г. Іванчук, К.І. Чурюмов, С.І. Мусатенко та ін.).

У ці ж роки у штат обсерваторії зараховано групу теоретиків, які під керівництвом К.А. Пірагаса в Інституті стандартизації та метрології України Держстандарту СРСР займалися проблемами релятивістської астрофізики (В.І. Жданов, С.Л. Парновський, Ю.М. Кудря, О.М. Александров). Також штатним співробітником обсерваторії стала відома вчена з позагалактичної астрономії В.Ю. Караченцева.

Таким чином, у 90-х рр. минулого сторіччя сформувалися наукові напрями, а відповідно до них і структура обсерваторії, які залишаються стабільними і на початку XXI ст., а саме: фундаментальна астрометрія та малі тіла Сонячної системи; астрофізика; сонячна активність та сонячно-земні зв'язки.

У листопаді 2001 р. вченою радою університету директором Астрономічної обсерваторії обрано доктора фіз.-мат. наук Б.І. Гнатика. Богдан Іванович Гнатик народився 22 січня 1952 р. у с. Бережанка Борщівського району Тернопільської області. Закінчив фізичний факультет Львівського державного університету, працював в Інституті прикладних проблем механіки і математики НАН України (м. Львів). Його основні наукові інтереси зосереджено в галузі космічної газодинаміки та астрофізики високих енергій. Із приходом Б.І. Гнатика в обсерваторії започатковано новий науковий напрям – астрофізика високих енергій.

У 2004 р. наказом ректора, за рішенням вченої ради університету, Астрономічну обсерваторію реорганізовано в науково-дослідну лабораторію "Астрономічна обсерваторія" зі зміною статусу та структури. Зокрема, обсерваторію приєднано до кафедри астрономії та фізики космосу фізичного факультету як структурний підрозділ. Низка установ, в основному астрономічних обсерваторій, надіслали ректору університету свої звернення про необхідність скасування цього рішення.

Нарешті, 2008 р. вчена рада університету за клопотанням вченої ради фізичного факультету університету прийняла ухвалу про відновлення статусу Астрономічної обсерваторії і ректор Л.В. Губерський видав наказ про її реорганізацію в окремий підрозділ університету. Наприкінці 2008 р. директором Астрономічної обсерваторії обрано канд. фіз.-мат. наук В.М. Єфіменка.

Важлива роль у розвитку наукової роботи в обсерваторії належить науковій бібліотеці, яку було організовано одночасно зі створенням обсерваторії у 1845 р. Тоді до фондів бібліотеки надійшли 900 томів зі спадщини видатного німецького астронома Ольберса (1758–1840), що містила унікальні раритети: прижиттєві видання Коперника (1542 р.), Ньютона, Декарта, багато інших публікацій, що складають велику наукову та історичну цінність. За час існування обсерваторії завдяки традиційному для астрономічних установ книгообміну накопичено та зібрано близько 30 тис. томів унікальних видань.

Бібліотека підтримує контакти із сотнею обсерваторій світу, серед яких такі провідні установи, як US Naval Observatory (США), Royal Greenwich Observatory (Великобританія), Harvard College Observatory (США), ESO (Європейська південна обсерваторія), установи NASA (США), Palermo (Італія), Стразбурзький центр даних (Франція) та ін. У результаті цих контактів університетська обсерваторія отримує провідні міжнародні періодичні й інші видання. Фондами бібліотеки користуються вчені Києва, України.

Слід згадати основні наукові результати науковців-астрономів університету. Університетські астрометристи виконали сотні тисяч спостережень зір, комет, планет (В.І. Фабриціус, М.П. Диченко, В.К. Дрофа, М.Я. Чернега, В.В. Тельнюк-Адамчук), створили десятки позиційних каталогів, зокрема сучасних високоточних каталогів координат позагалактичних радіоджерел – носіїв міжнародної системи відліку на небі.

Університетські геліофізики, починаючи з 1930-х рр., виконали низку високоякісних спостережень сонячної корони, споряджаючи численні експедиції у райони повних сонячних затемнень. Географія експедицій охоплює весь світ від островів Полінезії до арктичних пустель узбережжя Льодовитого океану. Саме в Київському університеті вперше впритул підійшли до розуміння природи сонячної корони: наприкінці 50-х рр. розроблено концепцію динамічної корони (Є.О. Пономарьов), що за Ю. Паркером (США) дістала назву "сонячного вітру".

Спостерігаючи у 60-х рр. Юпітер із телескопом обсерваторії проф. С.К. Всехсвятський уперше висловив здогадку, про наявність у Юпітера кілець (подібних до кілець Сатурна). Польшоти американських міжпланетних космічних апаратів "Voyager-1 та 2" підтвердили блискучий висновок українського вченого, а наземні спостереження Урана та Нептуна показали наявність кілець у них.

Зростання інтересу до вивчення впливу сонячної активності на геофізичні, біологічні та метеорологічні явища, необхідність забезпечення радіаційної безпеки космічних польотів висувають обсерваторію на початку 70-х рр. у коло провідних центрів із досліджень закономірностей сонячної циклічності та сонячно-земних зв'язків. Вивчалася природа глобального та локального геліомагнетизму, сонячних спалахів, статистичні закономірності виникнення та еволюції активних явищ на Сонці. Розроблені в обсерваторії прогностичні методи використано в оперативному прогнозуванні індексів сонячної активності для наукових та практичних потреб.

Астрономи університету брали участь у наземному забезпеченні космічних місій до комети Галлея (ВЕГА), до Марса (Фобос). Науковці відкрили дві комети (К.І. Чурюмов, С.І. Герасименко). Виготовлені київськими астрономами прилади працювали на борту космічних апаратів серії "Інтеркосмос", "Метеор". Київський університет успішно брав участь у роботах за космічними проектами "Попередження", "Інтербол" та ін.

Університет плідно співпрацює з Головною астрономічною обсерваторією з перших днів її створення. Співпраця набула нових форм та змісту після укладення Угоди про створення науково-навчального комплексу з астрономічних та космічних досліджень. Сьогодні науковцями наших установ виконуються спільні дослідження в лабораторії фізики атмосфери, ведуться астрономічні спостереження на спільній спостережній станції в с. Лісники, розробляються перспективні космічні проекти (AEROSOL-UA), учені Головної астрономічної обсерваторії є виконавцями бюджетних наукових тем Астрономічної обсерваторії університету. Упродовж багатьох років науковці двох обсерваторій плідно працювали над реалізацією важливих наукових проектів (Вега, Фобос, Аерозоль).

Серед основних досягнень астрономів Київського університету, визнаних міжнародною наукою, із часу заснування обсерваторії дотепер відзначимо такі:

- великий об'єм та висока якість спостережень із меридіанним колом, що увійшли у світову скарбницю позиційної астрономії і використані міжнародною спільнотою для створення та підтримки систем відліку на небі (М.Я. Чернега, В.В. Тельнюк-Адамчук);
- низка експедицій для спостережень сонячних затемнень (розпочатих 1936 р. завдяки енергії проф. С.К. Всехсвятського), отримання високоякісних зображень сонячної корони, вивчення форм корони, її магнітних структур, утворень у короні, розробка працівниками кафедри астрономії (Є.О. Пономарьов та ін.) концепції динамічної корони Сонця;
- розробка теорії світіння протуберанців (М.А. Яковкін, М.Ю. Зельдіна);
- спостереження та вивчення кометних та метеорних явищ, створення моделей метеорних явищ, нових принципів та техніки спостережень, вивчення закономірностей астероїдів (В.Г. Кручиненко); підтверджені космічними спостереженнями завбачення (проф. С.К. Всехсвятського) кільцевих утворень навколо великих планет, вулканічних явищ на їх супутниках;
- результати досліджень із загальної теорії відносності та її застосування в астрономії (проф. О.Ф. Богородський, А.В. Манджос).

В останні роки науковці Астрономічної обсерваторії та кафедри астрономії беруть участь у виконанні важливих наукових проектів, де досягли значних успіхів.

У 2006 р., у рамках проекту "Створення та підтримка комп'ютерного центру обробки даних супутникових спостережень місії ІНТЕГРАЛ", спільно з кафедрою астрономії, кафедрою квантової теорії поля фізичного факультету університету, Інститутом теоретичної фізики НАН України, Женевською обсерваторією та INTEGRAL Science Data Center (Швейцарія) створено ВІРГО-обсерваторію. ВІРГО – забезпечує доступ до сучасних спостережень космічних рентгенівських та гамма-телескопів і відкриває можливість використання даних космічних місій для наукових досліджень у галузі космофізики, астрофізики високих енергій та ін. Дослідження з релятивістської астрофізики, фізики високих енергій виконувались у рамках цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України "Астрофізичні і космологічні проблеми прихованої маси і темної енергії Всесвіту". Результати цих досліджень удостоєні Державної премії України з науки і техніки 2014 р. за роботу "Будова та еволюція Всесвіту на галактичних та космологічних масштабах, прихована маса і темна енергія" (у складі колективу українських астрономів В.І. Жданов) та двох премій Президента України для молодих учених (О.В. Федорова, 2012 р. і О.В. Мельник, 2014 р.).

Останніми роками міжнародна співпраця зсувається в бік досліджень астрономічних джерел випромінювання в рентгенівському та гамма-діапазонах із використанням даних космічних місій XMM-Newton, Chandra, INTEGRAL, Fermi та ін. Науковці університету мають унікальну можливість доступу до даних спостережень цих місій на Віртуальній Рентгенівській та Гамма Обсерваторії – ВІРГО.

Наслідком революційних відкриттів у галузі астрономії стало впровадження у широкий науковий вжиток таких понять, як "темна матерія" і "темна енергія". Зі спостережень наднових зір та вимірювань так званого "реліктового" випромінювання було визначено, що приблизно 70 % середньої густини маси Всесвіту складає так звана "темна

енергія", а 25 % – небаріонна "темна матерія". Це достовірні висновки, вони перевірені багатьма способами і постійно уточнюються. Співробітники обсерваторії (В.Ю. Караченцева, С.Л. Парновський, Ю.М. Кудря) брали участь у міжнародних програмах із вивчення розподілу галактик на масштабах порядку 10 Мпк, які стали одним з аргументів визначення густини маси Всесвіту.

Перспективними є наукові проекти з релятивістської астрофізики та астрофізики високих енергій. Останні два десятиліття були дуже плідними для розвитку релятивістської астрофізики та космології – напряму, який пов'язаний із дослідженнями екстремальних густин маси та енергії за суттєвого викривлення простору часу згідно з ейнштейнівською загальною теорією відносності, за небачених у земних умовах енергій випромінювання. Такі умови були у ранньому Всесвіті, вони характерні для центральних областей активних галактичних ядер – де ховаються загадкові чорні діри з масами в десятки та сотні мільйонів мас Сонця, для околиць пульсарів та магнетарів – нейтронних зір із надпотужними магнітними полями.

Астрофізика високих енергій – новий напрям сучасної астрофізики, присвячений дослідженню високоенергетичних процесів в астрофізичних об'єктах, пов'язаних із прискоренням релятивістських частинок – космічних променів – до енергій, що суттєво перевищують можливості земних прискорювачів. Професор Б.І. Гнатик отримав важливі результати щодо механізмів прискорення космічних променів надвисоких енергій та їх поширення в міжгалактичному середовищі; він координує зусилля українських колег у міжнародному консорціумі СТА [9].

Університет виступив ініціатором та організатором приєднання України до СТА та складає основу Українського консорціуму в СТА (у 2015 р. Україну прийняли дійсним членом до міжнародної СТА-колаборації). Проект СТА має винятково важливе значення для розвитку не тільки астрофізики високих енергій, але й фізики фундаментальних взаємодій, оскільки його проблематика включає як астрофізичні задачі, так і пошуки частинок темної матерії, перевірку дотримання лоренц-інваріантності, пошук гамма-променів від джерел гравітаційних хвиль тощо.

Науковцями обсерваторії продовжено роботи з вивчення **малих тіл Сонячної системи**. Серед важливих результатів назвемо такі: виведена інтегральна функція акреції космічної речовини на Землю у широкому інтервалі мас; одержано дані про те, що загальний доплив космічних тіл у інтервалі мас від  $10^{-12}$  г до  $10^{22}$  г становить  $4,2 \cdot 10^{10}$  г/рік; запропоновано простий метод числового інтегрування рівнянь руху тіл сонячної системи. За цим методом обчислено еволюцію орбіт астероїдів, що наближаються до Землі в наступні 100 років та визначено потенційно небезпечні серед них. Вивчено фізичні умови в нейтральних комах та плазмових хвостах багатьох комет.

Серед важливих подій останнього часу цього напряму безумовно є посадка космічного апарата Європейського космічного агентства "Rosetta" на комету Чурюмова – Герасименко, яка була здійснена за рішенням **Європейського космічного агентства (проект "Rosetta")**. 23 жовтня 1969 р. українські астрономи К. Чурюмов та С. Герасименко, співробітники Київського університету, відкрили нову комету 67P/Churyumov-Gerasimenko. Це короткоперіодична комета з періодом обертання навколо Сонця 6,44 років. Орбіта комети міститься у площині екліптики, що зробило її зручною для досягнення космічними апаратами (КА). Як згадувалось вище, Європейське космічне агентство обрало цю комету для направлення до неї космічної місії "Rosetta". Старт відбувся 2 березня 2004 р. Це перша комета, яку досягнув КА (6 серпня 2014 р.), став її супутником і супроводжував через всю внутрішню Сонячну систему аж до 30 вересня 2016 р., коли закінчив своє існування на поверхні комети, передаючи на Землю науковий матеріал. Це перша комета, на поверхню якої 12 листопада 2014 р. було посаджено космічний модуль "Philae" ("Філі"). На борту орбітального апарата "Rosetta" і на борту посадкового модуля було багато приладів (21) для комплексного дослідження ядра і навколяядерного простору комети впродовж тривалого часу.

У ході космічного експерименту накопичено величезний обсяг даних та отримано важливі результати: детальна картографія та геологія ядра, фізичні властивості поверхні ядра та атмосфери, ізотопний склад речовини, взаємодія коми комети із сонячним випромінюванням, зміни в кометі під час наближення до Сонця і т. д. Виявилось, що ядро комети Чурюмова – Герасименко складається із двох частин (планетезималей), які мають дещо різні характеристики як за розміром ( $4,1 \times 3,3 \times 1,8$  км та  $2,6 \times 2,3 \times 1,8$  км), так і за складом (рис. 5). Завдяки вивченню комети Чурюмова – Герасименко стало зрозумілим, які процеси можуть приводити до руйнування кометних ядер. Виявилось, що ядро комети майже таке ж чорне, як вугілля: частка відбитого світла (альbedo) складає 3–6 % для різних ділянок поверхні (для вугілля альbedo близько 4 %). Дослідження "Філі" разом зі спектральними даними вказують на дуже високий



Рис. 5. Ядро комети Чурюмова – Герасименко з відстані 26,6 км від поверхні 19 вересня 2014 р.

вміст високомолекулярних органічних сполук у поверхневому шарі ядра. Густина ядра близько до  $0,5$  г/см<sup>3</sup>, що свідчить про високу пористість ядра (70–80 %). Пилові частинки мають чітко виражену ієрархічну структуру. Це означає, що вони поділені на окремі фрагменти (кластери), які скріплені між собою легкою речовиною. Кластери у свою чергу складені з невеликих частинок довільної форми. Така структура – це свідчення процесів утворення ядра під час конденсації газопилової туманності.

2019 р. співробітники обсерваторії В.К. Розенбуш і І.В. Лук'яник за роботи з досліджень малих тіл сонячної системи отримали Премію НАН України ім. Барабашова.

Серед результатів із **сонячної активності та сонячно-земних зв'язків** слід назвати такі: запропоновано нові методи діагностики густини сонячної плазми; показано існування надпотужних (до 100 кГс) магнітних полів у сонячних спалахах; розроблено механізм генерації глобального тороїдального магнітного поля у глибоких шарах Сонця внаслідок впливу радіального градієнта кутової швидкості на полоїдальне магнітне поле реліктового походження; вивчено можливості за-

вбачення сонячних проявів, створено методи прогнозування сонячної активності; за міжнародною програмою з вивчення структури і динаміки корони отримано якісні знімки корони (1990, Чукотка; 1991, Мексика; 1994, Бразилія; 1999, Румунія); за цими та іншими матеріалами вперше виявлено існування повільних викидів зі швидкістю 5–7 км/с у внутрішній короні та повільних транзйентних збурень, що охоплюють протяжні активні області й пов'язані з великими активними протуберанцями; за результатами спостережень сонячних затемнень розроблено методику визначення діаметра Сонця. Одержані результати свідчать про те, що застосований для цього метод фотометричних спостережень затемнень Сонця, є одним із перспективних методів визначення його діаметра.

Окремо коротко слід зупинитися на наукових дослідженнях співробітників кафедри астрономії [4]. Початок епохи інтенсивного вивчення навколоземного космічного простору було покладено запуском першого штучного супутника Землі в 1957 р. Один з основних напрямів робіт, які виконувалися лабораторією фізики космосу кафедри астрономії та фізики космосу, визначився ще в період проведення Міжнародного геофізичного року (МГР, 1957–1958 рр.) – дослідження полярних сьйв та іоносфери Землі. Експедиції співробітників кафедри в полярні широти (Якутія, бухта Тіксі, о. Мостах) споряджалися переважно на зимові сезони і в наступні роки. Тривалі систематичні фотографічні спостереження полярних сьйв стали основою подальшого ґрунтового вивчення фізики, морфології та динаміки полярних сьйв, як оптичного прояву геомагнітних збурень та взаємодії авроральних частинок із верхньою атмосферою Землі.

З 1996 р. геофізичні дослідження (магнітне поле, озоновий шар, іоносфера) за участі співробітників кафедри здійснюються на українській антарктичній станції "Академік Вернадський" [4–7]. Співробітники НДЛ фізики космосу взяли активну, а іноді і ключову, участь у поверненні України до Антарктики, до антарктичних досліджень і вивчення іоносфери та магнітосфери в полярних регіонах. Так завідувач НДЛ фізики космосу Г.П. Міліневський був першим керівником станції "Академік Вернадський" під час першої зимівлі і приймав станцію "Фарадей" від Британської антарктичної служби, підіймав прапор України над станцією 6 лютого 1996 р. (рис. 6). На станції також працював під час зимівлі співробітник НДЛ фізики космосу М.А. Леонов. На станції "Академік Вернадський" (рис. 6) одразу після передачі станції виконувались дослідження за двома головними науковими напрямками: 1) вимірювання навколишнього природного середовища в Антарктиці; 2) дослідження верхньої атмосфери, іоносфери та магнітосфери. Головними сучасними напрямками досліджень на антарктичній станції "Академік Вернадський" є фізика атмосфери та ближнього космосу, фізика озонового шару, метеорологія та клімат, гідрологія, дослідження вікового ходу геомагнітного поля, сейсмоакустичні дослідження, гляціологія, екологія, моніторинг навколишнього середовища, біологія, медико-фізіологічні дослідження. Дослідження озону над Антарктикою стимулювали створення силами наших співробітників пункту ознометричних спостережень у Києві. Астрономи давно напрацювали спеціальні методи досліджень спектральної прозорості атмосфери та врахування її впливу на результати астрономічних спостережень, чим заклали основи так званих дистанційних методів досліджень земної атмосфери. Сучасні засоби таких досліджень засновані на вимірюваннях спектрального потоку сонячного випромінювання, що досягає поверхні Землі (наземні засоби) або ж відбитого від земної поверхні та розсіяного в атмосфері (зі штучних супутників Землі).



Рис. 6. Підняття прапора України над станцією "Академік Вернадський" 6 лютого 1996 р.

Дослідження оптичних характеристик земної атмосфери, зумовлених аерозолем, та вмісту, динаміки і характеристик аерозольних частинок в атмосфері над Києвом, а пізніше й над іншими регіонами України, розпочалися в Київському університеті 2008 р. із заснування у Києві спостережної станції мережі AERONET/PHOTONS [4, 6]. Це було зроблено спільними зусиллями кафедри астрономії та фізики космосу і Астрономічної обсерваторії університету та Головної астрономічної обсерваторії НАН України за допомогою Лабораторії оптики атмосфери університету Лілль (Франція).

За минулі 175 років астрономи Київського університету зробили важливий внесок у дослідження в різних напрямках астрономічної науки, а також у підготовку кваліфікованих кадрів. Так, за роки після Другої світової війни університет випустив більше 670 фахівців-астрономів, серед випускників кафедри 38 докторів наук, 177 кандидатів, академік НАН України, 3 члени-кореспонденти НАН України та РАН, 7 лауреатів Державних премій УРСР та України. Астрономи університету отримують важливі наукові результати, які високо оцінюються світовою науковою громадськістю. Напередодні 175-річчя Астрономічна обсерваторія є всесвітньо відомою науковою установою, що веде дослідження по сучасних наукових напрямках і має кваліфікований колектив науковців, який здатний вирішувати актуальні наукові проблеми сучасної астрономії.

#### Список використаних джерел

1. Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 150 років. – К. : ВПЦ "Київський університет", 1995. – 260 с.
2. Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 160 років. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2005. – 260 с.
3. *Всехсвятський С.К.* Вибрані праці / С.К. Всехсвятський. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2005. – 358 с.
4. Киевский университет. Документы и материалы. 1834–1984 / сост. В.А. Замлинский ; ред. кол. : М.У. Белый, Л.В. Губерский, И.И. Ляшко и др. – Киев, 1984. – 191 с.
5. *Чуриумов К.І.* Дослідження комет у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка // У кн. : Астрономічна обсерваторія Київського університету імені Тараса Шевченка. 160 років / за ред. В.М. Єфіменка. – К. : ВПЦ "Київський університет". – 2005. – 260 с.
6. Проект "АЭРОЗОЛЬ-УА": Дистанционное зондирование аэрозолей в земной атмосфере со спутника / Я.С. Яцкив, М.И. Мищенко, В.К. Розенбуш и др. // *Космична наука і технологія*. – 2012. – Т. 18, № 4. – С. 3–15.
7. Зміни в розподілі загального вмісту озону в атмосфері над Антарктикою / А.В. Грицай, Г.П. Міліневський, О.М. Євтушевський, А.Р. Клеочук // *Український журнал дистанційного зондування Землі*. – 2016. – № 10. – С. 1–14.
8. The CTA Consortium. Science with the Cherenkov Telescope Array // *World Scientific Publ.* – 2019. – 340 p.

Надійшла до редколегії 11.02.20

В. Єфіменко, канд. физ.-мат. наук

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев

## 175 ЛЕТ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ КИЕВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

*В 2020 г. Астрономическая обсерватория отмечает свое 175-летие. Первым директором обсерватории был ученик основателя Пулковской обсерватории академика В.Я. Струве Василий Федорович Федоров. Под его руководством выбрано место для обсерватории, разработан проект (архитектор В. Беретти), построен главный корпус, заказаны основные астрономические инструменты обсерватории. Также он подготовил и читал основные курсы по астрономии и геодезии для студентов университета. После него в университете должность профессора астрономии и директора Астрономической обсерватории занимали известные астрономы А.П. Шидловский, М.Ф. Хандриков, Р.П. Фогель, С.Д. Черный. Главным направлением научных исследований со времени основания обсерватории до 40-х гг. XX в. были астрометрия и теоретическая астрономия. С приходом в Киевский университет в 1939 г. уже широко известного астронома С.К. Всехсвятского, наряду с существующими научными направлениями, начались астрофизические исследования. Он начал в университете изучение малых тел солнечной системы, физики Солнца и солнечной активности, астрофизики, теории относительности. К важнейшим научным достижениям астрономов университета следует отнести работы по определению орбит небесных тел, меридианные наблюдения звезд для создания и поддержки небесной системы координат, многочисленные наблюдения солнечных затмений, в результате которых создана концепция динамической солнечной короны, наблюдения кометных и метеорных явлений и создание их моделей, применение общей теории относительности в астрономии, разработку теории гравитационного линзирования, открытие комет и участие в международном научном проекте Европейского космического агентства "Rosetta" по исследованиям кометы Чурюмова – Герасименко.*

*Ключевые слова: меридианный круг, рефрактор, солнечное затмение, солнечная корона, кометы, метеоры, теория относительности, гравитационное линзирование, ионосфера.*

V. Efimenko, PhD

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

## 175 YEARS OF THE ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF THE KYIV UNIVERSITY

*In 2020, the Astronomical Observatory celebrates its 175th anniversary. The first director of the observatory was a student of the founder of the Pulkovo Observatory, Academician V.Ya. Struve Vasily Fedorovich Fedorov. Under his leadership, a site for the observatory was selected, a project was developed (by architect V. Beretti), a main building was constructed, and basic observatory astronomical instruments were commissioned. He also prepared and taught basic astronomy and surveying courses for university students. After him at the university, the post of professor of astronomy and director of the Astronomical Observatory was occupied by well-known astronomers A.P. Shidlovsky, M.F. Handrikov, R.P. Vogel, S.D. Chorny. The main area of scientific research since the foundation of the observatory until the 1940s was astrometry and theoretical astronomy. With the arrival at the University of Kiev in 1939, the already well-known astronomer S.K. Vsekhsviaty, along with existing scientific trends, astrophysical studies began. He started studying the small bodies of the solar system, physics of the sun and solar activity, astrophysics at the University of Kiev. The most important scientific achievements of the astronomers of the university include the work of determining the orbits of celestial bodies, the meridian observations of stars to create and maintain the celestial coordinate system, numerous observations of solar eclipses, which created the concept of dynamic solar corona, observing comets and meteors, application of the general theory of relativity in astronomy, development of the theory of gravitational lensing, opening of comets and participation in the international scientific project of the European Space Agency "Rosetta" on the research of Comet Churyumov-Gerasimenko.*

*Key words: meridian circle, refractor, solar eclipse, solar corona, comets, meteors, relativity, gravitational lensing, ionosphere.*