



**МЕРКО**

**Ольга Михайлівна,**  
кандидат історичних наук,  
спеціаліст Управління РАН із  
взаємодії із науковими  
організаціями КФО  
(пгт Нікіта)



**ЩЕРБИНА**

**Андрій Дмитрович,**  
здобувач Національної наукової  
сільськогосподарської бібліотеки  
НААН  
(м. Київ)

**РОЗРОБКИ ВЧЕНИХ  
КРИМСЬКОЇ АСТРОФІЗИЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ АН СРСР  
У РАМКАХ ЕКСПЕРИМЕНТУ "ГАЛАКТИКА"**

*У статті на основі історико-наукового аналізу висвітлено етапи та ключові моменти науково-дослідницької роботи вчених Кримської астрофізичної обсерваторії, що здійснювалась у межах експерименту "Галактика" на космічній станції "Прогноз-6". Зазначено особливості роботи прибору спектрометра для вимірювання ультрафіолетового випромінювання фону неба на різних галактичних широтах. Висвітлено теоретичне наповнення та можливості застосування методу визначення яскравості фону неба, розробленого науковцями Кримської астрофізичної обсерваторії. Визначено внесок співробітників дослідної установи у розвиток космічної науки на території Кримського півострову.*

**Ключові слова:** *Кримська астрофізична обсерваторія АН СРСР, Прогноз-6, експеримент "Галактика".*

*В статье на основе историко-научного анализа освещены этапы и ключевые моменты научно-исследовательской работы ученых Крымской астрофизической обсерватории, которая осуществлялась в рамках эксперимента "Галактика" на космической станции "Прогноз-6". Указаны особенности работы прибора спектрометра для измерения ультрафиолетового излучения фона неба на различных галактических широтах. Освещены теоретическое наполнение и возможности применения метода определения яркости фона неба, разработанного учеными Крымской*

*астрофизической обсерватории. Определен вклад сотрудников исследовательского учреждения в развитие космической науки на территории Крымского полуострова.*

**Ключевые слова:** *Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР, Прогноз-6, эксперимент "Галактика".*

*On the basis of historical and scientific analysis highlights the stages and key points for the research of the scientists of the Crimean Astrophysical Observatory, that carried out within the experiment "Galaxy" on the Space Station "Weather-6". Listed the features of the device that measured the ultraviolet radiation background of the sky at different galactic latitudes.*

*The Soviet-French experiment "Galaxy" was the initial step in preparing following more complex in the methodological and technical aspects researches in the ultraviolet astronomy. In an experiment designed and aprobationed the methods of astrophysical research, first studied the apparatus for the measuring UV radiation in the different galactic latitudes. Consequently except the basic scientific problems, the research "Galaxy" both intended for testing the new methods of the space exploration. During his were checked the accuracy of the many technical solutions, the possibility of selected electronic components and light detectors.*

**Keywords:** *Crimean Astrophysical Observatory, Prognoz-6, the experiment "Galaxy".*

З початком космічної ери (1957), коли був запущений перший штучний супутник Землі (ШСЗ), одним із пріоритетних завдань науково-дослідної діяльності вчених Кримської астрофізичної обсерваторії АН СРСР (КраО АН СРСР) стало проведення фундаментальних астрофізичних досліджень в рамках космічної тематики. Для здійснення роботи директором установи А.Б. Сєверним було створено відділ експериментальної астрофізики (1958).

У відділі проводилися експерименти в одній з новітніх галузей досліджень – області ультрафіолетової астрономії. Оскільки атмосфера Землі пропускає до своєї поверхні тільки малу частину з усього спектру космічного електромагнітного випромінювання, необхідно було розробити методи і створити прилади, що фіксували випромінювання за межами газової оболонки.

Мета даної статті – висвітлити ключові моменти науково-дослідницької роботи вчених КраО АН СРСР, що здійснювалась у межах експерименту "Галактика", та визначити внесок співробітників обсерваторії у розвиток космічної науки на території Кримського півострову.

У зв'язку з розвитком позаатмосферної астрономії, вчені КрАО АН СРСР, застосовуючи метод дослідження дифузного випромінювання фону неба в ультрафіолетовому діапазоні, вивчали фізичні характеристики пилу і газу, їх просторову локалізацію як у Всесвіті, так і в нашій Галактиці за допомогою фотометрів і спектрометрів, винесених за межі атмосфери Землі. Низку позаатмосферних досліджень проводили співробітники КрАО академік А.Б. Северний, А.М. Зверєва, Л.В. Границький.

Перші повідомлення про спостереження фону неба у далекій ультрафіолетовій області спектру були зроблені В.Г. Куртом, Р.А. Сюняєвим у 1967 р. Вимірювання виконувались на міжпланетних станціях "Венера-2-6" в області спектру  $\lambda < 150$  нм. Ці та наступні вимірювання, зроблені на ракетах та низькоорбітальних супутниках, показали значні розбіжності спостережуваної ультрафіолетової інтенсивності випромінювання неба. А. Давідсен та інші вчені-попередники пояснювали розбіжність отриманих результатів тим, що вимірювана ультрафіолетова інтенсивність неба відносилась до різних областей неба, і, як наслідок цього, змінювалась від впливу зірок. Також неточність даних була обумовлена недостатньою чутливістю апаратури для такого слабкого джерела випромінювання як фон неба. Таким чином, невизначеність в інтенсивності випромінювання та спектральному розподіленні ультрафіолетового випромінювання фону неба, особливо у спектральному діапазоні  $\lambda < 200$  нм, потребувала нових емпіричних даних. У зв'язку з існуючим положенням у астрономічній та космічній науках особливий інтерес мали експерименти, що виконувались на великих відстанях від Землі у міжпланетному просторі.

Значний внесок у розробку оптичної схеми фотоелектричного спектрометра, створеного для проведення спільного радянсько-французького експерименту "Галактика" та встановленого на борту високоапогейної станції "Прогноз-6" [5], вніс завідувач відділом експериментальної астрофізики В.К. Прокоф'єв. А.Б. Северний здійснював керівництво експериментом, а також брав участь у його підготовці, аналізі та інтерпретації отриманих даних.

Л.В. Границький брав участь у розробці, виготовленні, калібрування спектрометра.

Супутник, який мав витягнуту орбіту з апогеєм 20 тис. км і перигеєм 500 км, був запущений 22 вересня 1977 р. Оптична вісь супутника була спрямована в антисонячний напрямок. Переорієнтація "Прогнозу-6" виконувалася кожні 3–10 днів, щоб виправити орієнтацію на орбітальний рух Землі [2, 87]. Науково-дослідна робота, проведена на "Прогнозі-6", мала суттєву перевагу перед вже здійсненими позаатмосферними дослідженнями: вона проводилася на значній відстані від Землі. Саме ця обставина виключила вплив різних джерел випромінювання, що змінювали показники вимірювання на низькоорбітальних супутниках і ракетах.

Спектрометр "Галактика" призначався для вимірювання ультрафіолетового випромінювання фону неба на різних галактичних широтах. Особливий інтерес представляли вимірювання, виконані в апогеї супутника поза геокороною, для темних ділянок неба на високих і середніх галактичних широтах, де вплив зірок мінімальний.

Прилад представляв собою ширококутний скануючий фотометр зі смугою пропускання  $\sim 20$  нм, кроком сканування  $\sim 6$  нм і чутливістю в області спектра  $\lambda\lambda$  110–190 нм. Поле зору приладу відповідало 36 кв. градусам. Джерелом його розширення була точність орієнтації станції, а отже і приладу, рівна  $\pm 2^\circ$  [4, 27]. Оскільки орієнтація супутника зберігалася з точністю  $\pm 2^\circ$  протягом декількох днів, то виявилось можливим спостерігати одну і ту саму область неба упродовж тривалого часу. Вимірювання здійснювалися приладом протягом 4 місяців зі станції "Прогноз-6" на відстані від Землі близько 200 тис. км. Високоапогейна орбіта цієї станції дозволяла отримувати спектри з різним впливом інструментального розсіяного світла, джерелом якого виступало сильне дифузне випромінювання  $L_a$  геокорони і міжзоряного водню.

Спектрометр працював у різних режимах залежно від часу накопичення сигналу. Найчастіше проводилося декілька сеансів спостережень однієї області, максимальна кількість спектрів, отримана за один сеанс – приблизно 130

одиниць. Дані вимірювань, отримані за час експозиції приладу в 0, 32 с і 1, 28 с, представляли інтерес для визначення інтенсивності випромінювання фону неба в  $L_a$ , а також для контролю чутливості апаратури [2, 93]. Результати вимірювань, отримані за час експозиції приладу 20, 48 с, використовувалися для отримання відомостей про розподіл енергії в ультрафіолетовому спектрі фону неба

За період спостережень у межах 26 областей неба уздовж екліптики в експерименті "Галактика" з 22 вересня 1977 р. по 25 січня 1978 р. було отримано понад 4000 спектрів фону неба на різних ділянках траєкторії орбіти супутника [1, 102]. Досліджувались області неба, починаючи із темних областей неба в сузір'ї Риби і закінчуючи в сузір'ях Близнюки, Рак. Також вивчались яскраві області Чумацького шляху, скупчення Плеяди. Особливо слід зазначити область неба з яскравою зіркою раннього спектрального класу, достатньо важливу для калібрування.

Обробка інформації, отриманої зі спектрометра, здійснювалася в декілька етапів. Спочатку проводилась розшифровка телеметричних записів. У подальшому виконувалась первинна обробка даних: зводилася до виключення темного струму із зареєстрованих сигналів, визначення за вимірюваннями в апогеї для кожної області неба середньої швидкості світла в залежності від довжини хвилі. Отримані дані приводилися у відповідність із абсолютним калібруванням, виконаним за яскравою зіркою Тау. Подальшим етапом був облік інструментального розсіяного світла.

Особливий інтерес для вивчення фону неба представляли дані, отримані на апогейній ділянці орбіти для темних областей неба, поза геокороною (простягається до відстані 150 тис. км від Землі), оскільки нахил великої орбіти станції "Прогноз-6" до площини екватора ( $65^\circ$ ) сприяв відсутності  $L_a$ -емісії геокорони.

У ході радянсько-французького експерименту "Галактика" (1977–1978), проведеного із задіянням високоапогейної станції "Прогноз-6", вченими

КрАО АН СРСР академіком А.Б. Северним і А.М. Зверєвою був розроблений метод визначення яскравості фону неба.

Сигнал від фону неба в спектральній області  $\lambda$  121,6 нм був нечітким внаслідок впливу випромінювання від крил інструментального контуру  $L_a$  і "паразитного" розсіяного світла. Незважаючи на те, що станція "Прогноз-6" упродовж декількох днів зберігала свою орієнтацію, а спектрометр вимірював яскравість однієї і тієї ж області неба,  $L_a$ -емісія геокорони по різному впливала за рахунок руху станції по орбіті. Високоапогейна орбіта "Прогнозу-6" давала можливість реєструвати серії спектрів із різним впливом випромінювання  $L_a$  і, отже, з різною добавкою від інструментального розсіяного світла в області  $\lambda > 140$  нм [2, 100–102].

Для виділення точного сигналу фону неба необхідно було визначити величину інструментального розсіяного світла. А.Б. Северним, А.М. Зверєвою в ході дослідження розроблено метод визначення яскравості фону неба: визначення "паразитного" сигналу від інструментального розсіяного світла  $L_a$  на підставі даних спостережень з різним впливом від світіння геокорони, розсіяного в спектрометрі. Для визначення яскравості фону неба були відібрані тільки темні області неба: Риби, Овен і Близнюки.

Аналіз даних вимірювань в зазначених областях показав, що існувала лінійна залежність між відліками  $N_2$  і всіма іншими відліками  $N_\lambda$  (поза  $L_a$ ) [3, 30]. Зазначений метод дозволив на підставі статистичної обробки даних експерименту, отриманих для одних і тих самих областей неба на різних відстанях станції "Прогноз-6" від Землі, виключити вплив розсіяного світла в приладі і тим самим виділити слабкий сигнал, що належав фону неба. Також вищеописаний метод міг використовуватись і для яскравих областей неба поблизу Чумацького Шляху після врахування впливу яскравих зірок.

За отриманими даними вчені КрАО АН СРСР визначили вплив випромінювання зірок на спостережуване ультрафіолетове світіння неба для майданчиків  $6^\circ \times 6^\circ$ . Розрахунок зоряної складової для кожного з майданчиків неба виконувався шляхом інтегрування яскравості зірок з урахуванням їх

спектральних класів по каталогу Henry Draper і згідно з розподілами енергії для 150 зірок за даними супутника ОАО-2. Для деяких областей неба були виконані обчислення для майданчиків неба  $10^\circ \times 10^\circ$ , коли поблизу поля зору перебувала одна або кілька яскравих зірок раннього спектрального класу. Також розрахунки проведені для яскравих областей неба в галактиці Чумацький Шлях.

Дані свідчили про те, що у темних областях неба на високих і середніх галактичних широтах вплив зоряної складової дорівнював приблизно 50% від вимірюваного ультрафіолетового випромінювання. В яскравих областях неба на низьких галактичних широтах вплив зірок суттєво збільшувався. Уточнення зоряної складової на середніх і високих галактичних широтах за рахунок розгляду слабких зірок поля, а також облік міжзоряного почервоніння дозволили для темних областей неба визначати інтегральний внесок зірок у ультрафіолетове світіння неба з точністю  $\pm 2 \times 10^{-9}$  ерг/см<sup>2</sup> с Å стер. [3, 10].

Слід звернути увагу на ще одну деталь у проведенні експерименту. При переорієнтації супутника робота газових двигунів не "забруднювала" дані вимірювань, як це відбувалося в експерименті на ракеті "Арієс-8". Спеціально для спостереження темних областей неба була отримана низка вимірів, які давали можливість порівнювати яскравість неба, виміряну безпосередньо перед орієнтацією, під час і одразу після неї.

В ході проведення радянсько-французького експерименту "Галактика" вчені КрАО АН СРСР академік А.Б. Северний, А.М. Зверева зробили вагомі наукові відкриття з астрофізики. На підставі великої кількості емпіричних даних, статистичного матеріалу про ультрафіолетове світіння неба на різних галактичних широтах співробітниками обсерваторії зроблені наступні висновки: 1) для спостережуваних високоширотних областей неба при незначній присутності пилу і низькій щільності нейтрального водню переважали високі показники рентгенівської емісії; 2) для низки напрямків на небі, в яких спостерігалася значна ультрафіолетова емісія фону, встановлений зв'язок ультрафіолетового випромінювання з радіошпурами – залишками

наднових зірок [2, 155–156]. Сукупність цих положень привела до висновку про можливу присутність в цих областях гарячих і щільних утворень водневого газу, який був джерелом рентгенівської та ультрафіолетової емісії фону неба. Розрахунки ультрафіолетового випромінювання гарячої компоненти міжзоряного газу для різних значень температур і кількості емісії показали, що вищеописаний механізм пояснював спостережуване ультрафіолетове світіння неба на високих і середніх галактичних широтах. На низьких галактичних широтах ультрафіолетове світіння фону узгоджувалося з моделями дифузного галактичного світла.

Радянсько-французький експеримент "Галактика" був початковим етапом підготовки наступних, більш складних у методичному і технічному відношеннях, досліджень в області ультрафіолетової астрономії. У результаті експерименту "Галактика" вітчизняними вченими вперше отримано низку спектрів ультрафіолетового випромінювання фону неба для 20 його областей на різних галактичних широтах, що дозволяли проаналізувати просторовий розподіл ультрафіолетового світіння фону неба. Спираючись на новий емпіричний матеріал, науковці зробили висновок про неможливість пояснити отриманий спектральний розподіл ультрафіолетового випромінювання фону для деяких областей неба на високих і середніх галактичних широтах.

В рамках експерименту розроблялися і апробувалися методи астрофізичних досліджень, вперше вивчалася апаратура для вимірювання ультрафіолетового випромінювання в різних галактичних широтах. Ґрунтуючись на результати спостережень співробітниками КрАО АН СРСР був запропонований новий механізм, що пояснював ультрафіолетовий спектр фону в високоширотних областях неба емісією гарячого водневого газу. Таким чином, крім основних наукових задач, дослід "Галактика" одночасно призначався для відпрацювання нової методики космічних досліджень. У ході нього перевірялися правильність багатьох технічних рішень, можливості застосування обраних електронних елементів і світлоприймачів.



### *Список використаної літератури*

1. *Гершберг Р. Е.* Космические исследования НИИ «КрАО» / Р. Е. Гершберг, Н. Н. Степанян, Н. В. Стешенко // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории. – 2008. – Т. 104. – № 5. – С. 100–103.
2. *Зверева А. М.* Внеатмосферные исследования ультрафиолетовой светимости фона неба : дис. канд. физ.-мат. наук : 01.03.02 / А. М. Зверева; Крым. астрофиз. обсерватория АН СССР. – Научный, 1984. – 180 с.
3. *Зверева А. М.* Внеатмосферные исследования ультрафиолетовой светимости фона неба : автореф. дис. канд. физ.-мат. наук : спец. 01.03.02 / А. М. Зверева ; Крым. астрофиз. обсерватория АН СССР. – Научный, 1985. – 13 с.
4. *Зверева А. М.* Метод определения яркости фона неба по данным эксперимента «Галактика» / А. М. Зверева // Изв. ордена Трудового Красного знамени КрАО. – М. : Наука, 1980. – Т. LXII. – С. 27–33.
5. *Петрунин С. В.* Советско-французское сотрудничество в космосе / С. В. Петрунин. – М. : Знание, 1980. – 64 с.