

УДК [520.8+002.53]:004

І.Б. ВАВИЛОВА, Л.К. ПАКУЛЯК

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

УКРАЇНСЬКА ВІРТУАЛЬНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ – НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРЕДСТАВНИК У МІЖНАРОДНОМУ АЛЬЯНСІ ВІРТУАЛЬНИХ ОБСЕРВАТОРІЙ

Віртуальні обсерваторії – новітня парадигма інформаційних технологій в астрономії (астроінформаційні технології) – дають можливість створювати бази даних минулих і сьогочасних спостережень, отриманих за допомогою наземних і космічних телескопів, аналізувати й обробляти ці дані. При цьому можна користуватись як програмним забезпеченням первісної обробки даних, так і прикладними програмними пакетами для одержання основних фізичних параметрів досліджуваних небесних об'єктів у режимі безпосереднього доступу. У 2009 р. на з'їзді Української астрономічної асоціації створення Української віртуальної обсерваторії (УкрВО) як національного сегмента Міжнародного альянсу віртуальних обсерваторій (IVOA) було визнано пріоритетним завданням астрономічної науки в Україні на 2009–2015 рр. 19 жовтня 2011 р. Україна зі своїм національним проектом УкрВО набула членства в цій престижній організації. Співробітництво з IVOA не лише сприяє кооперації досліджень у розвитку новітніх астроінформаційних технологій, а й передбачає участь у розподілі обов'язків у спільних міжнародних завданнях, розроблення і виконання нових проектів на національному рівні.

Ключові слова: віртуальні технології (віртуальна обсерваторія), астроінформатика, астрономічні бази даних.

ВСТУП

Віртуальна обсерваторія (ВО) – нова інформаційна технологія в астрономії, що виникла в результаті безпрецедентного прискорення темпів накопичення науковоцінних астрономічних даних, обсяги яких під час виконання масштабних проектів вимірюються петабайтами (Пб) і пов'язані передусім з космічними місіями, що надають величезні і складні за структурою сукупності даних. За деякими оцінками, в найближчі роки швидкість поповнення інформації досягне 2–4 Пб/рік. Крім того, за більш ніж сторічну історію спостережень на наземних інструментах в обсерваторіях світу накопи-

чено величезні архіви даних, найчастіше недоступні користувачам через розрізненість типів астроінформації та відсутність цих матеріалів в оцифрованому вигляді в єдиному віртуальному середовищі. Завдання ефективного використання цих даних потребує розроблення й застосування нового покоління як апаратних (комп'ютерні потужності, накопичувальні пристрої, канали зв'язку тощо), так і програмних засобів (бази даних, інтерфейси, протоколи, стандарти, мови запитів, алгоритми пошуку та ін.).

Окремим складним і найперспективнішим ресурсом отримання нових наукових результатів є поєднане використання архівних (минулих років) і нинішніх проектів спостережень небесних об'єктів. Його реалізація розширює як часову складову астро-

номічного інформаційного простору, що дає можливість зареєструвати події, тривалість розвитку яких перевищує сотні років, так і хвильовий діапазон спостережень об'єктів, що сприяє повнішому розгляду їхньої фізичної сутності. З цього випливає нагальна потреба в розробленні нових підходів до зберігання й оброблення даних.

Сучасні астроінформаційні технології здатні забезпечити сумісне оброблення терабайтних обсягів даних мільйонів небесних об'єктів — комбінації спостережень в усіх діапазонах електромагнітного спектра, що відкриває нові перспективи комплексного дослідження Всесвіту і розуміння астрофізичних явищ. Головна проблема полягає в необхідності приведення архівних матеріалів до вигляду, придатного для використання в процесах сумісного аналізу. Відсутність цих ресурсів — «вузьке місце» астрономії: дані є, а засобів добування з них знань усе ще не вистачає.

Віртуальні обсерваторії пропонують засоби розв'язання цих завдань, але вони не можуть бути сформовані окремою астрономічною установою або навіть країною. Створення ВО є справою міжнародної астрономічної спільноти, що має на меті демократизацію інформації з вільним доступом до неї, у тому числі й до даних суміжних дисциплін, наприклад метеорології, геофізики, астробіології, космічних наук, для встановлення нових взаємозв'язків та обміну методами і технологіями наукових досліджень.

Загальна концепція астрономічної ВО, що обговорювалась на Генеральних асамблеях Міжнародного астрономічного союзу (МАС) з 2000 р., спрямована, з одного боку, на створення прозорого «безшовного зв'язку» між наявними ресурсами інтероперабельних (тобто приведених до стандартизованої форми і придатних для використання в сумісному аналізі) астрономічних даних різних проектів на національному й міждержавному рівнях; з другого боку — на створення зручних засобів зберігання, управління, організації різнорівневого доступу до цих даних одночасно з розробленням ін-

струментів глибокого пошуку науково значущої інформації та її всебічного аналізу на основі оптимальних алгоритмів і методів. Організаційна структура ВО націлена на забезпечення будь-якого провайдера астрономічних даних засобами їх публікації й розповсюдження з використанням реєстрів астрономічних ресурсів і широкого переліку сервісів ВО, що вирішують ці завдання [1].

З мети і завдань ВО випливають кілька чітких вимог, яких має обов'язково дотримуватись кожна організація, що виявила бажання публікувати свої дані за правилами IVOA. Головна вимога — це використання лише тих стандартів, протоколів і форматів подання, зберігання й обміну даними, які розроблені й продовжують удосконалюватися міжнародною спільнотою. Це гарантує коректність і доступність даних для сумісного використання в усіх сервісах ВО. Іншою важливою вимогою є підтримання відкритості даних і вільного обміну як даними, так і програмними продуктами, що розроблені в рамках ВО на некомерційній основі, але з урахуванням пріоритетних прав періоду старту нових проектів. Концепція ВО заснована на використанні сучасних ІТ-технологій оброблення, аналізу й обміну даних, дає змогу уніфікувати петабайтні архіви інформації в кожній країні з метою не тільки їх зберігання, але й активного використання під час створення нових наукових досліджень.

Ідея створення ВО виникла в 1990-х роках у зв'язку з тим, що впродовж ХХ ст. у багатьох обсерваторіях світу було накопичено величезний обсяг астрономічної інформації в результаті фотографічних, ПЗЗ (детектори на основі приладів із зарядовим зв'язком) і спектральних спостережень небесних об'єктів у широкому діапазоні електромагнітного спектра за допомогою наземних і космічних телескопів. Наприкінці 1990-х років було розпочато реалізацію трьох міжнародних проектів з розвитку сучасних підходів до використання астрономічних даних — Astrogrid (Велика Британія), Астрофізична віртуальна обсерваторія (пан'європейський проект) і Національна

віртуальна обсерваторія США. Оскільки в процесі реалізації цих проектів їхня мета й засоби її досягнення (стандарті подання даних і інтерфейсів доступу, програмне забезпечення тощо) збіглися, виникла потреба в розробленні загальних цілей і шляхів створення ВО з глобальними можливостями.

Ідея об'єднання зусиль національних проектів і створення міжнародної ВО дістала підтримку на XXIV Генеральній асамблеї МАС (Манчестер, серпень 2000 р.), а вже в червні 2002 р. на конференції в м. Гаршинг (ФРН) було створено Міжнародний альянс віртуальних обсерваторій (IVOA, <http://www.ivoa.net>) з метою сприяння міжнародній координації в розвитку прикладних пакетів програмного забезпечення ВО, систем і організаційних структур, що дають змогу використовувати астрономічні архіви. Довгострокова перспектива IVOA – створення єдиної інфраструктури, що дає можливість центрам даних надавати конкурентні або кооперативні послуги. Розробники програмного забезпечення зможуть пропонувати значну кількість сумісних інструментів для візуалізації й аналізу даних, нові інтерфейси. IVOA підтримує обсерваторії, університети, що виступають у рамках ВО як провайдери даних, інформації, обчислювальних послуг, а також як користувачі «всехвильового огляду» Всесвіту, тому архіви ВО мають бути добре документовані й надані користувачам з дотриманням узгоджених форматів і протоколів [2].

Створення національних ВО і членство в IVOA можливі за умови наявності в країні учасниці великих астрономічних центрів даних або національних астрономічних проектів, що підтримуються на державному рівні. До IVOA на поточний момент входять такі країни, як Австралія, Аргентина, Бразилія, Велика Британія, Індія, Італія, Іспанія, Канада, Китай, Німеччина, Південна Корея, Росія, США, Україна, Франція, Японія та ін., а також об'єднана Європейська віртуальна обсерваторія. Серед архівів астрономічних даних, наданих цими країнами у глобальне користування і включених до мережі

ВО-ресурсів, можна назвати широковідомі сервіси SkyView, SIMBAD, NED, ALADIN, SDC, HyperLEDA.

РОЗВИТОК ЛОКАЛЬНИХ ВІРТУАЛЬНИХ ОБСЕРВАТОРІЙ В УКРАЇНІ

Розвиток локальних ВО в Україні впродовж останнього десятиріччя відбувався в різних напрямках. Щодо створення Української віртуальної обсерваторії (УкрВО) як національного проекту збереження астрономічних даних фотографічних спостережень, виконаних українськими астрономами за більш ніж столітній період (близько 200 000 унікальних астронегативів), проект було розпочато в 2000-х роках, передусім у Головній астрономічній обсерваторії (ГАО) НАН України та НДІ «Миколаївська астрономічна обсерваторія» Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України, а потім він набув розвитку в усіх астрономічних установах України (<http://ukr-vo.org.ua>). Стосовно використання інформації центрів даних космічних місій віртуальна обсерваторія набула розвитку насамперед як проект ВІРГО (Віртуальна рентгенівська і гамма-обсерваторія) на базі Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України, фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ГАО НАН України (<http://virgo.org.ua/?lang=en&mfc=home>).

Одним із сегментів Світового центру даних (World Data Center) в Україні, що діє на базі НТУУ «Київський політехнічний інститут», є віртуальна обсерваторія з доступом до даних космічної погоди (дані про стан космічного простору, що нас оточує, від геосфери до геліосфери, <http://wdc.org.ua/en/geoinformatics>).

Оскільки головною метою IVOA є міжнародна координація співробітництва в рамках інтеграції віртуальних обсерваторій, IVOA визначає і регулярно оновлює так звану «дорожню карту розвитку» інфраструктури, необхідної для сумісності національних ВО (зокрема, відкритість ресурсів, моделі даних, протоколи доступу до них,

мережі й мережеві сервіси, безпека, семантика, мови запитів, візуалізація даних). Співробітництво IVOA здійснюється завдяки щорічним міжнародним зустрічам, семінарам, телеконференціям з різної тематики.

19 жовтня 2011 р. на засіданні виконавчого комітету IVOA в м. Пуна (Індія) Україна набула членства в цій престижній міжнародній організації. Ця подія стала можливою завдяки проведенню значної попередньої роботи астрономами України, що працюють з ВО, та виконанню обов'язків, які взяла на себе Україна.

Умовами членства в Альянсі є:

- створення і подальший розвиток ВО на національному рівні, в тому числі прийняття рішення щодо організаційних принципів національної ВО на державному рівні;
- підтримання повністю відкритого обміну технічними засобами і сумісне відкрите користування програмним забезпеченням;
- участь у визначенні й оцінюванні міжнародних стандартів ВО і протоколів;
- підтримання відкритого доступу до астрономічних даних та інформаційних ресурсів на національному/міждержавному рівні;
- реєстрація даних та інформаційних сервісів у такий спосіб, щоб вони могли бути визначені й використані ВО інших країн.

Концепцію ВО, запропоновану IVOA та його членами, було «персоніфіковано» для УкрВО у зв'язку з її індивідуальними характеристиками: УкрВО виникла і продовжує розвиватися на базі архівів астроінформації, накопиченої в астрономічних обсерваторіях України з 1890-х років.

МЕТА УКРАЇНСЬКОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Головним завданням УкрВО є [1, 2]:

- створення відкритого електронного реєстру українських астрономічних ресурсів у стандартах IVOA (далі УРАР);
- створення об'єднаного електронного архіву даних фотографічних, ПЗЗ і спектральних спостережень небесних об'єктів (далі – ОЦА, об'єднаний цифровий архів астрономічних даних УкрВО);

- створення інформаційної системи управління і доступу до реєстру ресурсів і ОЦА, що об'єднає засоби адміністрування УРАР і взаємозв'язаних/об'єднаних баз астрономічних даних, пошукові інтерфейси для віддалених користувачів, онлайн-сервіси аналізу й оброблення даних, засоби доступу до інструментів зарубіжних ВО, засоби навчання методів роботи з інструментарієм ВО, забезпечення загальноукраїнської інфраструктури розміщення астрономічних даних обсерваторій в Інтернеті тощо;

- розроблення власних стандартів оцифрування й обміну даними на етапі перехідного до ресурсу ВО періоду та впровадження стандартів IVOA на завершальному етапі для забезпечення процесу гомогенізації розрізнених спостережних архівів як складових створюваного ОЦА УкрВО;
- організація широкого доступу до астроінформаційних ресурсів УкрВО на національному та міжнародному рівнях;
- визначення перспектив і напрямів подальшого розвитку УкрВО;
- розвиток українських астрономічних освітніх ресурсів.

Астрономічні дослідження в Україні проводять у Головній астрономічній обсерваторії НАН України, Кримській астрофізичній обсерваторії, Радіоастрономічному інституті НАН України, астрономічних обсерваторіях (АО) національних університетів Києва, Львова, Одеси, Сімферополя, Харкова та Ужгорода, Миколаївській астрономічній обсерваторії, Полтавській гравіметричній обсерваторії, Міжнародному центрі астрономічних і медико-екологічних досліджень (сел. Терскол, Кабардино-Балкарія, РФ) та інших установах (<http://ukr-vo.org.ua>). Спостереження за небесними об'єктами в АО у ХХ ст. велися на численних інструментах, упродовж різних періодів часу, в рамках широкого кола наукових програм, у тому числі космічних місій, і їхні дані мають на сьогодні різний ступінь готовності до переведення в стандарти IVOA, що зумовлює різноманіття і нинішню гетерогенну структуру астроінформаційного ресурсу УкрВО. Зважаючи

на ці обставини, резолюцією VIII з'їзду Української астрономічної асоціації (УАА) від 26 червня 2009 р. створення і розвиток УкрВО було визначено як пріоритетний напрям астрономічних досліджень в Україні в 2009–2015 рр. А для об'єднання зусиль у досягненні цієї мети було вирішено створити консорціум обсерваторій України – власників унікальних багаторічних «архівних колекцій» спостережень, що становлять національне астрономічне надбання України.

ОРГАНІЗАЦІЙНА СКЛАДОВА УКРАЇНСЬКОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Членство обсерваторій у консорціумі є добровільним і передбачає, що кожна організація, з огляду на мету і концепцію УкрВО, бере на себе зобов'язання підготувати архіви спостережень згідно з формою, яка дає змогу вбудувати їх у загальну структуру даних УкрВО. Для підготовки концепції й вирішення першочергових завдань УкрВО на з'їзді УАА було створено робочу групу, до складу якої ввійшли представники 14 орга-

нізацій – членів консорціуму УкрВО, а головною організацією УкрВО визначено ГАО НАН України (www.mao.kiev.ua, www.ukrvo.org). Створена робоча група діє як координаційний комітет УкрВО. До консорціуму УкрВО входять установи різного підпорядкування (див. рис.):

- НАН України – Головна астрономічна обсерваторія (ГАО НАНУ), м. Київ; Міжнародний центр астрономічних і медико-екологічних досліджень (МЦАМЕД), м. Київ – сел. Терскол (Кабардино-Балкарія, Росія); Радіоастрономічний інститут (РІ НАНУ), м. Харків;
- Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України – НДІ «Миколаївська астрономічна обсерваторія» (МАО), м. Миколаїв;
- Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України – НДІ «Кримська астрофізична обсерваторія» (КрАО), смт. Науковий, АР Крим; Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка (АО КНУ), м. Київ; Астрономічна обсерваторія Львівського



Організаційна складова УкрВО

національного університету імені Івана Франка (АО ЛНУ), м. Львів; Астрономічна обсерваторія Миколаївського національного університету ім. В.О. Сухомлинського (АО МНУ), м. Миколаїв; НДІ «Астрономічна обсерваторія» Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова (АО ОНУ), м. Одеса; НДІ астрономії Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна (ІА ХНУ), м. Харків; лабораторія космічних досліджень Ужгородського національного університету (УжНУ), м. Ужгород; кафедра вищої математики Одеського національного морського університету (ОНМУ);

- приватного підпорядкування — Андрушівська астрономічна (народна) обсерваторія, м. Андрушівка Житомирської обл. Також до УкрВО залучено представників аматорських астрономічних організацій України.

НАУКОВА СКЛАДОВА УКРАЇНСЬКОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Ядром наукового астроінформаційного ресурсу УкрВО є створюваний об'єднаний цифровий архів астрономічних даних, отриманих в обсерваторіях України в результаті спостережень різних небесних об'єктів в оптичному, УФ-, радіо- і гамма-діапазонах електромагнітного спектра, та інформаційна система управління доступом до даних. Крім того, основною складовою стане переведена в стандарти ВО інформація про каталоги і бази даних небесних об'єктів, створені в обсерваторіях України [3], про монографії й підручники з астрономічної та суміжної тематики, написані астрономами України, а також про статті, надруковані в наукових часописах, що видавалися обсерваторіями України за всі роки їх існування. Остання обставина є досить важливою з огляду на те, що численні багаторічні публікації в астрономічних виданнях України недостатньо представлені в міжнародному інформаційному бібліосередовищі (ADS, SIMBAD, NED та ін.), що, у свою чергу, свідчить про те, що інформація стосовно спостережень небесних об'єктів, наведена в журналах минулих років, які не ввійшли до міжнародних баз да-

них, взагалі не відома міжнародній спільноті [3].

Концептуальне наповнення науково-астроінформаційної складової УкрВО:

- об'єднаний архів даних фотографічних спостережень небесних об'єктів, збережений у скляних архівах (склотеках) обсерваторій України з 1890 р. по 1990-ті рр., що налічує понад 250 тис. астронегативів;

- об'єднаний архів ПЗЗ-спостережень небесних об'єктів з початку 1990-х років;

- об'єднаний архів спектральних спостережень небесних об'єктів (в оптичному, УФ-, радіо- і гамма-діапазонах), розпочатих з 1940-х років;

- архів даних космічних місій, у постановленні й обробленні результатів яких брали участь обсерваторії України;

- каталоги і бази даних, створені в обсерваторіях України з початку їх діяльності;

- науково-освітній ресурс, створений астрономами України, — бібліографічна інформація (монографії й підручники, а також статті, опубліковані в усіх журналах України, що видавалися обсерваторіями за період їх діяльності, онлайн-лекції та семінари, спостереження небесних об'єктів за допомогою інтернет-телескопів тощо);

- сайт УкрВО (<http://ukr-vo.org.ua>, у подальшому — портал УкрВО як національний модуль у рамках IVOA), що забезпечує доступ до ОЦА УкрВО і містить відповідне програмне забезпечення УкрВО (інтерфейси користувача, протоколи обміну даних, формати даних IVOA, ґрид-банки даних УкрВО з ВО-інструментами пакетів оброблення й аналізу цих даних); створення порталу УкрВО має також супроводжуватись організацією інтерфейсу доступу до всіх міжнародних баз даних і каталогів, програмного забезпечення оброблення й аналізу даних, розробленого міжнародною астрономічною спільнотою для широкого використання професійними астрономами й аматорами.

Коротку інформацію про сучасний стан архівів фотографічних (у тому числі спектральних) і ПЗЗ-спостережень наведено в таблиці.

НАУКОВІ НАПРЯМИ

Астроінформаційний ресурс архівів спостережень УкрВО

Організація – член УкрВО	Астроінформація (тип, кількість)	Роки спостережень	Небесні об'єкти спостережень	Ступінь готовності архіву для УкрВО
ГАО НАНУ	Платівки ~85 000	1949–1999	Галактики, квазари, змінні зорі, розсіяні зоряні скупчення, фундаментальні зорі, комети, малі планети, ШСЗ; програми ФОН, МЕГА	Каталогізовано, створено базу даних, онлайн-доступ
	ПЗЗ 16 000	2001–2003	Зоряні поля з ICRF-об'єктами	Не каталогізовано, не систематизовано
	Платівки (спектри) 1 440	1976–1981, 1984, 1985, 1989, 1990	Сонце (активні утворення)	Систематизовано, 60% оцифровано
Миколаївська АО	Платівки ~200	1929–1931	Зоряні поля, малі тіла Сонячної системи	Каталогізовано, база даних, онлайн-доступ
	Платівки 8405	1961–1999	Зоряні скупчення, зодіакальні зорі, малі планети, комети	Каталогізовано, база даних, онлайн-доступ до частини архіву
	ПЗЗ 23 300	1986–2009	Зоряні поля, фундаментальні зорі, малі тіла Сонячної системи	Каталогізовано; систематизовано, онлайн-доступ до частини архіву
КрАО	Платівки 23 500 Тел. кадри 98 000 Спектри 13 260	1909–1999	Тіла Сонячної системи, змінні зорі, дифузні туманності, зоряні поля, подвійні зорі, галактики, квазари	Систематизовано, частково каталогізовано, онлайн-доступ до частини архіву
АО КНУ	Платівки 200	1898–1916	Фундаментальні зорі, Нова 1916 р., Місяць, Сонце	Каталогізовано, база даних, локальний доступ
	Платівки >20 000	1945–1996	Фундаментальні зорі, розсіяні зоряні скупчення, квазари, Місяць, Сонце	Систематизовано близько 4 500 платівок
АО ЛНУ	Платівки ~160	1939–1945	Змінні зорі, малі тіла Сонячної системи	Каталогізовано, база даних, онлайн-доступ
	Платівки ~8 000	1946–1976	Нові та змінні зорі, покриття зір Місяцем, комети, малі планети, змінні зорі	Каталогізовано, база даних, онлайн-доступ
АО ОНУ	Платівки ~10 000 «Сімейська колекція»	1909–1953	Малі планети	Систематизовано, каталогізовано
	Платівки старої колекції 10 000	1945–1956	Змінні зорі, комети, малі планети, ШСЗ, квазари	Систематизовано
	Колекція платівок 7-камерного астрографа 84 000	1957–1998	Змінні зорі, комети, малі планети, ШСЗ, квазари	10% каталогізовано, онлайн-доступ
ОНМУ	ПЗЗ (отримані на 6 закордонних телескопах)	2004, 2007–2011	Змінні зорі	Систематизовано, онлайн-доступ
РІ НАНУ	Радіоспектри		Позагалактичні джерела північного неба в декаметровому діапазоні	Каталогізовано, систематизовано, онлайн-доступ
УжНУ	Платівки	1970–1995	Геостационарні ШСЗ	Каталогізовано
	ПЗЗ	1971–2010	Криві блиску для 170 ШСЗ	Каталогізовано, доступна електронна версія

НАУКОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ
АСТРОІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ
УКРАЇНСЬКОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Поставлені завдання потребують створення ВО-орієнтованого програмного забезпечення. Серед напрямів його розроблень можна виділити насамперед створення веб-сервісів для функціонування УРАР у галузі забезпечення провайдером публікації даних у форматах ВО, пошуку відповідних джерел інформації, в тому числі міжнародних реєстрів даних, пошуку інформації в ОЦА, її аналізу та візуалізації, інтеграції з програмним забезпеченням IVOA, а також спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення окремих завдань наукових досліджень. Такі завдання нині вирішуються (програмний пакет CoLiTec для пошуку нових малих планет Сонячної системи), зокрема разом зі співробітниками Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ), ГАО та Національного центру управління та випробувань космічних засобів Державного космічного агентства України [3, 4].

Розпочато роботу зі створення масових зоряних каталогів на базі ОЦА. Оцифрування цих архівів і поточні програми ПЗЗ-спостережень, які здійснюють у MAO та в ГАО НАН України, разом з розробленим програмним забезпеченням для калібрування оцифрованих зображень і опрацювання зоряних полів з численними об'єктами дають можливість скласти зоряні каталоги для величезної кількості (до мільйонів) зір з максимально можливою для таких спостережливих програм точністю. На основі оцифрованих архівів чотирьох обсерваторій — ГАО НАН України, Миколаївської АО, Київської та Львівської АО — створено прототип ОЦА УкрВО, в якому реалізовано сумісний доступ до баз даних і відпрацьовуються методи й засоби керування значними інформаційними потоками.

Іншим перспективним напрямом використання УкрВО, як інструменту астрономічних досліджень, є вивчення змінних зір, що надають багатий матеріал для розуміння фізичних процесів у Всесвіті. Використання з

цією метою сукупних архівних даних, отриманих упродовж значного проміжку часу, дає змогу зафіксувати й оцінити явища, розвиток яких відбувається періодично з постійними періодами або регулярно з досить довгими рядами спостережень. Дослідження змінних зір з використанням ПЗЗ-спостережень і фотографічних архівів даних активно виконують у КраО та АО ОНУ.

Потужним астроінформаційним ресурсом є результати спектральних спостережень як небесних об'єктів Сонячної системи, так і позагалактичних джерел, зокрема в радіодіапазоні, отримані за допомогою радіотелескопів УТР-2 в декаметровому та РТ-22 в сантиметровому та міліметровому діапазонах довжин хвиль, які зберігаються відповідно в Радіоастрономічному інституті НАН України та КраО.

Серед інших завдань — створення каталогів зоряних полів, у яких реєструються потужні гамма-спалахи; використання спектральних баз даних спалахів сонячної активності для дослідження сонячно-земних зв'язків; відкриття нових змінних зірок та їх дослідження; створення каталогів зображень галактичних і позагалактичних об'єктів з урахуванням архівів УкрВО; складання гомогенних каталогів зображень малих планет Сонячної системи. Важливим є також створення програмного забезпечення для вирішення завдань дослідження великомасштабної структури Всесвіту, зокрема з використанням програмних продуктів IVOA для вивчення фізичної природи небесних об'єктів у всіх ділянках електромагнітного спектра [3, 4].

Серед напрямів розроблень локального програмного забезпечення УкрВО особливо слід відзначити створення засобів автоматичної реєстрації рухомих небесних об'єктів на фоні зоряного неба з подальшою візуальною перевіркою отриманих результатів, що було протестовано в 2009–2011 рр. за допомогою програми CoLiTec. Перевірку роботоздатності цієї програми виконано на базі Андрушівської астрономічної обсерваторії і російської обсерваторії ISON-NM дистанційного керування (штат Нью-Мексико, США). Завдяки цій програмі в Андрушівській обсерваторії

вже відкрито понад 100 астероїдів. Використання програми в обсерваторії ISON-NM не лише дало можливість значно збільшити кількість знайдених нових астероїдів, а й відкрити нові комети C/2010 X1 (Elenin) і P/2011 NO1, одну малу планету з групи Троянців (2011 QJ9) [4]. Зараз розробники програми CoLiTec працюють над її модифікацією з метою ототожнення небесних тіл на оцифрованих астронегативах УкрВО.

Отже, обсяги та якість науково-інформаційної складової УкрВО, надані у відкритий доступ з інструментами наукового аналізу, забезпечують їй належне місце у всевітній системі астрономічних знань.

ВИСНОВКИ

У червні 2009 р. на VIII з'їзді УАА створення Української віртуальної обсерваторії було визнано пріоритетним напрямом сучасного розвитку астрономії в Україні. Тоді ж було створено робочу групу у складі представників організацій — регіональних членів УкрВО з підготовки концепції УкрВО та розроблення стандартів ВО: С. Андрієвський, І. Андронов, Н. Бондар, І. Вавилова (голова), Н. Вірун, В. Єпішев, Ю. Іващенко, Л. Казанцева, Л. Пакуляк, Ю. Процюк, Т. Сергеева, О. Сергеев, І. Хейфец, О. Шляпников, до якої пізніше приєдналася група В. Саваневича з розроблення програмного забезпечення.

В 2010–2012 рр. дослідження з розвитку УкрВО підтримуються грантом УАА зі створення бази даних астронегативів ОЦА і програмних пакетів УкрВО. Основну підтримку УкрВО одержує з бюджетних програм наукових досліджень в обсерваторіях України — членах консорціуму УкрВО, а також у рамках угод про співробітництво між установами.

На черзі стоїть проведення робіт із внесення об'єднаних фотографічних архівів обсерваторій у складі УкрВО до переліку об'єктів національного надбання України, оскільки за кількісним складом ці архіви посідають третє місце у світі, а за своєю науковою цінністю важливі і для України, і для міжнародної астрономічної спільноти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вавилова І.Б., Пакуляк Л.К., Процюк Ю.И. Украинская виртуальная обсерватория (УкрВО): цель, структура и задачи // Космична наука і технологія. — 2010. — Т. 16, № 5. — С. 62–70.
2. Вавилова І.Б., Пакуляк Л.К., Процюк Ю.И. и др. Украинская виртуальная обсерватория (УкрВО): современное состояние и перспективы развития объединенного архива наблюдательных данных // Космична наука і технологія. — 2011. — Т. 17, № 3. — С. 88–105.
3. Vavilova I.B., Pakulyak L.K., Shlyapnikov A.A. et al. Astrometric resource of the Ukrainian virtual observatory: Joint observational data archive, scientific tasks, and software // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. — 2012. — V. 28, N 2. — P. 85–102.
4. Vavilova I.B., Pakulyak L.K., Protsyuk Yu.I. et al. UkrVO Joint Digitized Archive and Scientific Prospects // Baltic Astronomy. — 2012. — V. 21, № 3. — P. 356–365.

Стаття надійшла 14.06.2012 р.

І.Б. Вавилова, Л.К. Пакуляк

Главная астрономическая обсерватория
Национальной академии наук Украины
ул. Академика Заболотного, 27, Киев, 03680, Украина

УКРАИНСКАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ
АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ –
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ
В МЕЖДУНАРОДНОМ АЛЬЯНСЕ
ВИРТУАЛЬНЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ

Статья содержит аналитический обзор основных задач, решаемых с помощью новейших астроинформационных технологий — виртуальных обсерваторий, и важнейших составляющих (организационная, научная, программное обеспечение) национального проекта «Украинская виртуальная астрономическая обсерватория (УкрВО)». Среди этих задач — создание объединенного цифрового архива данных наблюдений, полученных в обсерваториях Украины с 1890-х годов (более 200 тыс. астронегативов), его администрирование, приведение форматов изображений небесных объектов в соответствие с международными стандартами фото- и астрометрической калибровки изображений, разработка локального программного обеспечения для средств автоматической регистрации движущихся небесных объектов на фоне звездного неба, обработки изображений звездных полей, исследований тел Солнечной системы, галактических и внегалактических объектов.

Ключевые слова: виртуальные технологии (виртуальная обсерватория), астроинформатика, астрономические базы данных.

I.B. Vavilova, L.K. Pakuliak

Main Astronomical Observatory
of National Academy of Sciences of Ukraine
27 Akademika Zabolotnogo Str., Kyiv, 03680, Ukraine

UKRAINIAN VIRTUAL ASTRONOMICAL
OBSERVATORY – NATIONAL REPRESENTATIVE
IN THE INTERNATIONAL ALLIANCE
OF THE VIRTUAL OBSERVATORIES

The article provides an analytical overview of the main tasks to be solved by the new astroinformatics technology – virtual observatories – with the accentuating the most important components (organizational, scientific,

software) of the national project «Ukrainian Virtual Astronomical Observatory (UkrVO)». Among them there are the establishment of Joint Digital Archive of the observed data stored at observatories in Ukraine from 1890s (over 200,000 astronegatives), its administration, compliance with international standards for image formats, photometric and astrometric image calibration, the development of a local software for the automatic registration of moving celestial objects against a background of sky, the processing of stellar fields, the study of Solar System bodies, galactic and extragalactic objects.

Keywords: virtual technologies (virtual observatory), astroinformatics, astronomical data bases.