

Зборник радова конференције “Развој астрономије код Срба IV”
Београд 22-26. април 2006,
уредник М. С. Димитријевић
Публ. Астр. друш. “Руђер Бошковић” бр. 7, 2007, 19-26

ПОСМАТРАЧКИ ОБРАСЦИ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ У БЕОГРАДУ

СОЊА ВИДОЈЕВИЋ и СТЕВО ШЕГАН

*Катедра за астрономију Математичког факултета Универзитета у
Београду, Студентски трг 16, Београд, Србија*

Резиме. Описан је значај дигитализације астрономских посматрања АОБ забележених на посматрачким обрасцима. Дато је једно решење за on-line и off-line унос и приступ подацима. пројектован је поновни рачун и контрола добијених резултата. Дат је пример редукције посматрања која су обављена у Служби времена на малом пасажном инструменту ($D=100\text{ mm}$, $F=1000\text{ mm}$) Бамберговог типа фирме „Askania“. Одређивање лонгитуде места посматрања вршено је апсолутном методом помоћу Мајерових формула за свођење тренутка посматрања на меридијан. Размотрене су могућности за локалну и регионалну сарадњу и отварање путева за сарадњу са ЕУ путем укључивања у IVOA (International Virtual Observatory Alliance).

Астрономска опсерваторија у Београду (<http://www.aob.bg.ac.yu/>) представља једну од најстаријих научних институција у Србији. Двадесет шестог марта 1887. године (по јулијанском календару), на предлог који је Милан Недељковић, професор астрономије и метеорологије на Великој школи, учинио Министру просвете, донето је решење да се за Краљевину Србију подигне провизорна астрономска и метеоролошка опсерваторија у приватној кући у Београду на Врачару под управом и руковођењем Милана Недељковића. У првим годинама рада опсерваторија је била више метеоролошка него астрономска због недостатка астрономских инструмената. Тек после првог светског рата, када Недељковић на име ратне репарације набавља астрономске инструменте (више о томе на <http://astro.matf.bg.ac.yu/sem001.htm>), и Астрономска опсерваторија добија материјалну основу на којој гради свој будући научни значај.

У периоду између 1932. и 1936. године највеће активности запослених су усмерене на израду рачунских публикација. Прва је: *Annuaire de l'Observatoire astronomique de Beograd*, садржи привидне средње положаје (α , δ) за сваки десети пролаз кроз гринички меридијан за 189 звезда Eichelberg-овог каталога. Издата су годишта од 1929. до 1934. Друга

публикација је: *Годишњак нашег неба*, астрономски календар на српском језику који је био намењен популаризацији астрономије.

У том периоду значајна активност је била постепено оснивање и организовање појединих астрономских служби. Службу тачног времена и лонгитуде организовао је П. Ђурковић под руководством професора Мишковића 1935. године. Следеће године, 1936. М. Протић организује службу малих планета, комета и сателита у оквиру које се врше и посматрања Сунца у циљу одређивања Волфовог броја. Исте године је покренуто издавање публикације *Bulletin de l'Observatoire astronomique de Beograd*.

Под руководством професора Мишковића 1938. године вршена су посматрања и мерења ради одређивања разлике географских дужина Астрономске опсерваторије и Војног географског института на Калемегдану. Посматрачке податке је обрадио Ђурковић 1939. године, али су због неповољних прилика пред почетак другог светског рата, остали необјављени, а током рата су уништени.

Током рата посматрачки и теоријски радови су сведени на минимум. У току борби, нарочито за ослобођење Београда, дошло је до тешких оштећења на зградама и инструментима. Стање на Опсерваторији се нормализовало у току 1946. године и почиње читав низ посматрачких активности. Службу географске ширине организовали су 1947. године Ђурковић, Шеварлић и Бркић, а почетком 1950. Ђурковић је организовао Службу двојних звезда на тзв. великом рефрактору ($D=650\text{ mm}$, $F=10550\text{ mm}$). На истом инструменту током те године Оскањан организује Службу променљивих звезда. Током 1953. године Бркић је организовао учешће Опсерваторије у Међународној служби времена преко Bureau de l'Heure у Паризу, а 1956. Шеварлић организује учешће у Међународној брзој служби ширине.

Од 1947. Астрономска опсерваторија почиње са издавањем серије *Публикације Астрономске Опсерваторије у Београду* у којој се објављују научни радови.

Астрономска опсерваторија у Београду постоји скоро 120 година током којих се сакупио огроман посматрачки материјал. Део тог материјала је објављиван у публикацијама Астрономске опсерваторије, а део се још увек налази убележен у посматрачке обрасце, посматрачке свеске, на фотографским плочама, или у виду скица или цртежа на ортографским мрежама, и слично. Од великог је значаја, како историјског и културног тако и научног, да се ти подаци сачувају од пропадања или уништавања, јер тренутак у коме су забележени више се не може поновити. На основу њих могу се проверити раније добијени резултати са већом прецизношћу с обзиром на то да данас располажемо компјутерима. Нарочито су погодни за изучавање појава које захтевају посматрања у дугом временском периоду.

Дигитализација је један од начина за очување резултата добијених из астрономских посматрања. То је комплексан процес који представља, осим почетне фазе засноване на примени модерне технологије, фазу препознавања и одабирања материјала на основу стручних знања о културној, научној и другој баштини која је предмет дигитализације, затим фазу давања приоритета и избора метода за обраду и систематизацију на основи претпостављених и постојећих софтверских и хардверских могућности фазе дигиталног архивирања. Скенирање је, на пример, један од видова превођења података у електронску форму, који је у нашој пракси, у овом тренутку, преовлађујући. Дигитализација се спроводи путем развоја програмске и физичке мреже информационих система, њиховог адекватног повезивања и представљања стручној и широкој јавности кроз мултимедијалне презентације. Да би се дигитализација успешно обавила потребно је обезбедити експертску подршку у свим фазама, ангажовање кадрова и примену резултата савремених технолошких истраживања. Дигитализована научна баштина је погодан објекат за проучавање савременим технологијама чиме се постављају нови стандарди, унапређује рад и утиче на промену начина обављања истраживања. За већ дигитализована посматрања потребно је решити проблеме преузимања, конвертовања, допуњавања и укључивања постојећих дигитализованих података којима располаже АОБ. Према нашим сазнањима, АОБ поседује одређену количину дигитализованог посматрачког материјала у ASCII формату, који треба укључити у дигитализацију, јер, једном дигитализовани подаци представљају изузетно вредан и погодан материјал за најразноврсније облике научно-стручне обраде (статистичка обрада, развој специјализованих експертних система итд).

Међународна астрономска унија IAU (International Astronomical Union, <http://www.iau.org/>) је 1948. године на VII генералном заседању у Цириху оформила комисију 41 за историју астрономије (Commission 41, History of Astronomy). На XXI генералном заседању 1991. у Буенос Аиресу је усвојена резолуција по којој IAU подржава иницијативу комисије 41 (Proceedings of the Twenty-First General Assembly, p.77):

- да се успостави регистар о свим постојећим астрономским архивама од историјског интереса;
- да се одговорност за чување, конзервацију и, где је то могуће, каталогизацију свих архива, пренесе на опсерваторије и друге релевантне институције;
- да пронађе институције које ће доделити простор и фондове за одржавање успостављених регистара и публиковати их.

Комисија 5, такође у оквиру IAU, која је задужена за документацију и астрономске податке (Commission 5, Documentation and Astronomical Data),

предложила је резолуцију о слободном приступу астрономским архивама (Resolution on freedom of access to astronomical archives). На XXV генералном заседању 2003. у Сиднеју, резолуција је прихваћена од стране IAU. Овим смо добили јасне смернице у погледу даљег рада.

У јуну 2002. године формирана је за астрономску заједницу значајна организација—Међународни савез виртуелних опсерваторија IVOA (International Virtual Observatory Alliance, <http://www.ivoa.net>). Њен задатак је да олакша међународну координацију и сарадњу неопходну за развој алата, система и организационе структуре да би се омогућило коришћење астрономских архива који су интегрисани у Виртуелну опсерваторију. Број чланова IVOA је у сталном порасту, тренутно стање се може видети на Интернет адреси <http://www.ivoa.net/pub/members/>. IVOA тесно сарађује са Комисијом 5 IAU и ради се на формирању радне групе за виртуелне опсерваторије у оквиру ове комисије. Колики значај IAU придаје виртуелним опсерваторијама види се и по томе што се за XXVI заседање IAU у Прагу (август 2006) предвиђа специјална седница о VO (Special Session 3: The Virtual Observatory in Action: New Science, New Technology, and Next Generation Facilities). Један од најважнијих задатака IVOA је стандардизација у оквиру W3C (World WideWeb Consortium, <http://www.w3.org/>), групе која је одговорна за формирање и предлагање стандарда за представљање података на Интернету, с тим што документи W3C нису званични стандарди, већ само препоруке; корисницима се препушта да одлуче да ли ће их поштовати.

Препорука за мета-језик XML (eXtensible Markup Language), у којој је описана, још увек актуелна, верзија 1.0, дата је 1998. године. XML језик и технологије развијене за његову подршку, карактерише дескриптивност, прецизан опис и валидација података, чиме се олакшава процес обраде и смањује могућност грешака током обраде. Подаци описани у XML-у су независни од платформе на којој се користе, што XML-у даје велику предност с обзиром на то да постоји велики број различитих типова рачунара (платформе) који се користе на Интернету. Ово је један од важнијих разлога што је XML са пратећим технологијама постигао широко распрострањену употребу. Избор ових технологија је гаранција да ће подаци у будућности моћи лако да се обрађују, трансформишу и користе. За дигитализацију посматрања АОБ потребно је неколико XML технологија. Пре свега технологија XML Schema која служи за прецизан опис података уз наметање одређених ограничења (дозвољени тагови, скупови из којих се узимају вредности, ...) која су у овом случају пожељна. Једноставнији рад са обрасцима обезбеђује Xforms технологија, а формирање упита за базу података омогућава технологија XML Query (слично као SQL) (Тошић, Д., 2003).

IVOA је за свој основни стандард изабрала XML, а специфичности астрономских података дефинисане су кроз низ препорука: VOTable Format Definition—за дефинисање структуре табела, The UCD1+ controlled

vocabulary—контролисани речник за описивање података, Astronomical Data Query Language (ADQL)—језик за постављање упита базиран на SQL92 (програмски језик за рад са релационим базама података), итд.

Са друге стране, у оквиру UNESCO-а (<http://whc.unesco.org/en/initiatives/32/>) у току је укључивање астрономије у светско наслеђе (“Astronomy and World Heritage“), а 2009. година је проглашена годином астрономије. Такође, под окриљем UNESCO-ве канцеларије у Венецији (UNESCO Office in Venice, или познатија као UNESCO ROSTE -- Regional Office for Science & Technology for Europe (<http://www.unesco.org/venice>), у земљама Југоисточне Европе организован је низ скупова и институција са циљем да се направи стратегија за очување културног и научног наслеђа ових земаља. Дигитализација, је један од начина за очување културног и научног наслеђа. На нашим просторима дигитализацијом научне и културне баштине координира Национални центар за дигитализацију (<http://www.ncd.matf.bg.ac.yu>) за чије формирање је покренута иницијатива 2001. године.

Астрономска посматрања несумњиво представљају део и националне и светске научне и културне баштине. У том смислу су предузети први кораци у дигитализацији оног дела астрономских посматрања Астрономске опсерваторије у Београду, који се не налази већ у дигиталном облику. Ради се о нумеричким подацима који су добијени током посматрања на разним астрономским инструментима АОБ. Поступак дигитализације астрономских посматрања одвија се у неколико фаза.

Анализа постојећег стања је показала да на АОБ постоји око 30 различитих врста посматрачких образаца и око 10 врста посматрачких свески. Извршено је скенирање свих врста посматрачких образаца (непопуњених) који су пронађени у архиви АОБ. Овај корак је учињен да би се унос података олакшао тиме што ће компјутерски дизајнирани обрасци имати идентичан изглед као оригинални, те неће долазити до недоумица који податак у које поље треба сместити. За креирање дигитализованих образаца изабран је пакет програма Adobe Acrobat Professional 7.0 (Acrobat PDF forms), пре свега зато што компанија Adobe има традицију у успостављању, подржавању и унапређивању стандарда и зато што је Adobe компанија активни члан кључних тела, радних група и индустријских асоцијација које развијају стандарде, укључујући и стандарде базиране на XML технологији која је за нас од есенцијалног значаја јер се за представљање података преко IVOA препоручује управо XML технологија.

За свако поље обрасца могуће је дати детаљно упутство за попуњавање које се појављује једноставним постављањем курсора на поље. Архитектура образаца омогућава превенцију у настајању грешака приликом уноса, јер је свако поље прецизно дефинисано у зависности од природе самог податка

који треба унети. На пример: ако у поље треба унети ректасцензију небеског тела, тада се из контролисаног речника (The UCD1+ controlled vocabulary) изабере ознака *pos.eq.ra* која одговара ректасцензији, и дефинишу граничне вредности унетог податка (од 0 до 360 степени), или ако је у питању деклинација, тада поље има ознаку *pos.eq.dec*, и мора бити означено, тј. мора садржати позитиван или негативан предзнак и, такође, граничне вредности (од 0 до 90 степени) и слично. Сва аритметичка прерачунавања се врше симултано са уносом података. Ово омогућава проверу тачности израчунатих вредности које су убележене на обрасцима (раније су на АОБ постојала радна места са називом „калкулатор“, задатак људи запослених на овим радним местима је био да врше разна израчунавања „ручно“, или уз помоћ примитивних рачунских машина, те је могуће да је долазило до грешака). По завршетку попуњавања обрасца, подаци се у виду XML датотеке прослеђују серверу, уколико је попуњавање текло у on-line режиму, или се унос података врши у локалу (off-line), а затим се попуњени обрасци путем електронске поште проследе на одговарајућу адресу. Тако добијени подаци могу једноставно да се конвертују и у друге облике записа, на пример у xls (Microsoft Excel), HTML, XHTML, ASCII формат и сл.

За дигитализацију астрономских посматрања АОБ није неопходна специјална опрема; довољан је персонални рачунар стандардних карактеристика, програм Adobe Reader који је бесплатан.

Дигитализацију посматрања представимо на примеру одређивања лонгитуде Астрономске опсерваторије у Београду помоћу Мајерових формула. Одређивање лонгитуде повезано је са одређивањем месног звезданог времена у тренутку пролаза изабране звезде кроз меридијан преко формуле $\lambda = s - S$, где је λ лонгитуда места посматрања, s је месно звездано време, а S гриничко звездано време. За добијање лонгитуде неопходно је познавање поправке часовника, тј. часовниковог стања. За добијање овог резултата коришћени су: мали пасажни инструмент „Askania“, Бамберговог типа ($D = 100$ мм, $F = 1000$ мм), систем од три кварцна часовника и електромеханички хронограф који током пролаза звезде бележи време контаката окуларног микроскоп--микрометра и секундне импулсе на истој папирној траци. Хронографска трака са свим регистрованим пролазима се по завршеном посматрању препарира и чита. Аритметичка средина свих одговарајућих парова контаката, са обрачунатом паралаксом хронографа, даје најбоље време пролаза звезде кроз бесколимациону линију малог пасажног инструмента.

Серију меридијанских пролаза одабраних звезда сачињава десетак такозваних часовних звезда, које се посматрају у горњем пролазу и једна звезда у доњем (доњи пролаз се не користи за извођење часовниковог стања, служи за контролу). Посматрачке серије се формирају селекцијом звезда из

радног каталога сортираног по растућим вредностима ректасцензија. Током рада Службе времена било је формирано неколико радних каталога. Поменућемо неке: радни каталог коришћен од 1964. до 1965. године – 336 звезда, од 1966. до 1969. – 264 звезде, и од 1969. до 1986. – 297 звезда. Подаци о положајима и сопственим кретањима звезда преузети су из фундаменталних каталога FK4 и FK5, и, за један мањи број звезда, из GC (General Catalogue).

Величине: часовниково стање (C_p), привидна ректасцензија посматране звезде (α) и регистровани тренутак њеног пролаза кроз бесколимациону линију малог пасажног инструмента (T), повезује најважнија релација меридијанске астрономије—Мајерова формула:

$$C_p = \alpha - [T + A \sin(\varphi - \delta) \sec \delta + I \cos(\varphi - \delta) \sec \delta + C \sec \delta + R \sec \delta],$$
 за горњи пролаз.

На АОБ се величина C_p изводила једним специфичним поступком који је омогућавао најбрже израчунавање помоћу скромних рачунских помагала (за детаље видети Јовановић, 1975). Дигитализацијом посматрања је омогућено да се сва израчунавања поново изврше (тима се врши провера тачности израчунатих података), а поступак се може изабрати тако да даје најбоље резултате, јер више нема препрека у рачунању. По одређивању часовниковог стања, односно по налажењу поправке за часовник, израчунавамо поправљено месно и гриничко звездано време, чија разлика нам даје лонгитуду места посматрања.

У наредном периоду, у дигитализацију астрономских посматрања, могу да се укључе и садржаји који имају другачију форму, као што су, на пример, посматрања Сунца и Сунчеве активности на ортографским мрежама, фотометријаска и спектроскопска посматрања, полариметријска посматрања и сл. Такође се могу укључити и подаци других институција које су имале, или имају везе са примењеном астрономијом.

Литература

- Блажко, С. Н.: 1979, *Курс практической астрономии*, Наука, Москва.
 Димитријевић, М. С.: 1997, “110 година Астрономске опсерваторије”, у: Развој астрономије код Срба, *Публикације Астрономске опсерваторије у Београду*, **56**, Београд, стр. 9-19.
 Ђурковић, П. М.: 1968, “Седамдесет пет година рада Астрономске опсерваторије у Београду”, у: Симпозијум астронома Југославије, *Публикације Астрономске опсерваторије у Београду*, **12**, Београд, стр. 15-52.
 Јовановић, М.: 1975, “Анализа мерних података UT0-UTC часовне службе Астрономске опсерваторије у Београду”, у: Зборник радова Националне

- конференције југословенских астронома – 1973, Београд, *Публикације Астрономске опсерваторије у Београду*, **20**, Београд, стр. 90-97.
- Радованац, М.: 2005. “Астрономска опсерваторија у Београду од 1945. до 1955. године”, у: Зборник радова конференције Развој астрономије код Срба III *Публикације Астрономског друштва “Руђер Бошковић”* **6**, Београд, стр. 55-100.
- Тошић, Д.: 2003, “XML-технологије и дигитализација”, у: *Преглед Националног центра за дигитализацију* **3**, Београд, стр. 1-12.
- UNESCO: 2005, “Recommendations for Coordination of Digitisation of Cultural Heritage in South-Eastern Europe”, у: *Преглед Националног центра за дигитализацију* **7**, Београд, стр. 2-7.

OBSERVATIONAL FORMS OF ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN BELGRADE

Importance of AOB astronomical observation digitalization recorded at observation forms was discussed. One solution for on-line and off-line data input and observational data access is given. Recalculation and control of obtained results is explained. Example of observation reduction performed by Time service on Small passage instrument (D=100 mm, F=1000 mm), Bamberg's type, of “Askania” company is given. Determination of the longitude of observation location was made by absolute method with Mayer's formulas for reduction of observation moment to meridian. Possibilities for local and regional cooperation and opening the way to cooperation with UE by joining the IVOA (International Virtual Observatory Alliance) were considered.