

Augsti informatīvas datu bāzes izveidošana un Šmita teleskopa astroplašu arhīva digitalizācijas bāzes

I.Eglītis

Viens no galvenajiem astronomu uzdevumiem ir iegūt novērojumu datus par dažādiem Visuma objektiem un saglabāt šos datus turpmākai izmantošanai, jo novērojumu materiāls ir visu pētījumu pamatā. Sākotnēji novērojumu dati tiešā vai apstrādātā veidā tika glabāti ierakstos uz papīra vai vēlāk kā iespieddarbu veidā, kas glabājas bibliotēkās. Pēc fotogrāfiskā procesa atklāšanas, gandrīz 100 gadu posmā, astronomi savus novērojumus ir fiksējuši uz fotoemulsijas slāņa un glabājuši astronomisko plašu arhīvos.

Šāds astronomisko uzņēmumu arhīvs ir veidots Baldones Astrofizikas Observatorijā laika posmā no 1966. – 2005.gadam veicot novērojumus ar vienu no lielākajiem pasaules Šmidta sistēmas teleskopu.

Tabula 1. Pasaules lielākie Šmidta sistēmas teleskopi.

Observatorija	Ieejas apertūra (cm)	Darbojas kopš (gada)	Valsts
Palomāras Šmidts	122	1947	U.S.A.
Bloemfonteinā Šmidts	81	1950	Dienvīdāfrika
Hamburgas-Calar Alto Šmidts	80	1955	Vācija
Tautenburgas Šmidts	134	1960	Vācija
Birakānas Šmidts	100	1961	Armēnija
Kvistabergas Šmidts	100	1964	Zviedrija
Baldones Šmidts	80	1967	Latvija
La Sillas Šmidts	100	1969	ESA, Čīle
Saiding Spring Šmidts	124	1973	Australija
Kiso Šmidts	105	1974	Japāna
Meridas Šmidts	100	1976	Venecuēla
Kalernas Šmidts	90	1976	Francija
Kepler fotometrs	95	2009	Lielākais kosmosā

Ar Baldones Šmidta teleskopu (80cm korekcijas lēca/120cm spoguļa diametrs/240cm fokusa garums) Baldones observatorijā (Starptautiskās Astronomu Savienības kods 069) novērojumus uzsāka 1966.gada decembrī. Teleskops izvietots 103 m virs Zemes ģeoida uz Riekstukalna ($\lambda = 24.4041$ E, $\delta = 56.7734$ N) 4.5 km no Baldones pilsētiņas. Tā redzeslauks pārklāj 19 kvadrātgrādu lielu debess apgabalu. Novērojumi veikti U, B, V, R, I fotometriskajās joslās, kuras realizētas izmantojot Tabulā 2 uzskaitītos emulsijas un filtru kombinācijas.

Tabula 2. Emulsiju un filtru kombinācijas, kuras lietotas lai nodrošinātu novērojumus U, B, V, R, I sistēmās.

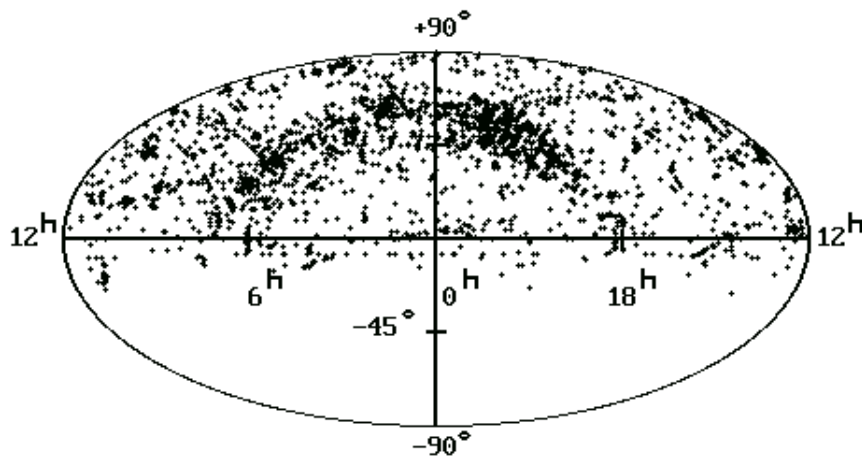
Emulsija	Filtrs	Uzņēmumu skaits	Emulsija	Filters	Uzņēmumu skaits
	-			U	
ZU21	-	262	ZU21	UG1	337
ZU1	-	119	ZU2	UG1	229
ZP3	-	21	ZU21	UFS3	86
A500N	-	20	ZU1	UG1	62
	B			V	
ZU21	GG13	2783	A600N	ZS17	2102

ZU2	GG13	1692	A600	ZS17	1797
NT-1AS	GG13	337	A600U	ZS17	409
A500N	GG13	206	A600rP	ZS17	235
	R			I	
ZP1	RG1	7075	IN	KS19	877
ZP1	KS13	1692	IN	RG1+BG3	441
ZP3	RG1	764	I840	RG1	26
A700N	KS13	241	IVN	KS19	10

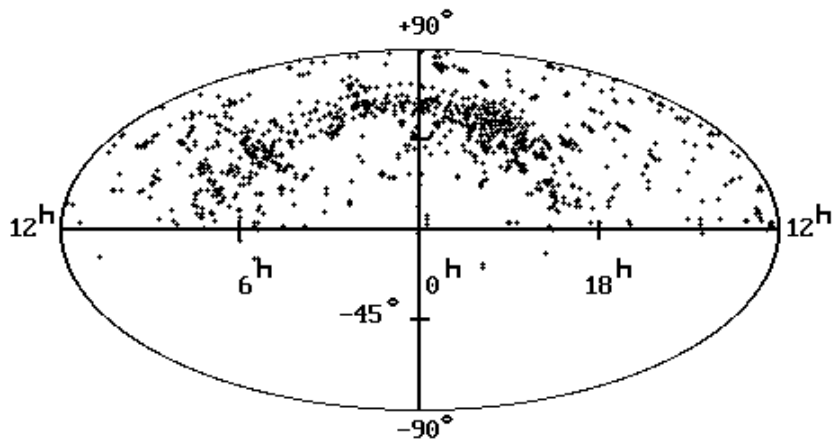


1. Att. Baldones Šmidta teleskops (80cm- korekcijas lēca/120cm – spoguļa diametrs/240cm – fokusa attālums).

Sākotnēji Baldones astronomu zinātniskās intereses zvaigžņu astronomijas jomā bija vērsta galvenokārt uz oglekļa zvaigžņu un to īpašību izpēti. Tāpēc lielākā daļa gan tiešo, gan spektrālo uzņēmumu iegūti galaktikas ekvatora rajonā, kur ir koncentrētas oglekļa zvaigznes (2. un 3. att.).



2. Att. Ar Baldones Šmidtu iegūto 22000 tiešo uzņēmumu sadalījums pa debess jumu ekvatoriālajās koordinātēs.



3. Att. Ar Baldones Šmidtu iegūto 2300 spektrālo uzņēmumu sadalījums pa debess jumu ekvatoriālajās koordinātēs.

Katra Baldones Šmita teleskopa uzņēmums ir iegūts, lai izpētītu noteiktu kosmisko objektu vai objektu grupu, tāpēc tikai šiem objektiem ir izmērīts vai nu spožums, vai koordinātas. Parasti apmēram 95% līdz 99% informācijas, kas reģistrētas uzņēmumos emulsijas slānī, paliek neizmantoja. Tomēr nākotnē šī informācija varētu būt ļoti nozīmīga daudzos citos pētījumos. Tāpēc šie uzņēmumi sastāda Latvijas astronomu nacionālu bagātību un tiek uzglabāti Observatorijas Baldones Šmidta teleskopa arhīvā, telpās kuras vismazāk pakļautas straujām temperatūras svārstībām. Uzņēmumi tiek glabāti vertikāli oriģinālās ORWO 24x24 cm izmēra iepakojuma kastēs, sakārtotas plauktos hronoloģiskā secībā.



5. Att. Baldones Šmidta teleskopa astronomisko uzņēmumu arhīvs. Dr. Phys. I. Eglītis apskata astronomisko uzņēmumus.

Astronomisko uzņēmumu arhīvs satur unikālu uzņēmumu kopu, kura salīdzinot ar citām atšķiras ar to, ka satur regulārus novērojumus izdalītos debess apgabalos. Tas dod iespēju risināt daudzus astronomiska rakstura uzdevumus, tai skaitā pētīt zvaigžņu dinamiskas un nestacionāras dabas procesus 40 gadu griezumā vienlaicīgi netērējot gadu desmitus novērojumu veikšanā. Šādu unikālu iespēju nedod neviena līdz šim zināmā astronomisko datu bāze. Bez tam arhīva dati nodereīgi Saules sistēmas mazo ķermeņu pētījumu jomā.

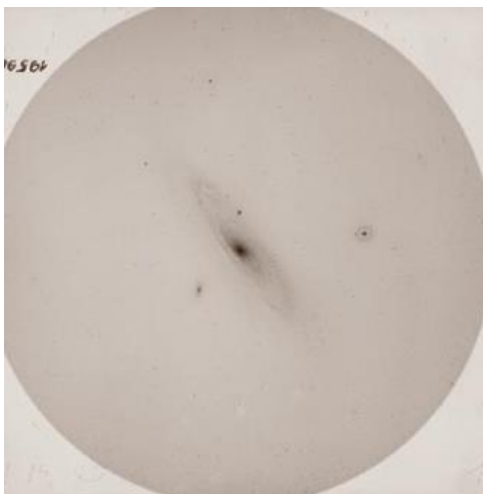
2012.gada tika uzsākta Baldones Šmidta teleskopa uzņēmumu digitalizācija, lai nodrošinātu nacionālās bagātības saglabāšanu, kā to nosaka Starptautiskās Astronomu Savienības 24. Kongresa rezolūcija Nr. B3, 2000 par "Fotogrāfisko novērojumu informācijas saglabāšanu" (http://syrite.obspm.fr/IAU_resolutions/Resol-UAI.htm) un padarītu šo milzīgo datu kopu pieejamu starptautiskajai astronomu saimei.

Vienlaicīgi kā rāda statistika lielu astroplašu kolekciju izmantošanas pēc Strasbūras Astronomisko Datu Centra statistikas datiem tiek izmantotas vidēji ar kārtu 2 milj. reižu/gadā. Līdz ar to Baldones Šmidta teleskopa datu bāze nodrošinās Latvijas zinātnes reitinga palielināšanos un citējamības pieaugumu vadošajos astronomiskajos žurnālos, strauju sadarbības iespēju pieaugumu, jaunu pētījumu projektu pieteikuma iespējas piemēram veidojot Ultravioleto debess apskatu, paplašinās mazo planētu un Piena ceļa zvaigžņu kopu pētījumu iespējas.

2018.gadā noslēdzās pirmais etaps - astronomisko uzņēmumu digitizācijas process izmantojot piecus liela lauka (A3 formāta) skanerus EPSON EXPRESSION 10000XL, 11000XL un datortehniku (4. un 5. Att.), kura tika iegādāta pateicoties Valsts Nozīmes Pētniecības Centra un FOTONIKA-LV projektiem.



6. Att. Lielformāta skaneri EPSON EXPRESSION 10000XL, 11000XL.



7. Att. B sistēmā uzņemtas foto plates Nr19591 skans – ar Andromedas galaktiku centrā.

Digitālo datu apstrāde ir sarežģīts process, kurš prasa veidot sarežģītus programmu kompleksus, kas ļauj apstrādāt liela apjoma failus (~1GB). Apstrādes laikā notiek fotoplašu fona nevienādības modeļa veidošana; optisko kropļojumu aberācijas, komas ienesto kļūdu labošana; teleskopa fokālā lauka liekuma ienesto kropļojumu ievērošana; skaneru soļu dzinēju nevienmērīgās kustības radīto kļūdu novēršana; viltus objektu – putekļu, skrāpējumu izslēgšana, fotoemulsijas jūtības raksturlieknes ievērošana, iegūstot zvaigžņu spožumus utj.

Šādu skanu apstrādes programmu kompleksu izdevies izveidot Ukrainas Nacionālās Akadēmijas Galvenās Astronomiskās observatorijas astronomu darba gupai Vitālija Andruka vadībā. Programmas strādā 64 bitu sistēmā LINUX/MIDAS/ROMAFOT/ vidē (Andruk V.M. et al.: 2005, Kinematics and Physics of Celestial Bodies, 21, N5, 396). Baldones Astrofizikas observatorijā pašlaik ir uzsākts otrais posms pie Virtuālās Baldones Šmidta teleskopa datu bāzes izveides – digitālo skanu apstrāde, kuras rezultātā tiek iegūtas visu uzņēmumā fiksēto objektu koordinātas un

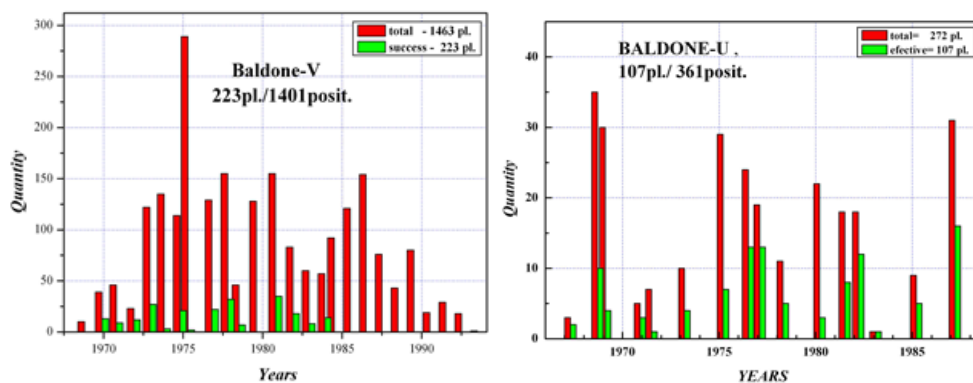
spožumi. Koordināšu piesaistei tiek izmantoti Tycho 2, PPMXL [Roeser, 2010, AJ, 139, 2440-244], XPM [Fedorov, 2009, MNRAS, 393, 133-138], Gaia DR2 katalogi, bet spožuma noteikšanai vēl papildus UCAC4 [Zacharias, 2013, A J, 145, 14 pp] katalogs. Uz doto brīdi ir apstrādāti 780 U (ultravioletā spektra daļā), 4600 V (vizuālajā spektra daļā) iegūtie uzņēmumu skani, jeb 24% no tiešajiem fotogrāfiskajiem arhīva attēliem.

Projekta pieteikumu sagatavoja un projektu vada Dr.Phys. I.Eglītis. Projekts ir LU Akadēmiskās attīstības projekts ar mērķi atbalstīt kolekciju uzturēšanu un pilnveidi. Projekta finansējums ir 12800EUR gada kopš 2014.gada

Datu bāzes daļa, kura ir apstrādāta pieejama WinSCP serverī Schmidt.lu.lv<<http://Schmidt.lu.lv>>. Pieeja servera datiem jāsaskaņo e-pastā ilgmars.eglitis@lu.lv. Brīvpieeja datu bāzei paredzēts pēc visu skanu apstrādes pabeigšanas. Attēlu oriģināli un to digitālie skani divos eksemplaros glabājas Baldones Smidta teleskopa paviljonā.

Skatēšanas darbu veica un apstrādes procesu turpina Vija Eglīte, Jeļena Gulbe, Raimonds Eglītis, 2019.gada rudenī asteroīdu meklējumos uz apstrādātajiem skaniem tika piesaistīts LU Fizikas un Matemātikas fakultātes Fizikas bakalaura 1. kursa students Kristeris Nagainis.

Iegūti arī pirmie zinātniskie rezultāti: Tika atrasti 1762 asteroīdi uz 1962-1985 gados iegūtajiem astronomiskajiem attēliem. Gandrīz trešdaļa no konstatētajiem asteroīdiem fiksēti ievērojami ātrāk nekā to reģistrētais atklāšanas datums. Kopumā tas pamato augsto zinātnisko arhīva datu potenciālu dažādu pētījumu veikšanai nākotnē un plašās starptautiskās sadarbības iespējas.



8. Att. Baldonē iegūto V un U attēlu sadalījums pa gadiem ar sarkanu, attēlu uz kuriem atrasti asteroīdi ar zaļu.

Publicēts Plutona 90 astrometrisko pozīciju katalogs uz Latvijas Universitātes Baldones observatorijas 1961.-1996, Ukrainas Nacionālās zinātņu akadēmijas Galvenās astronomiskajā observatorijas, Kijevas Ševčenko Nacionālās universitātes Astronomiskās observatorijas un Nikolajevas Pētniecības institūta Astronomijas observatorijas attēlu bāzes. Astronegatīvi ir digitalizēti ar Epson Expression 10000XL un Epson Perfection V750 Pro komerciālajiem skeneriem 16 bitu pelēktonos ar izšķirtspēju 1200 dpi. Koordinātu starpība salīdzinot ar Mazo Planētu Centra efemeridām (JPL PLU055 / DE433) sastāda 0,09 ... 0,14 loka sekundes.

Par pētījumu tēmu nolasīti pieci ziņojumi starptautiskajās konferencēs:

“Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Cosmomicrophysics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology” 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019.gadu Odesā, Ukrainā” 19 ziņojumi.

“AstroPlate: International Workshop on Scientific use, digization and preserving astronomical photographic records” konferencē, 2016, Prāgā, 3 ziņojumi

“European Week of Astronomy and Space Science EWASS” konferencē, 2017, Prāgā, 1 ziņojums
“Large surveys with small telescopes: Past, Present, and Future” konferencē 2019, Bambergā, Vācijā, 1 ziņojums
“LU 74, 75, 77, 78 zinātniskās konferencēs 7 ziņojumi.

Publicēti 21 zinātniski raksti, kuru sagatavošana pilnīgi vai daļēji finansēta no šī projekta līdzekļiem.

Pētījumu publicitāte ļāva Baldones Astrofizikas observatorijai iesaistīties relatīvistisko daļiņu pētījumu projektā sadarbībā ar Odesas Nacionālā Universitātes Astronomisko observatoriju, Indijas Zinātnes un Tehnoloģijas Institutu, Ukrainas Nacionālās Akadēmijas Radio Astronomijas institūtu, Starptautisko Vetspils Radio Astronomijas Centru un Slovākijas Virholat Astronomisko observatoriju.