

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ  
ԱԿԱԴԵՄԻԱ  
ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱՅԻ ԵՎ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ ՊՐՈԲԼԵՄՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Արամ Վարդգեսի Կնյազյան

ՀԱՇՎՈՂԱԿԱՆ ԱՍՏՂԱՖԻԶԻԿԱՅԻ ՈՐՈՇ ԴԱՍԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՀԱՄԱՐ  
ՄԻԶԱՎԱՅՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ ԳՐԻԴ ԻՆՖՐԱԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԿԻՐԱՌՄԱՍԲ

Ե.13.04 - «Հաշվողական մեքենաների, համալիրների, համակարգերի և ցանցերի  
մաթեմատիկական և ծրագրային ապահովում» մասնագիտությամբ տեխնիկական  
գիտությունների թեկնածուի զիտական աստիճանի հայցման համար

ՄԵՂՍԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ – 2012

---

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Арам Вардгесович Князян

РАЗРАБОТКА СРЕДЫ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ  
АСТРОФИЗИКИ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРИД ИНФРАСТРУКТУРЫ

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности

Е.13.04 – “Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,  
комплексов, систем и сетей”

ЕРЕВАН – 2012

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում:

Գիտական ղեկավար՝ տ. գ. թ. Հ. Ասցատրյան  
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ տ. գ. դ. Հ. Հարությունյան  
տ. գ. թ. Ա. Պետրոսյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարան

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է 2012թ. հունիսի 12-ին, ժամը 15:00-ին, ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտի 037 «Ինֆորմատիկա և հաշվողական համակարգեր» մասնագիտական խորհրդի նիստում, հետևյալ հասցեով՝ 0014, Երևան, Պ. Սևակ 1: Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ-ի գրադարանում: Սեղմագիրն առաքված է 2012թ. մայիսի 12-ին:

037 մասնագիտական խորհրդի  
գիտական քարտուղար, ֆ. մ. գ. դ.



Հ. Սարուխանյան

---

Тема диссертации утверждена в Институте проблем информатики и автоматизации НАН РА.

Научный руководитель: к. т. н. Г. Асцатрян  
Официальные оппоненты: д. т. н. Г. Арутюнян  
к. т. н. А. Петросян

Ведущая организация: Государственный инженерный университет  
Армении

Защита диссертации состоится 12-ого июня 2012г., в 15:00 часов, на заседании специализированного совета 037 “Информатика и вычислительные системы” Института проблем информатики и автоматизации НАН РА, по адресу: 0014, Ереван, ул. П. Севака 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИПИА НАН РА.  
Автореферат разослан 12-ого мая 2012г.

Ученый секретарь специализированного  
совета 037, д. ф. м. н.



А. Саруханян

## ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

### ***Թեմայի արդիականությունը:***

Հաշվողական գրիդը աշխարհագրորեն տարաբաշխված էլեկտրոնային ենթակառուցվածք է, որը միավորում է տարբեր տիպի (պրոցեսոր, օպերատիվ և հիմնական հիշողություն, հիշասարք, տվյալների հենք, ցանց) բազմաթիվ ռեսուրսներ: Այդպիսի համակարգերն ապահովում են հետազոտողների միասնական աշխատանքը և թույլ են տալիս առավել արդյունավետ օգտագործել առկա հաշվողական ռեսուրսները:

Գրիդ ենթակառուցվածքները լայնորեն օգտագործվում են տարբեր գիտական խնդիրների լուծման համար, որոնք պահանջում են հզոր հաշվողական ռեսուրսներ կամ մեծ ծավալի տվյալների մշակում:

Տիեզերքի շրջահայության համար օգտագործվում են տարբեր տեսակի երկրային և տիեզերական դիտակներ, ինչպես նաև բազմաթիվ գրանցող սարքավորումներ: Վերջին տարիներին մեծ զարգացում են ապրել դիտակների պատրաստման, դիտումների և գրանցումների ենթակառուցվածքները, ստեղծվել են բարձր լուծունակությամբ մեծ չափերի դիտակներ և գերզգայուն գրանցող սարքավորումներ, որոնց միջոցով ստացվող տվյալներն արխիվացվում են հետագա հետազոտությունների, ինչպես նաև աստղագետների լայն շերտերին հասանելի դարձնելու համար: Ակնկալվում է, որ նմանատիպ զարգացումների դեպքում աստղադիտարաններն օրական կգեներացնեն տերաբայթերի հասնող տվյալներ: Նման վիթխարի տվյալների պահպանման, օգտագործման ու մշակման խնդիրների լուծումը միջազգային աստղագիտական հանրության կողմից կազմակերպվում է վիրտուալ աստղադիտարանների (ՎԱ) միջոցով:

ՎԱ-ը աստղագիտական տվյալների հասանելիության, պահպանման, հետազոտման և մշակման համար օգտագործողներին տրամադրում է միջավայրեր (օրինակ վեբ միջավայր) և գործիքներ, որոնք օգտագործելով ընդունված հիմնօրինակները՝ կապ են ապահովում ՎԱ-երի միջև տվյալների համեմատման և փոխանակման համար:

Ուստի, ինչպես երևում է ՎԱ-ի նկարագրությունից, կարևոր խնդիրներ են հանդիսանում աստղագիտական տվյալների հետազոտման, վերլուծության, համեմատման համար արդյունավետ և արագագործ ծրագրային միջոցների ստեղծումը, ինչպես նաև ՎԱ-երի միջև տվյալների և տեղեկատվության փոխանակման բարձր արագության ապահովումը: Նշված խնդիրների

հետազոտմանն է նվիրված սույն ատենախոսությունը՝ կիրառելով ժամանակակից էլեկտրոնային ենթակառուցվածքները:

Հաշվի առնելով վիրտուալ աստղադիտարանների զարգացման միջազգային փորձը, աստղագիտության ներկա խնդիրները, ինչպես նաև միջազգային ՎԱ-երի կողմից մշակված ծրագրային համակարգերի թանկարժեքությունը, Հայկական ՎԱ-ի զարգացման համար արդիական խնդիր է՝ մշակել ժամանակակից ծրագրային միջոցներ, որոնք կբավարարեն ՎԱ-երի համար գոյություն ունեցող միջազգային չափանիշներին և կօգտագործեն էլեկտրոնային ենթակառուցվածքներ, ինչպես օրինակ Հայկական ազգային գրիդ ենթակառուցվածքը: Մասնավորապես, կարևորվում են թվայնացված աստղագիտական թիթեղներից աղբյուրների արտաբերման, աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման խնդիրները, ինչպես նաև Հայկական վիրտուալ աստղադիտարանի ֆունկցիոնալ զարգացումը, աստղագիտական տվյալների տեղաբաշխման խնդրի լուծումը:

#### ***Հետազոտության առարկան:***

Հետազոտության առարկան է՝ տարբեր երկրների ՎԱ-երի և հաշվողական ենթակառուցվածքների ճարտարապետությունն ու ֆունկցիոնալությունը, կիրառվող ծրագրային միջոցները, տրամադրվող ծառայությունները, թվայնացված աստղագիտական ուղղակի և սպեկտրային պատկերներից աղբյուրների արտաբերման և աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման կազմակերպման մեխանիզմները:

#### ***Աշխատանքի նպատակը:***

1. Բյուրականի աստղադիտարանի կողմից թվայնացված յուրօրինակ պատկերների համար մշակել և իրականացնել միջազգային աստղագիտական հիմնօրինակներին բավարարող մետատվյալների դեկավարման միջավայր և ներդնել այն Հայկական ՎԱ-ում<sup>1</sup>:
2. Հետազոտել աստղագիտական պատկերներից աղբյուրների արտաբերման (էքստրակցիայի) մեթոդներն ու առկա ծրագրային միջոցները, սպեկտրային պատկերներից աղբյուրների արտաբերման խնդիրները և դրանց հնարավոր լուծումները՝ կիրառված Բյուրականի թվայնացված առաջին շրջահայության (ԲԹԱՇ) պատկերների վրա:

---

<sup>1</sup> Մետատվյալների դեկավարման միջավայր՝ <http://arvo.sci.am>

3. Հետագոտել աստղագիտական կատալոգների առանձնահատկությունները, դրանց փոխհամադրման (կրոսս-կորեկիացիայի) մեթոդները, կիրառվող ալգորիթմները, մշակել փոխհամադրման նոր արդյունավետ ալգորիթմ և ծրագրային համակարգ:

***Հետագոտման մեթոդները:***

Հետագոտությունների ընթացքում օգտագործվել են ՎԱ-երի մշակման, աստղագիտական պատկերներից աղբյուրների արտաբերման, ինչպես նաև աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման ժամանակակից մեթոդներ և արդի վեբ տեխնոլոգիական մոտեցումներ:

***Արդյունքների գիտական նորույթը:***

- Հայկական ՎԱ-ի համար մշակվել է աստղագիտական տարբեր ծրագրային բաղադրիչներից բաղկացած պորտալ, որը համակցում է ՎԱ-երի և էլեկտրոնային հաշվողական համակարգերի ենթակառուցվածքները և պարունակում է աստղագիտական մետատվյալների հետ աշխատելու մեխանիզմներ և գործիքներ: Պորտալն օգտագործողների լայն շերտին հասանելի դարձնելու համար ստեղծվել է համապատասխան ինտերֆեյս:

- Մշակվել է ծրագրային համակարգ, որը թույլ է տալիս աստղագիտական պատկերներից աղբյուրների արտաբերման հայտնի «Սորս Էքստրակտոր»<sup>2</sup> (ՄԷ) ծրագրի կիրառման արդյունքում ստացված աստղագիտական կատալոգում կատարել սպեկտրային աղբյուրների կոորդինատների շեղումների ուղղում: Ստացվել է ՄԷ-ի մուտքային պարամետրերի այնպիսի համախումբ, որը հնարավորություն է տալիս կիրառել ՄԷ-ը սպեկտրային պատկերներից աղբյուրների արտաբերման համար: Դա թույլ է տալիս արտաբերել նաև 17-ից մեծ աստղային մեծությամբ աղբյուրներ՝ ի տարբերություն գոյություն ունեցող սպեկտրային աղբյուրների արտաբերման «bSpec»<sup>3</sup> ծրագրի:

- Մշակվել է նոր ալգորիթմ և ծրագրային համակարգ աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման համար, որը թույլ է տալիս կատարել փոխհամադրում՝ հիմնվելով յուրաքանչյուր աղբյուրի կոորդինատային շեղման վրա: Ի տարբերություն փոխհամադրման դասական մեթոդի, այն ապահովում է ավելի մեծ ճշտություն և համադրումների ավելի բարձր տոկոս:

---

<sup>2</sup> Source Extractor, <http://www.astromatic.net/software/sextractor>

<sup>3</sup> Mickaelian A. et al.. Spectra extraction and analysis software for the Digitized First Byurakan Survey (DFBS) and research projects - Proceedings of ADASS-XIX, ASP Conference Series, 2010

***Մտացված արդյունքների կիրառական նշանակությունը:***

Հայկական ՎԱ-ի համար աստղագիտական տարաբաշխված մետատվյալների ղեկավարման միջավայրի ստեղծումը հնարավորություն է տալիս աստղագետներին բացի գոյություն ունեցող տվյալները դիտելուց, նաև ավելացնել և օգտագործել սեփական տվյալները, ինչը կընդլայնի հասանելի հետազոտվող նյութի ծավալը: Բացի այդ, քանի որ տվյալների տեղաբաշխման ռեսուրսները հիմնված են Հայկական ազգային գրիդ ենթակառուցվածքի վրա, դա թույլ է տալիս ավելացվող տվյալների ծավալների հարցում գործել առանց մեծ ասահմանափակումների:

Սպեկտրային աստղագիտական պատկերներից «Սորս էքստրակտոր» ծրագրի կիրառմամբ աղբյուրների արտաբերման հնարավորությունը թույլ կտա դիտարկել այն, որպես Բյուրականի թվայնացված սպեկտրային պատկերներից աղբյուրների արտաբերման միջոց:

Աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման ծրագրի ներդրումը Հայկական ՎԱ-ում թույլ է տալիս աստղագետներին առավել արդյունավետ արդյունքներ ստանալ, քան համադրման դասական մեթոդի կիրառման դեպքում, ինչը կարող է հանգեցնել նոր, փոփոխական աստղերի և այլ տիեզերական մարմինների հայտնաբերման:

***Ներդրումներ:***

Ատենախոսության կատարման արդյունքում Հայկական ՎԱ-ում արվել են հետևյալ ներդրումները.

- Աստղագիտական տարբեր ծրագրային բաղադրիչներից բաղկացած պորտալ:

- Աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման ծրագիր:

Դրանք արդյունավետ կերպով կիրառվում են Բյուրականի աստղագետների կողմից, ինչպես նաև հասանելի են այլ օգտագործողներին:

***Պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները:***

1. Հայկական ՎԱ-ի համար աստղագիտական տարաբաշխված մետատվյալների ղեկավարման ինտերֆեյսի ստեղծում, որը հնարավորություն է տալիս նոր դիտումների արդյունքում ստացվող պատկերները հեշտությամբ ներմուծել բազա, դիտել, ինչպես նաև դիտման արդյունքները հավաքագրելով՝ ներբեռնել:
2. «Սորս էքստրակտոր» ծրագիրը հնարավոր է կիրառել ոչ միայն ուղղակի, այլ նաև սպեկտրային պատկերներից աղբյուրների արտաբերման

համար: Փորձերի արդյունքում ընտրված մուտքային պարամետրերի արդյունավետությունը հիմնավորվում է ստացված արդյունքների համեմատմամբ ինչպես «bSpec» ծրագրով ստացված արդյունքների, այնպես էլ «DSS» ուղղակի պատկերների վրա նույն մուտքային պարամետրերով ծրագրի կիրառման դեպքում ստացված արդյունքների հետ:

3. Սպեկտրային պատկերների դեպքում «Սոբս էքստրակտոր»-ի կիրառմամբ արտաբերված աղբյուրների կոորդինատների ուղղման արդյունավետությունը հիմնավորվում է տեսական դատողություններով, ինչպես նաև հաստատվում է արտաբերվող աղբյուրների կոորդինատներն աստղագիտական պատկերների դիտման ծրագրերով անմիջականորեն դիտելով:
4. Աստղագիտական կատալոգների աղբյուրների յուրաքանչյուր գույզի համար փոխհամադրման ժամանակ որպես համադրման շառավիղ նրանց գումարային միջին կոորդինատային շեղման օգտագործումն ապահովում է առավել արդյունավետ համադրում և մեծ ճշտություն, քան դասական համադրման մեթոդի դեպքում, ինչը հիմնավորվում է տեսական դատողություններով:
5. Մշակված ալգորիթմի հիման վրա ստեղծված ծրագրային համակարգի արդյունավետությունը հաստատվել է «IRAS/PSC» և «IRAS/FSC» կատալոգների փոխհամադրման ժամանակ: Ծրագրի առավելությունն է՝ փոխհամադրման արդյունքում անճշտությունների նվազ քանակությունը, համընկումների ապահովման բարձր տոկոսը՝ համեմատած դասական համադրման տարբերակի հետ, թերությունն է՝ փոխհամադրման համար պահանջվող ավելի մեծ ժամանակը:

#### ***Մտացված արդյունքների ապրոքագիտական:***

Ատենախոսության հիմնական արդյունքներն ու դրույթները քննարկվել և գեկուցվել են ԻԱՊԻ «Բարձր արտադրողականությամբ հաշվողական համակարգերի» լաբորատորիայի սեմինարների և ԻԱՊԻ ընդհանուր սեմինարի ընթացքում, Մոսկվայում կայացած «Ձուգահեռ ծրագրավորման և դեկավարման խնդիրների» կոնֆերանսին (PACO-2010), Վարնայում կայացած «Տեղեկատվական տեսությունների և ծրագրերի» կոնֆերանսին (ITA-2011), Երևանում կայացած «Հաշվողական գիտությունների և տեղեկատվական տեխնոլոգիաների»

(CSIT2011) և «ԱՊՀ երկրների երիտասարդ գիտնականների» կոնֆերանսներին (2011), ինչպես նաև ՀՊՀՀ «Вестник» (2011) պարբերականում:

***Հրատարակումներ:***

Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրատարակվել են հինգ (5) գիտական աշխատություններում, որոնց ցուցակը բերված է սեղմագրի վերջում:

***Աշխատանքի կառուցվածքն ու ծավալը:***

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, վերջաբանից, 134 անուն ընդգրկող գրականության ցանկից և 3 հավելվածներից: Հիմնական տեքստը կազմում է 110 էջ, որտեղ ներառված են 49 նկար և 6 աղյուսակ: Աշխատանքի ընդհանուր ծավալը հավելվածների հետ միասին կազմում է 114 էջ:

**ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Ներածության մեջ հիմնավորված են ատենախոսության արդիականությունը, ձևակերպված են աշխատանքի նպատակներն ու խնդիրները, ինչպես նաև պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները: Նկարագրված է ստացված արդյունքների գիտական նորույթը և կիրառական նշանակությունը:

Առաջին գլխում նկարագրված են ՎԱ-երի մշակման սկզբունքները և կիրառվող հիմնօրինակները, ՎԱ-երի կողմից տրամադրվող ծառայությունները և գործիքները, ինչպես նաև ժամանակակից էլեկտրոնային և ՎԱ-երի ենթակառուցվածքների փոխկապակցվածությունը:

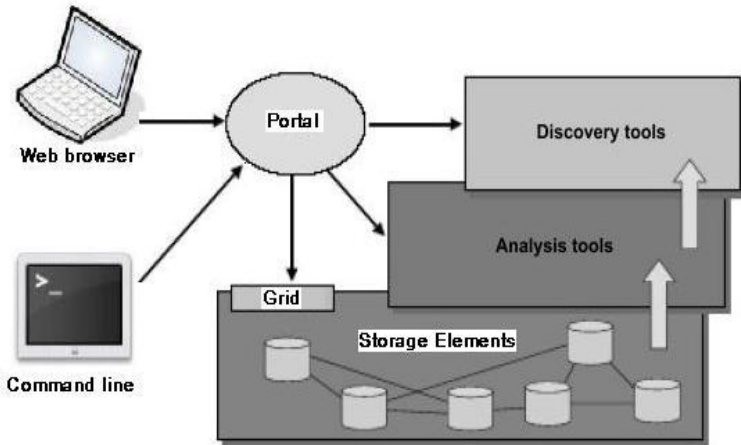
§1.1-ը նվիրված է ՎԱ-երի հիմնական սկզբունքներին: ՎԱ-ը կարելի է ներկայացնել նկ. 1-ում բերված սխեմայի տեսքով:

Համացանցին հասանելիություն ունենալու դեպքում հնարավոր է դիմել ՎԱ պորտալին, որը պարունակում է աստղագիտական մետատվյալների բազա, գրիդ համակարգի հիշողության տարրերում պահվող աստղագիտական տվյալներ՝ պատկերներ, կատալոգներ, սպեկտրեր, ինչպես նաև տրամադրում է տարբեր ծառայություններ՝ փոխհամադրման, պատկերների դիտման, մասնատման, տարբեր հաշվարկների տեսքով և այլն:

Հիմնավորված է ՎԱ-երի կարևորությունը և արդիականությունը աստղագիտության զարգացման մեջ, ներկայացված են «Միջազգային վիրտուալ



աստղադիտարանների միության» (ՄՎԱՄ) դերը և նրա անդամ հանդիսացող ՎԱ-երը:



Նկ. 1 ՎԱ-ի կառուցվածքի ներկայացումը

§1.2-ում նկարագրված են ՎԱ-երում կիրառվող հիմնօրինակները: Ներկայացված են աստղագիտական պատկերների պահպանման հայտնի «FITS» ֆորմատը, աստղագիտական մետատվյալներին դիմելու «ADQL» լեզուն, որը հիմնված է մեծ տարածում ունեցող՝ տվյալների բազաներին հարցման «SQL» լեզվի վրա, աստղագիտական պատկերների պահպանման «VOTable» ֆորմատը, ինչպես նաև ՄՎԱՄ կողմից մշակված մի շարք այլ հիմնօրինակների հակիրճ նկարագրությունը:

§1.3-ում ներկայացված են տարբեր երկրների ՎԱ-երում կիրառվող հայտնի ծրագրային միջավայրերն ու գործիքները: Նկարագրված են ՎԱ-երում տվյալների պահպանման և դրանց դիմելու կազմակերպման սկզբունքները:

§1.4-ում քննարկվել է էլեկտրոնային ենթակառուցվածքների դերը գիտության տարբեր բնագավառներում, իսկ առավել հանգամանորեն՝ դրա դերը աստղագիտության մեջ: Հիմնավորվել են աստղագիտության մեջ գրիդ ենթակառուցվածքների կիրառման նպատակահարմարությունն ու անհրաժեշտությունը: Հաշվի առնելով Հայկական ՎԱ-ի գոյությունն ու առկա խնդիրները, ինչպես նաև Հայկական ազգային գրիդ ենթակառուցվածքի

զարգացումը, Հայկական ՎԱ-ի մի շարք խնդիրներ, որոնք պահանջում են մեծ ծավալի տվյալների մշակում և հաշվարկներ, կարելի է իրագործել գրիդ ենթակառուցվածքների կիրառմամբ:

Երկրորդ գլխում ներկայացված են Բյուրականի թվայնացված առաջին շրջահայության արխիվի համար ստեղծված միջավայրի առավելություններն ու թերությունները, ինչպես նաև Հայկական ՎԱ-ի համար ստեղծված աստղագիտական տարաբաշխված մետատվյալների ղեկավարման միջավայրի հնարավորությունները:

ՏՂ.1-ում լուսաբանված է Հայկական ՎԱ-ի ստեղծման պատմությունը և նպատակը, այն է՝ ստեղծել և կիրառել համաշխարհային սպեկտրոսկոպիկ ՎԱ:

ՏՂ.2-ում նկարագրված են ԲԹԱՇ արխիվի հիման վրա ստեղծված ինտերֆեյսի հնարավորությունները, բերվել են այդ միջավայրի առավելությունները և թերությունները: ԲԹԱՇ արխիվը ստեղծվել է Բյուրականի առաջին դիտման թվայնացման արդյունքում: Այնուհետև պատկերներին հասանելիություն ապահովելու համար ստեղծվել է միջավայր, որում ներդրվել են ԲԹԱՇ 1667 պատկերներ և դրանցից յուրաքանչյուրի պարունակած աղբյուրների սպեկտրերը: Ինտերֆեյսը ԲԹԱՇ պատկերների հետազոտման համար լայն հնարավորություն է ընձեռում, սակայն միջավայրում նոր պատկերներ ավելացնել հնարավոր չէ: Միաժամանակ, հնարավոր չէ նաև ավելացնել նոր ծառայություններ:

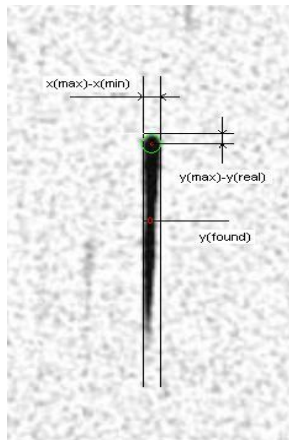
ՏՂ.3-ում ներկայացված են Հայկական ՎԱ-ի համար ստեղծված մետատվյալների ղեկավարման միջավայրի հնարավորությունները: Հաշվի առնելով ԲԹԱՇ արխիվի, ինչպես նաև Բյուրականի աստղադիտարանում ֆոտոմետրիկ տվյալների առկայությունը և նոր դիտումների արդյունքում տվյալների ավելացումը, Հայկական ՎԱ-ի համար աստղագիտական տարաբաշխված մետատվյալների ղեկավարման միջավայրի ստեղծումը չափազանց արդիական էր: Հայկական ՎԱ-ի համար ստեղծվել է աստղագիտական տարաբաշխված մետատվյալների ղեկավարման միջավայր՝ հիմնված Հայկական ազգային գրիդ ենթակառուցվածքի վրա, որը պարունակում է պատկերների բազա, տալիս է վեբ միջավայրի միջոցով այն դինամիկորեն թարմացնելու հնարավորություն՝ նոր պատկերներ ավելացնելու տեսքով, ինչպես նաև պատկերները դիտելու հնարավորություն: Բազան նախնական տեսքով պարունակում է ԲԹԱՇ 1000 պատկերներ: Ստեղծված միջավայրը համապատասխանում է ՄՎԱՄ հիմնօրինակներին, ձևուն է, այսինքն

հնարավորություն է տալիս հեշտությամբ նոր ծառայություններ ինտեգրել, ինչպես նաև մեծացնել պատկերների բազան:

Երրորդ գլխում լուսաբանված են աստղագիտական թվայնացված պատկերներից աղբյուրների արտաբերման առանձնահատկությունները:

§3.1-ում ներկայացած են աստղագիտական պատկերներից աղբյուրների արտաբերման սկզբունքներն ու կիրառվող հայտնի ծրագրային միջոցները:

§3.2-ում նկարագրված են արտաբերման «Սորս Էքստրակտոր» (ՄԷ) ծրագրային միջոցի հնարավորությունները և արտաբերման խնդիրների լուծման տարբերակները դրա կիրառմամբ: ՄԷ-ը աստղագիտական պատկերներից աղբյուրների արտաբերման ամենակիրառվող գործիքն է: Այն հնարավորություն է տալիս ղեկավարել արտաբերման ընթացքը ծրագրի մուտքին տրվող պարամետրերի և ֆիլտրերի միջոցով: ՄԷ-ն ընտրվել է, որպես սպեկտրային պատկերներից աղբյուրների արտաբերման խնդրի լուծման գործիք:



Նկ. 2 ՄԷ-ի միջոցով սպեկտրային աղբյուրի կոորդինատների որոշումը

§3.3-ում լուսաբանվում են աստղագիտական սպեկտրային պատկերներից աղբյուրների արտաբերման բարդությունները: Բացի իրական և կեղծ աղբյուրների տարանջատման խնդրից, կարևոր խնդիրներից մեկը սպեկտրային աղբյուրների կոորդինատների որոշման ճշտությունն է: Ուղղակի աղբյուրների պարագայում այդ խնդրի լուծումը բավականին հեշտ է, և սխալանքի

տոկոսը չի գերազանցում թույլատրելի սահմանը: Սակայն սպեկտրային աղբյուրների դեպքում խնդիրը բարդանում է: ՄԷ-ը աղբյուրները հայտնաբերելուց որոշում է նաև նրանց կոորդինատները: Հայտնաբերման սկզբունքն այն է, որ ֆոնից ավելի մեծ պայծառություն ունեցող պիկսելների խմբի շուրջ կառուցվում է էլիպս, որի կենտրոնը համարվում է հայտնաբերված աղբյուրի կենտրոն: Անկախ աղբյուրի տեսակից, ն' ուղղակի, ն' սպեկտրային աղբյուրների դեպքում  $x$  կոորդինատը ՄԷ-ի կողմից հաշվարկվում է ճշգրիտ: Նկ. 2-ում երևում է, որ իրական կոորդինատները գտնվում են աղբյուրի վերին հատվածում կառուցված շրջանագծի կենտրոնում՝  $x$ ,  $y(\text{real})$ , սակայն ՄԷ-ն այն որոշում է սպեկտրի կենտրոնում՝  $x$ ,  $y(\text{found})$ :

§3.4-ում քննարկվում է սպեկտրային պատկերում ՄԷ-ի հայտնաբերած աղբյուրի կոորդինատների ճշգրտումը: Քանի որ  $x$  ուղղությամբ կոորդինատը որոշվում է ճշգրիտ, մնում է  $y$  կոորդինատի խնդիրը: ՄԷ-ը հնարավորություն ունի հաշվել նաև հայտնաբերված աղբյուրի ամենաաջ ( $x_{\max}$ ), ամենաձախ ( $x_{\min}$ ), ամենաստորին ( $y_{\min}$ ) և ամենավերին ( $y_{\max}$ ) կետերի կոորդինատները: Դա թույլ է տալիս, հիմնվելով նկ. 2-ում կատարված նշանակումներից, հաշվել իրական ( $y_{\text{real}}$ ) կոորդինատը հետևյալ բանաձևով.

$$y_{\text{real}} = y_{\max} - \frac{(x_{\max} - x_{\min})}{2} \quad (1)$$

Այսպիսով, ՄԷ-ը հնարավոր է կիրառել նաև սպեկտրային պատկերների վրա և ստանալ աղբյուրների ճշգրիտ կոորդինատները: Մշակվել է ծրագիր, որը կարելի է կիրառել ՄԷ-ի արտաբերած սպեկտրային աղբյուրների կատալոգի վրա և կատարել կոորդինատների ուղղում՝ օգտվելով (1) բանաձևից: Բացի այդ, ծրագիրը կատարում է ստացված կատալոգներում աղբյուրների կոորդինատների՝ պիկսելներից աստղագիտական կոորդինատների վերափոխում:

§3.5-ում նկարագրված է ԲԹԱՇ պատկերներից աղբյուրների արտաբերումը «bSpec» ծրագրի միջոցով: «bSpec»-ը ստեղծվել է ԲԹԱՇ արխիվից աղբյուրների արտաբերման համար: Նրա թերությունը կայանում է նրանում, որ այն հնարավորություն ունի արտաբերել միայն  $B < 17$  աստղային մեծություն ունեցող աղբյուրները: Սակայն կան ԲԹԱՇ պատկերներ, որոնք պարունակում են  $B = 17$  կամ  $B > 17$  աղբյուրներ, որոնք «bSpec»-ի կիրառմամբ չեն կարող արտաբերվել:

§3.6-ում ներկայացված է ԲԹԱՇ պատկերներից աղբյուրների արտաբերումը ՄԷ-ի կիրառմամբ: ՄԷ-ի մուտքային պարամետրերը շատ մեծ դերակատարում ունեն արտաբերման մեջ: Փորձերի արդյունքում ստացվել են այնպիսի մուտքային պարամետրեր, որոնք թույլ են տալիս կատարել սպեկտրային պատկերներից աղբյուրների արտաբերում: Փորձերի ժամանակ ստացվող արդյունքները համեմատվել են «bSpec»-ով ստացված արդյունքների, ինչպես նաև տիեզերքի նույն հատվածի հայտնի «DSS2» արխիվի պատկերները նույն մուտքային պարամետրերով ՄԷ-ով արտաբերելուց ստացված արդյունքների հետ: ՄԷ-ով սպեկտրային պատկերներից աղբյուրների արտաբերումը թույլ է տալիս արտաբերել նաև 17-ից մեծ աստղային մեծությամբ աղբյուրները, ի տարբերություն «bSpec»-ի:

Չորրորդ գլուխը նվիրված է աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման (կրոսս-կորեկիացիայի) ուսումնասիրությանը:

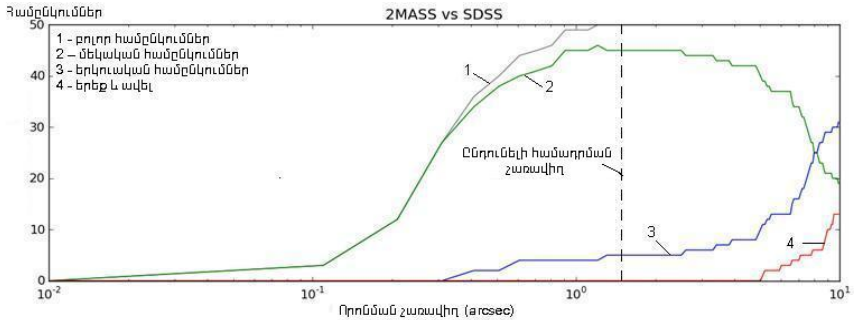
§4.1-ում նկարագրված են աստղագիտական կատալոգները: Դրանք ֆայլեր են, որոնց յուրաքանչյուր տող պարունակում է մեկ աղբյուրի մասին ինֆորմացիա՝ աստղագիտական տարբեր պարամետրերի միջոցով:

§4.2-ում ներկայացված են հայտնի աստղագիտական կատալոգները և դրանց բազաները: Առավել հայտնի են հետևյալ աստղագիտական կատալոգները՝ «ROSAT», «XMM» և «Chandra»՝ ռենտգենյան տիրույթում, «GALEX»՝ գերմանուշակագույն տիրույթում, «SDSS», «USNO», «MAPS», «APM» և «GSC»՝ օպտիկական տիրույթում, «2MASS», «IRAS», «ISO», «SST», «AKARI», «WISE»՝ ինֆրակարմիր տիրույթում, «NVSS» և «FIRST»՝ ռադիոալիքային տիրույթում և այլն:

§4.3-ում նկարագրված է աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման երևույթը: Այն իրենից ներկայացնում է երկու կատալոգների կոորդինատների տող առ տող համեմատում: Այսինքն, առաջին կատալոգի յուրաքանչյուր տողի կոորդինատը համեմատվում է երկրորդ կատալոգի բոլոր տողերի կոորդինատների հետ, և եթե կոորդինատների արժեքների տարբերությունը փոքր է նախապես ընտրված որոշակի արժեքից, համեմատման կամ որոնման շառավղից, ապա ստացվում է, որ նույն մարմինը պարունակվում է և առաջին, և երկրորդ կատալոգում:

Կարևորվում է համեմատման շառավղի ընտրությունը, քանի որ այն չափազանց մեծ ընտրելու դեպքում մեկ մարմնի համար համընկումների թիվը ստացվում է մեկից ավել, այսինքն՝ ստացվում են կեղծ համընկումներ, իսկ

չափազանց փոքր ընտրելու դեպքում որոշ մարմինների համար համընկումներ չեն ստացվում, ինչը բերված է նկ. 3-ում:



Նկ. 3 Համընկումների քանակի կախվածությունը համեմատման շառավղից

§4.4-ում ներկայացված են աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման բարդությունները, ինչը կապված է որոնման շառավղի ընտրության հետ: Ցանկացած կատալոգում մարմինների կոորդինատները որոշակիորեն շեղված են իրական արժեքից: Այդ շեղումը կատալոգներում ներկայացվում է միջին կոորդինատային շեղում պարամետրով (RMS): Տարբեր մարմինների համար այն տարբեր է: Տեսական դատողություններով հիմնավորվում է, որ փոխհամադրման համեմատման շառավիղը պետք է լինի ավելի մեծ, քան համադրվող կատալոգներում միմյանց գույգ կազմող աղբյուրների առավելագույն գումարային կոորդինատային շեղումը: Սակայն այդ դեպքում մեկից ավել համընկումների թիվը որոշ աղբյուրների համար ստացվում է շատ մեծ: Այսպիսով, փոխհամադրման ժամանակ բոլոր աղբյուրների համար միևնույն որոնման շառավիղն ընտրելն արդյունավետ չէ, քանի որ դա բերում է սխալների: Փոխհամադրումը շատ ավելի արդյունավետ է, եթե յուրաքանչյուր աղբյուրի համար որոնման շառավիղը համեմատական է նրա միջին կոորդինատային շեղմանը:

§4.5-ում նկարագրված է փոխհամադրման նոր ալգորիթմը, որի դեպքում կատալոգների փոխհամադրումը կատարվում է համադրվող աղբյուրների յուրաքանչյուր գույգի համար դինամիկորեն հաշվարկելով համեմատման շառավիղը, որը համեմատական է դրանց միջին կոորդինատային գումարային շեղմանը: Ալգորիթմի հիման վրա մշակվել է ծրագրային համակարգ:

§4.6-ում նկարագրված է «IRAS/PSC» և «IRAS/FSC» կատալոգների համադրումը՝ համադրման նոր և դասական ալգորիթմներով: Մտացված արդյունքները ներկայացված են աղյուսակ 1-ում:

Աղյ. 1

Մշակված ծրագիր - առավելագույն $\sigma$	Vizier <sup>4</sup> (161.95")
73.799 նույնացումներ, որոնցից 319-ը չեն հայտնաբերվել «Vizier»-ով	73.801 նույնացումներ, որոնցից 321-ը գտնվում են 3 $\sigma$ -ից մեծ հեռավորության վրա
Մշակված ծրագիր - միջին $\sigma$	Vizier (101.87")
72.777 նույնացումներ, որոնցից 238-ը չեն հայտնաբերվել «Vizier»-ով	73.160 նույնացումներ, որոնցից 621-ը գտնվում են 3 $\sigma$ -ից մեծ հեռավորության վրա

«IRAS/PSC» և «IRAS/FSC» կատալոգների փոխհամադրման արդյունքները մշակված ծրագրով և «Vizier»-ով

Ինչպես երևում է աղյուսակից, նոր ալգորիթմի կիրառման արդյունքում համադրման տոկոսն ավելի բարձր է, իսկ համադրման ճշտությունն ավելի մեծ, քան դասական ալգորիթմի դեպքում է:

§4.7-ում ներկայացված են նոր ալգորիթմի հիման վրա մշակված ծրագրային համակարգի ներդրումը Հայկական ՎԱ-ում, ինչպես նաև ծրագիրն առցանց ռեժիմում աշխատեցնելու հնարավորություն տվող վեբ միջավայրի հնարավորությունները:

### ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

1. Հետազոտվել են Բյուրականի աստղադիտարանի տվյալների կառուցվածքային առանձնահատկությունները, ինչպես նաև տարբեր ՎԱ-երում տվյալների պահման մեթոդները: Հետազոտվել են Հայկական ՎԱ-ի ԲԹԱՇ պատկերների համար ստեղծված միջավայրի հնարավորությունները, վերլուծվել են առավելություններն ու թերությունները:

<sup>4</sup> VizieR Catalog Service, <http://vizier.u-strasbg.fr>

2. Հայկական ՎԱ-ի համար մշակվել և ներդրվել է աստղագիտական տարաբաշխված մետատվյալների ղեկավարման միջավայր, որը հնարավորություն է ստեղծում վեբ միջավայրի միջոցով վերբեռնել աստղագիտական պատկերներ, որոնց մետատվյալները մուտքագրվում են ՎԱ-ի բազա, դիտել այդ պատկերները, ինչպես նաև բազայում գոյություն ունեցող պատկերների ցուցակը, կատարել պատկերների որոնում, ըստ կոորդինատի և այլն [1]:
3. Ստեղծված մետատվյալների բազայում ներդրվել են ԲԹԱՇ 1000 պատկերներ: Բազայի ճարտարապետությունը հնարավորություն է ստեղծում դինամիկորեն մեծացնել պահվող պատկերների քանակությունը՝ ավելացնելով նոր պատկերներ, որոնք ժամանակի ընթացքում դիտումներ կատարելու արդյունքում անընդհատ կերպով ավելանալու են: Չկան ավելացվող տվյալների ծավալների հետ կապված խիստ սահմանափակումներ, քանի որ աստղագիտական տվյալները տեղաբաշխվում են Հայկական ազգային գրիդ ենթակառուցվածքի հիշողության տարրերում [1]:
4. Հետազոտվել են աստղագիտական պատկերներից աղբյուրների արտաբերման սկզբունքներն ու բարդությունները, արտաբերման հայտնի ծրագրային միջոցները, դրանց առանձնահատկությունները: Հետազոտվել են ՄԷ ծրագրային միջոցի աշխատանքի սկզբունքն ու առանձնահատկությունները [2, 4]:
5. Հիմնավորվել է սպեկտրային պատկերների համար ՄԷ-ի կիրառման հնարավորությունը: Մշակվել է ծրագրային միջավայր, որը կատարում է ՄԷ-ի կողմից սպեկտրային պատկերներից արտաբերված աղբյուրների կոորդինատների շեղման ուղղում, ինչպես նաև կոորդինատների՝ պիկսելներից աստղագիտական կոորդինատների վերափոխում [2, 4]:
6. Հետազոտվել է ԲԹԱՇ պատկերներից աղբյուրների արտաբերումը, ԲԹԱՇ պատկերների օրինակների հիման վրա փորձարկվել է ՄԷ-ը: Ստացվել են ՄԷ-ի մուտքային պարամետրերի այնպիսի արժեքներ, որոնք թույլ են տալիս կատարել սպեկտրային պատկերներից աղբյուրների արտաբերում, որը, ի տարբերություն «bSpec» ծրագրի, ապահովում է 17-ից մեծ աստղային մեծությամբ աղբյուրների արտաբերում [2, 4]:



7. Հետազոտվել են աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման մեթոդներն ու միջոցները, փոխհամադրման ժամանակ առաջացող սխալանքները և դրանց առաջացման պատճառները [3, 4]:
8. Մշակվել է աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման նոր ալգորիթմ և ծրագիր, որը թույլ է տալիս կատարել փոխհամադրում՝ հիմնվելով յուրաքանչյուր մարմնի կոորդինատային սխալի վրա: Ծրագրի առավելությունն է՝ փոխհամադրման արդյունքում անճշտությունների նվազ քանակությունը, համընկումների ապահովման բարձր տոկոսը՝ համեմատած դասական համադրման տարբերակի հետ: Թերությունն է՝ փոխհամադրման համար պահանջվող ժամանակի աճը, ինչը պայմանավորված է յուրաքանչյուր համադրվող զույգի համար համադրման շառավղի դինամիկորեն հաշվարկվելու հետ [3, 4, 5]:
9. Մշակված աստղագիտական տարբեր ծրագրային բաղադրիչներից բաղկացած պորտալը և աստղագիտական կատալոգների փոխհամադրման ծրագիրը ներդրված են Հայկական ՎԱ-ում և հասանելի են օգտագործողներին [1, 3, 4, 5]:

### **ՀՐԱՊԱՐԱԿՎԱԾ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՑԱՆԿ**

1. Atsatryan H., Knyazyan A., Mickaelian A., Sargsyan L.. Web Portal for the Armenian Virtual Observatory Based on Armenian National Grid Infrastructure - Parallel computing and control problems, Moscow, Russia, 2010, pp. 109-114
2. Knyazyan A., Mickaelian A., Atsatryan H.. Astronomical Plates Spectra Extraction Objectives and Possible Solutions Implemented on Digitized First Byurakan Survey (DFBS) Images - Information Theories and Applications, Varna, Bulgaria, 2011, pp. 243-247
3. Knyazyan A., Mickaelian A., Atsatryan H.. Astronomical Catalogs Cross-Correlation Objectives and Illustration of a New Correlation Algorithm - Proceedings of CSIT2011 Conference, Yerevan, Armenia, 2011, pp. 395-397
4. Knyazyan A.. Astrophysical Virtual Observatories and Armenian Virtual Observatory Development – Вестник, вып.14, том 2, Yerevan, Armenia, 2011, pp.111-119
5. Abrahamyan H., Mickaelian A., Knyazyan A., Harutyunyan G.. Joint Catalogue of IRAS PSC/FSC - Proc. of Young Astronomers Conference of CIS Countries, Yerevan, Armenia, 2012, pp. 223-229

## РАЗРАБОТКА СРЕДЫ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АСТРОФИЗИКИ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРИД ИНФРАСТРУКТУРЫ

### АННОТАЦИЯ

Целью работы является разработка среды для некоторых задач вычислительной астрофизики путем использования грид инфраструктуры. Для достижения вышеуказанной цели в диссертации поставлены следующие задачи:

1. Разработать и реализовать среду управления распределенных астрономических метаданных для оцифрованных снимков Бюраканской обсерватории, удовлетворяющую международным астрономическим стандартам, и внедрить ее в Армянскую виртуальную обсерваторию (ВО).
2. Исследовать методы экстракции объектов из астрономических снимков и используемые для этого программные средства, проблемы экстракции объектов из спектральных снимков, возможные решения, реализованные на пластинках первого Бюраканского оцифрованного обзора (ПБОО).
3. Исследовать особенности астрономических каталогов, методы их кросс-корреляции и используемые алгоритмы, разработать новый продуктивный алгоритм и программу кросс-корреляции.

В диссертации получены следующие основные результаты:

1. Исследованы структурные особенности данных Бюраканской обсерватории, а также методы хранения данных в разных ВО. Исследованы возможности веб среды Армянской ВО, созданной для архива снимков ПБОО, анализированы ее преимущества и недостатки.
2. Создана и внедрена среда управления астрономическими метаданными Армянской ВО, которая дает возможность с помощью веб среды загрузить астрономические снимки на сервер, чьи метаданные вводятся в базу, обозреть эти снимки, выполнить поиск снимков по введенным координатам и т. д. [1].
3. В базу метаданных внедрено 1000 снимков ПБОО. Архитектура базы позволяет динамичным образом увеличить количество хранимых снимков. Нет ограничений, связанных с объемом добавляемых данных, так как снимки хранятся на элементах памяти Армянской национальной грид инфраструктуры [1].
4. Исследованы принципы и трудности извлечения (экстракции) объектов из астрономических снимков, известные программные средства экстракции и их

особенности. Изучены особенности и принцип работы программы “Сорс Экстрактор” (СЭ) [2, 4].

5. Обоснована возможность использования СЭ для спектральных снимков. Разработана программная среда, которая корректирует координаты извлеченных с помощью СЭ спектральных объектов, а также переводит координаты из пикселей в астрономические координаты [2, 4].
6. Исследован процесс извлечения объектов из снимков ПБОО, на примере снимков ПБОО испытаны возможности СЭ. Получены входные параметры СЭ, которые позволяют извлечь объекты из спектральных снимков. По сравнению с программой “bSpec”, этот метод позволяет также извлечь объекты, у которых звездная величина больше 17-и [2, 4].
7. Исследованы методы и средства кросс-корреляции астрономических каталогов, возникающие погрешности при кросс-корреляции и их причины [3, 4].
8. Разработан новый алгоритм и соответствующая программа для кросс-корреляции астрономических каталогов, которая позволяет делать корреляцию, основываясь на координатной погрешности каждого объекта. Преимущество алгоритма – это меньшее количество неточностей при корреляции, а так же обеспечение высокого процента соответствия по сравнению с классическим методом. Недостаток алгоритма, это увеличение времени корреляции [3, 4, 5].
9. Разработанный портал, составленный из разных программных частей и программа кросс-корреляции астрономических каталогов внедрены в Армянскую ВО. [1, 3, 4, 5]:

# DEVELOPMENT OF ENVIRONMENT FOR CERTAIN PROBLEMS OF COMPUTATIONAL ASTRONOMY THROUGH UTILIZATION OF GRID INFRASTRUCTURE

## ANNOTATION

The objective of this dissertation is the development of environment for certain problems of computational astronomy through utilization of grid infrastructure. In order to reach the mentioned objective we have set up the following problems in the dissertation.

1. To develop an astronomical metadata management environment for Byurakan observatory digitized images in conformity with international astronomical standards and implement it in the Armenian Virtual Observatory (VO).
2. To research the methods of extraction of objects from the astronomical images and the programme software utilized for that purpose, the problems of extraction of objects from the spectral images and the possible solutions, which were realized at the plates of the Digitized First Byurakan Survey (DFBS).
3. To research the features of astronomical catalogs, methods of their cross-correlation and the utilized algorithms, as well as to develop a new productive algorithm of cross-correlation and programme software.

We reached the following main conclusions in the thesis.

1. The structural distinctions of the Byurakan Observatory data, as well as the methods of database preservation in different VOs have been researched. The potential of web-environment of the Armenian VO (created for the archivation of the DFBS images) has been explored and its advantages and shortcomings were examined.
2. The astronomical metadata controlling environment for the Armenian VO has been created, which provides the opportunity to upload astronomical images to the server by the means of the web-environment. The metadata of the above images are inserted in the database and it is possible to review the images, to search for them by the inserted coordinates, etc [1].
3. One thousand of the DFBS images have been inserted in created meta database. The architecture of the database allows to increase dynamically the quantity of the preserved images, and there are not restrictions for the size of the uploaded images, since the images are storing in storage elements of Armenian national grid infrastructure [1].
4. The principles and complexities of the extraction of objects from the astronomical images, the known programme software of extraction and their distinctions have

been explored. The distinctions and the principle of work of the programme “Source Extractor“ (SE) have been examined [2, 4].

5. The possibility of utilization of SE for the spectral images has been justified. A programme environment, which corrects the coordinates of spectral images, extracted by the means of SE, and converts the coordinates from pixels to astronomical coordinates has been developed [2, 4].
6. The process of extraction of objects from the DFBS images has been explored, and the potential of SE has been tested by the examples of DFBS images. Input parameters of SE have been formulated in order to extract spectral objects. In comparison with „bSpec“ the extraction of spectral images with SE allows to extract sources, which star coefficients are bigger than 17 [2, 4].
7. The methods and measures of cross-correlation of astronomical catalogs, the emerging errors and their reasons in the course of cross-correlation have been examined [3, 4].
8. A new algorithm and appropriate programme environment for cross-correlation of astronomical catalogs have been developed, which allow conducting correlation building upon the coordinate errors of each object. The advantage of algorithm is the least possible quantity of errors in the course of correlation, as well as the ensuring of high percentage of compliance in comparison with the classical method. The weak point of the algorithm is the increase of the timeframe of correlation [3, 4, 5].
9. The developed portal which consists of different programme moduls, and cross-correlation programme environment of astronomical catalogs have been inserted in the Armenian VO [1, 3, 4, 5].

