

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ**

**Қўлёзма ҳуқуқида
УДК 551.509.318**

ҒАНИЕВ ЖАҲОНГИР МАЛИКОВИЧ

**ГАЛАКТИКА ВА ГАЛАКТИКАДАН ТАШҚИ
ЮЛДУЗЛАРНИНГ ШАРСИМОН ТЎДАЛАРИНИ ТАДҚИҚ
ҚИЛИШ**

5A140401 – Астрономия

Магистр

академик даражасини олиш учун ёзилган

ДИССЕРТАЦИЯ

**ИЛМИЙ РАҲБАР:
И. У. Таджибаев**

ТОШКЕНТ –2013

МАНЗУ:Галактика ва галактикадан ташқари Юлдузларнинг Шарсимон Тўдалари
Системалари (ЮШТС) ни тадқиқ қилиш.

МУНДАРИЖА

Кириш.

I боб. Сомон Йўли атрофидаги юлдузлар шарсимон тўдалари системаси муаммолари	
1.1. Сомон Йўли атрофидаги юлдузлар шарсимон тўдалар системаси.....	
1.2. Юлдузлар шарсимон тўдалари каталоги таҳлили.....	
1.3. Сомон Йўли юлдузлар шарсимон тўдалари системаси учун анизотропия параметрини аниқлаш.....	
II боб. Бошқа галактикалар юлдузлар шарсимон тўдалар системалари: кузатув маълумотлари	
2.1. Юлдузлар шарсимон тўдалар системалари кузатув маълумотлари ...	
2.2. Юлдузлар шарсимон тўдалар системалари рўйхат ва каталоглари....	
2.3. Юлдузлар шарсимон тўдалар системалари вужудга келиш муаммолари.....	
III боб. Юлдузлар шарсимон тўдалар системалари каталоги ва унинг статистик таҳлили.....	
3.1. Юлдузлар шарсимон тўдалар системаларининг жамланма каталоги.....	
3.2. . Юлдузлар шарсимон тўдалар системалари учун анизотропия параметрлари.....	
3.3. Каталогнинг статистик таҳлили	
Хулоса	
Адабиётлар рўйхати	

КИРИШ

Тадқиқот мавзусининг долзарблиги. Юлдузларнинг шарсимон тўдалари (ЮШТ) ташқи кўринишидан шарга ёки сферага ўхшаш юлдуз тўдаларидир. ЮШТ лари галактикаларнинг сферик қисмида жойлашган бўлиб, уларнинг сферик ташкил этувчиси ҳисобланади. Галактикаларнинг энг қари объектлари бўлганлиги учун уларнинг физик ва динамик хусусиятларини ўрганиш бугунги кундаги замонавий астрофизиканинг марказий масалаларидан бири бўлиб ҳисобланади. ЮШТС бу-битта галактика бўлиб, бу галактикадаги ЮШТ лари шу галактиканинг системасини ташкил этади. Бугунги кундаги замонавий кузатув маълумотлари Хаббл камертонидаги деярли барча типдаги галактикалар (шу билан бирга бизнинг Галактикамиз ҳам) юлдузлар шарсимон тўдалар системаси (ЮШТС) га эга эканлигини кўрсатади. ЮШТС галактикаларнинг сферик ташкил этувчи қисмида жойлашган бўлиб, асосан кўп сонли қари юлдузлар шарсимон тўдаларидан ташкил топган ва улар галактикаларнинг эволюцияланишида муҳим рол ўйнайди. Шунинг учун, ЮШТС ларини ўрганиш ва уларни тадқиқ қилиш бугунги кундаги замонавий астрофизиканинг марказий масалаларидан бири бўлиб ҳисобланади. Бугунги кунда алоҳида галактикалар ЮШТС лари бўйича етарлича кузатув маълумотлари чоп этирилган (масалан [6.7.33] ишларда). Айниқса бизнинг Галактикамиз ЮШТС учун олинган қатор кузатув маълумотлари [103.96.102] ишларда келтирилган.

Магистрлик диссертациясининг мақсади ва вазифалари. Яқин вақтларгача, ЮШТ лари Сомон Йўлининг сферик ташкил этувчи қисмида жойлашган бўлиб, улар бир жинсли гуруҳ кўринишида бўлади деб ҳисобланган [100]. Аммо, сўнги йиллардаги кузатув маълумотлари, Галактика ЮШТ лари бир нечта гуруҳлардан иборатлигини кўрсатади. Ушбу магистрлик диссертацияси ишининг мақсади Галактикадаги ва Галактикадан ташқаридаги ЮШТС ни тадқиқ қилишдан ва шу билан бирга Агемян-Петровский усулидан фойдаланиб Сомон Йўли ЮШТС ва яна 10 та турли типдаги галактикалар учун анизотропия параметрини ҳисоблашдан иборат.

Бу ишни бажаришда қуйидаги вазифаларни қўйилиши ва ечимини топилиши талаб қилинади:

- 2010 йилда Харрис томонидан тузилган Сомон Йўли ЮШТ лари каталогининг статистик таҳлилини бажариш ва уларнинг айрим физик параметрлари орасидаги статистик боғланишларни ўрганиш
- Интернетдан ва бошқа адабиётлардан ЮШТС ларига оид кузатув маълумотларини тўплаш
- Олинган натижалар асосида ЮШТС лари жамланма каталогини тузиш ва унинг статистик таҳлилини бажариш ва физик параметрлари орасидаги боғланишларни аниқлаш
- Сомон Йўли галактикаси ва бошқа 10 та галактикалар ЮШТС лари учун анизотропия параметрини ҳисоблаш

Тадқиқот объекти. Тадқиқот объекти сифатида Галактика ва галактикадан ташқари юлдузлар шарсимон тўдалари танланган.

Тадқиқот усуллари. Қуйилган вазифани бажариш учун ЮШТС лари жамланма каталоги тўпланган илмий маълумотлар таҳлили натижасида тўлдирилди.

Олинган натижалар ва уларнинг илмий янгилиги. 1920-2012 йилларда чет элда чоп этирилган илмий мақолалар ёрдамида ЮШТС ларининг жамланма каталоги тузилди; каталогга киритилган ЮШТС лари физик параметрлари орасидаги боғланишлар аниқланди; Сомон Йўли ва бошқа 10 та галактика учун анизотропия параметри аниқланди;

Амалий аҳамияти. ЮШТС ларини ўрганиш, бугунги кундаги галактикалар физикаси уларнинг вужудга келиши ва эволюцияланиш босқичларини ўрганишда муҳим рол ўйнайди. Анизотропия параметри A глобал масштабдаги тезликлар анизотропияси даражасини характерлайди ва шу билан бирга системанинг эволюцияланиш босқичини баҳолаш имконини беради. $A=0$ – тезликларнинг сферик тақсимотига мос келса, $A=2$ – радиал чўзилган тақсимотга тўғри келади.

Чоп этилган мақолалар. Илмий ишга тегишли бўлган илмий мақолалар қуйидаги журналларда чоп этирилган

- ЎзМУ хабарлари 2012
- ЎзМУ хабарлари 2013 2/1 сон

Илмий ишнинг ҳажми ва таркиби. Илмий иш кириш, учта боб, хулоса, ҳамда фойдаланилган адабиётлардан иборат. Магистрлик диссертациянинг умумий ҳажми 56 бет ёзув машинка матнидан иборат бўлиб, 8 та жадвал ва 32 та графикдан ташкил топган. Адабиётлар рўйхатида 103 та илмий мақолалар, жумладан 99 таси чет элда чоп этилган манбалар киритилган.

Сўнги йилларда чет элда чоп этирилган ЮШТС ларига оид назарий ва кузатув маълумотлари тўпланиб, уларнинг қисқача обзори қилинди.

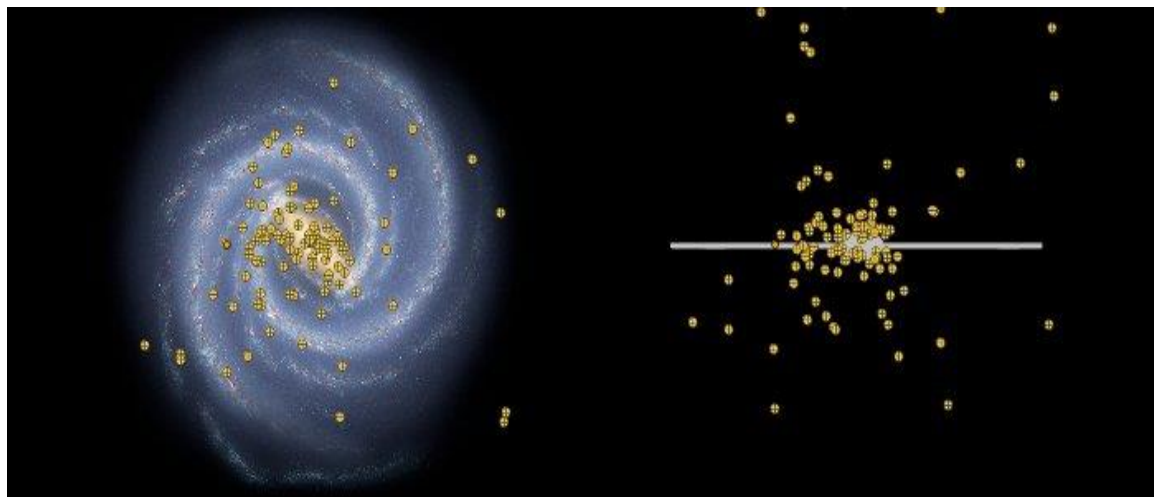
ЮШТС ларнинг рўйхат (Харрис 1991 [1], Ашман ва Зепф 1998 [2]) ва каталог (Миртаджиева ва бошқ. 2004 [74]) лари тузилган бўлиб, бу ишда Миртаджиева ва бошқ. (2004 [74]) томонидан тузилган каталогни янги тўпланган маълумотлар асосида, ҳам горизонтал, ҳам вертикалига кенгайтирилиб объектлар сонини 318 тага етказилди ва ЮШТС ларнинг физик параметрлари сони 15 тага етказилди. ЮШТС ларининг бу физик параметрлари орасидаги боғланишлар аниқланди.

Шу билан бирга 10 та турли типдаги галактикалар ЮШТС учун анизотропия параметри ҳисобланди.

1.1. Сомон Йўли атрофидаги юлдузлар шарсимон тўдалар системаси

Юлдузларнинг шарсимон тўдалари (ЮШТ) Галактика сферик ташкил этувчиси ҳисобланиб, келиб чиқиши ва эволюцияси нуқтаи назардан бир-бири билан физик ва динамик жihatдан боғланган, ташқи кўриниши шарга (ёки сферага) ўхшаш, таркибида мингтадан миллионтагача юлдуз бўлган, юлдуз тўдаларидир. Бизнинг Галактикамизда биринчи ЮШТ 1645 йилда Франциялик Филип де Шезо аниқлаган ва уни “globular” яъни, шар ёки юлдузлар жамланмаси деб номлаган. Кейинчалик 1665 йилда немис астрономи [JohannAbrahamIhle](#) томонидан М 22 ЮШТ очилган. Шарль Мессьенинг каталогида 29 та ЮШТ лари бўлган ва 1872 йилда Вильям Гершель ўз кузатувлари натижасида 37 та янги ЮШТ ни аниқлаган ва уларнинг умумий сонини 70 тага етказган.

1-расм. Сомон Йўли галактикасининг тузилиши.



Бугунги кунда Сомон Йўли ЮШТС нинг 157 та ЮШТ бизгамаълум. Галактика балжи сабабли ЮШТ лари тўлалигича аниқланмаган [96]. Лекин назарий маълумотларга кўра ЮШТ ларнинг умумий сони 180 ± 20 га тенг деб баҳоланади [2]. Ҳар бир тўда юқори зичликка эга бўлган, водород газидан иборат булутда вужудга келган. Шунинг учун уларнинг кимёвий таркиби ва ёши бир хил. ШТ лар галактиканинг энг қари объектлари бўлиб, уларнинг ёши 9-14 млрд йилга тенг деб баҳоланади. Бу хулосага, тўдалар учун Герцшпрунг-Рассел диаграммасининг таҳлили натижасида келинган. ЮШТ ларнинг спектроскопик кузатувлари уларда, Қуёшга ёки бошқа Галактика дискидаги юлдузларга нисбатан оғир элементларнинг камлигини кўрсатади. Галактика ЮШТС марказий концентрацияга эга бўлиб, Галактика

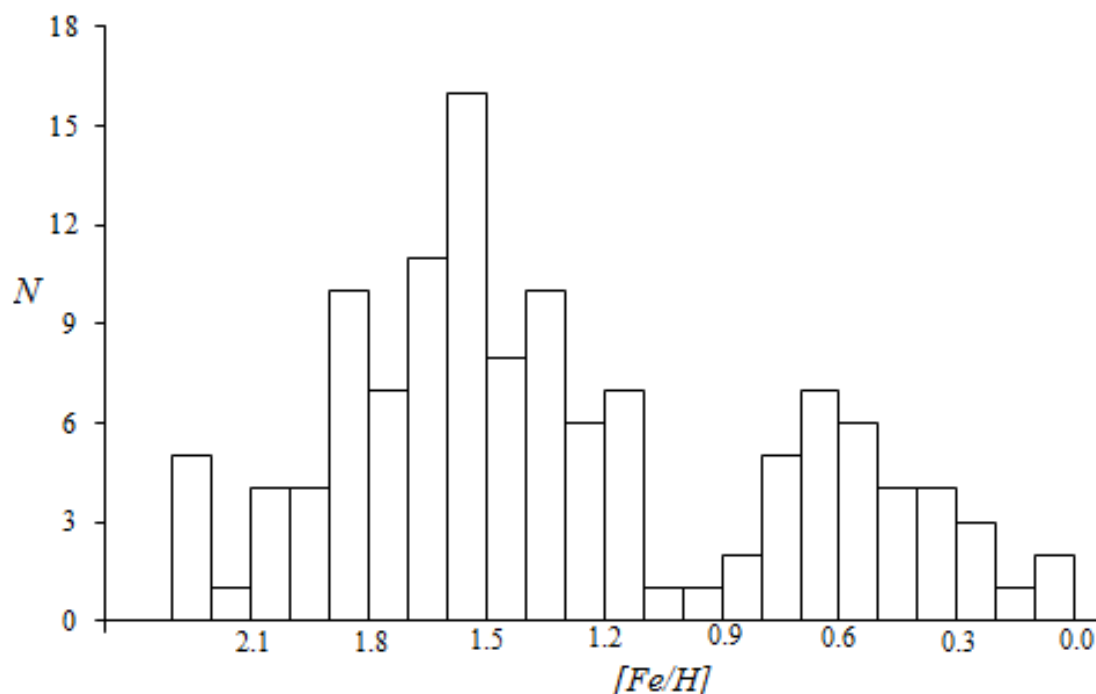
марказидан 5 кпк радиус атрофида ЮШТнинг тахминан ярми жойлашган. Лекин Галактика марказидан 100 кпк узқликда жойлашган объектлар ҳам мавжуд. ЮШТ ларнинг кўпчилик қисми сферик тақсимотга эга бўлиб, Галактика галосида жойлашган ва улар металга камбағал ЮШТ лар ҳисобланади. ЮШТ ларнинг камчилик қисми нисбатан кўпроқ металиликка ва дискнинг фазовий ҳамда кинематик характеристикаларига эга. Металга бой бўлган, бу тўдаларни Сомон Йўли балж қисмидаги объектлар деб қараса тўғрироқ бўлади.

Бизнинг Галактикамиздаги ЮШТС биринчи марта [97] ишда ўрганилган. Бу автор Галактикадаги ЮШТ ларининг умумий тузилиши ва тақсимотини ўрганган. Кейинчалик қатор ишларда Сомон Йўлидаги ЮШТС динамикаси ўрганилган (масалан [98.99]).

1.2. Юлдузлар шарсимон тўдалари каталоги таҳлили

Юлдузлар шарсимон тўдалари (ЮШТ) Галактикамизнинг энг қари объектларидан бўлиб, уларни тадқиқ қилиш замонавий астрофизиканинг масалаларидан ҳисобланади. Чунки, улар ўзгравитацияланувчи системаларнинг динамикасини тушинишда ва Галактиканинг энг бошланғич эволюцияланиш даври ҳақида маълумотлар беради. Сўнги йиллардаги кузатув маълумотлари ЮШТ вужудга келиши ва эволюцияланиши ҳақидаги аввалги қарашларни қайтадан кўриб чиқишни тақозо этади.

Яқин вақтларгача, ЮШТ лари Галактиканинг сферик ташкил этувчи қисмида жойлашган бўлиб, улар бир жинсли гуруҳ кўринишида бўлади деб ҳисобланган [100]. Аммо, сўнги йиллардаги уларнинг физик характеристикалари ва тақсимоти тўғрисида тўпланган кузатув маълумотлари, Галактика ЮШТ лари бир нечта гуруҳлардан иборатлигини кўрсатади. 2010 йилда Ҳаррис ўзининг 2003 йилда тузган Галактика ЮШТ каталогини [101] кенгайтирган ва маълумотларига аниқлик киритган. Биз бу параграфда Ҳаррис каталогидан фойдаланиб, ЮШТ ларининг физик ва фазовий-кинematik характеристикалари орасидаги боғланишларни кўриб чиқамиз.

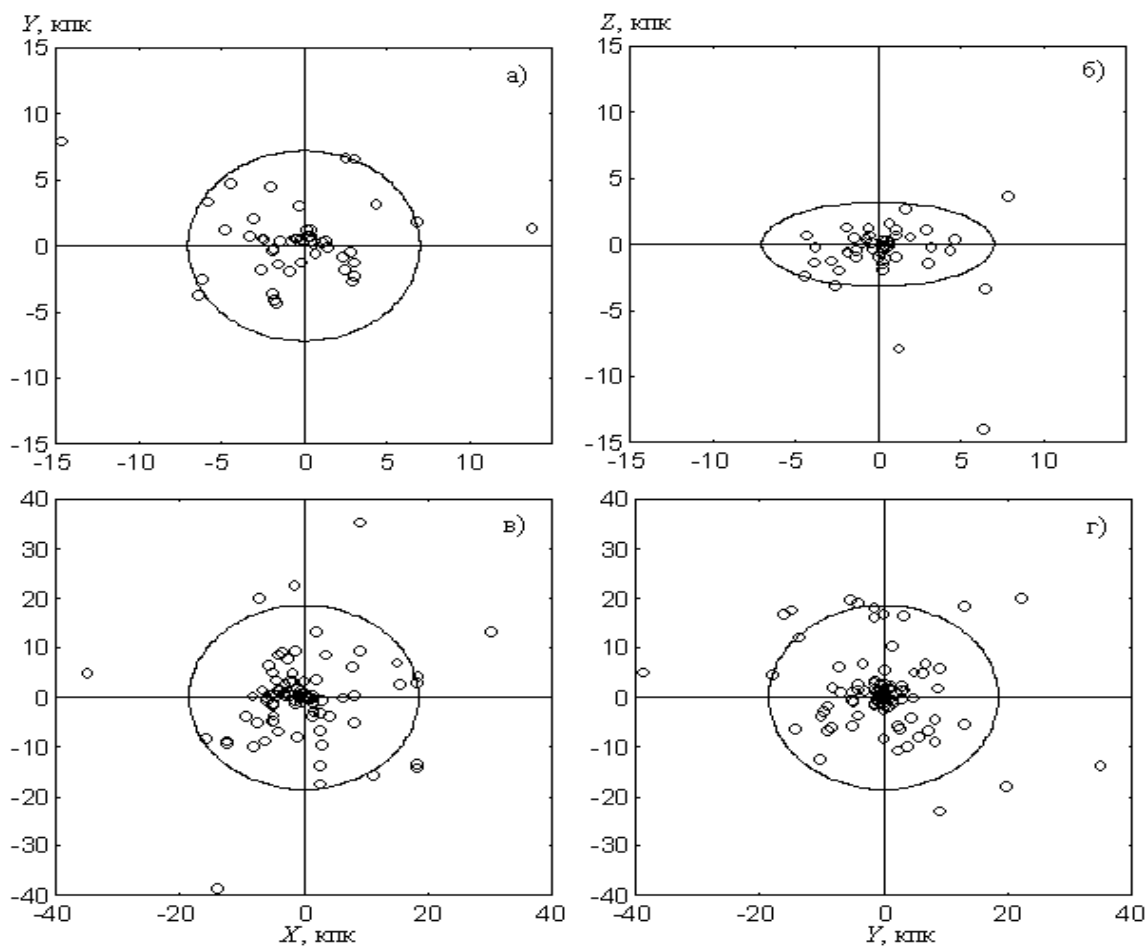


2.2-расм. ЮШТ ларининг металлик тақсимоти.

2-расмда Ҳаррис каталогида берилган ЮШТ ларининг металлик тақсимоти кўрсатилган. Бундан металликнинг $[Fe/H]=-1.0$ қиймати яқинида тўдалар

дефицитлигини кўриш мумкин. ЮШТ ларни металиликнинг айнан $[Fe/H]=-1.0$ қийматиغا нисбатан максимумлари $[Fe/H]\approx -0.65$ и -1.55 га тенг бўлган иккита дискрет гуруҳга бўлиниши кўринади. Металиликнинг $[Fe/H]=-1.0$ қийматида ЮШТ ларининг икки қисмга ажралишини уларнинг фазовий вазичти ва кинематикасини кўрсатувчи бошқа бир диаграммада ҳам кўриш мумкин. Айнан шу ҳолда металиликни характерловчи катталикларнинг кескин ўзгариши кузатилади.

3-расмда ЮШТ ларининг металга бой (а, б) ва металга камбағал (в, г) гуруҳларининг XY ва YZ текисликлардаги проекциялари келтирилган (шунини айтиш керакки бу ерда ва бундан кейинги ҳолларда 50 кпк дан узоқ масофада жойлашган 6 та ЮШТ киритилмаган).



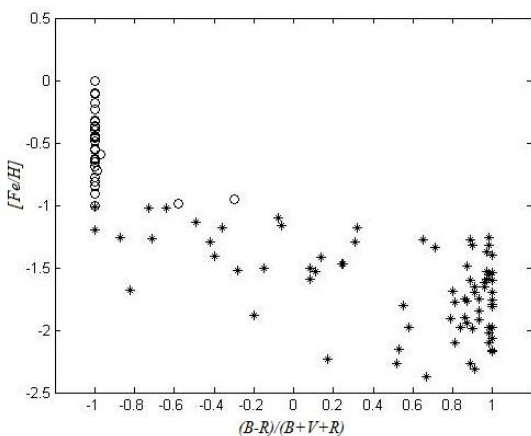
2.3-расм. ЮШТ ларнинг XY (а, б) ва YZ (в, г) текисликларга проекцияси.

Ҳар иккала қисмнинг эгаллаб турган ҳажми ва унинг кўринишида кескин фарқ яхши кўриниб турибди. Металга бой бўлган гуруҳ нисбатан кичик ўлчамга эга бўлиб, фақатгина Галактика марказига концентрацияланмасдан, унинг дискига ҳам концентрацияланган ва унинг кўриниши эллипсоид шаклига эга бўлиб, Z-координатаси бўйича яссиланган. Шакли XY текисликда радиуси ~ 7 кпк айлана ва

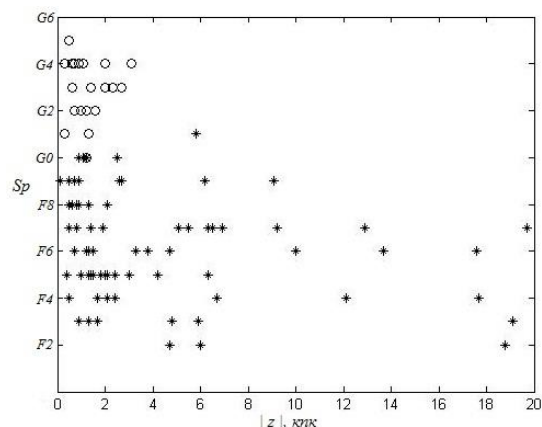
YZ текислигида Z бўйича ярим ўқи ~ 3 кпк га тенг бўлган эллипс бўлиб, уларни кўриниши ва ўлчамидан бу қисмни Галактиканинг «қалин диск» қисмидаги объектлар дейиш мумкин. Худди шу тартибда 2в ва 2г расмда кўрсатилган металилиги -1.0 дан кичик бўлган тўдаларни Галактиканинг «гало» қисмидаги объектлар дейиш мумкин.

2.4-2.9- расмларда ЮШТ ларининг айрим параметрлари билан улар таркибидаги оғир элементларнинг миқдори орасидаги боғланишлар келтирилган (графикларда: ёруғ доиралар- диск, юлдузчалар-гало). Диск ва гало арасидагичегаравий қиймат $[Fe/H] = -1.0$ дан ўтишда кескин ўзгариш кўзга ташланади. Ўтишларнинг бундай характери барча ЮШТ лар ҳақиқатан ҳам иккита дискрет гуруҳларга бўлинишини кўрсатади. Бу гуруҳлар орасидаги фарқ бошқа параметрларда ҳам кузатилади.

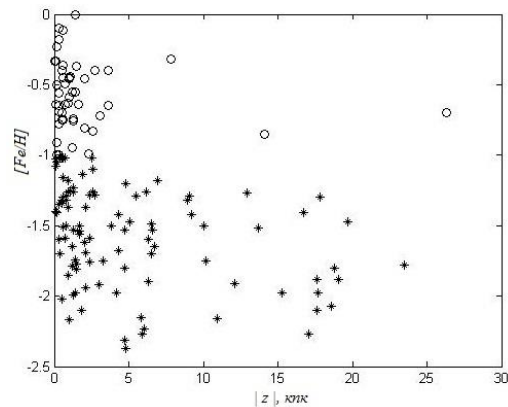
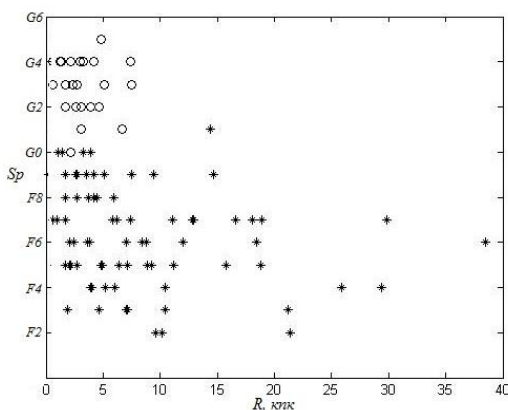
2.4-расм гало ЮШТ ларининг, горизонтал шоҳлар (ГШ) кўк ранг кўрсаткичининг $(B-R)/(B+V+R) \approx 0.80$ қийматида кескин коцентрацияланишини кўрсатади. Дискдаги ЮШТ ларнинг деярли барчаси қизил ГШ ларга эга. Гало ЮШТ лари эса ҳар қандай типдаги ГШ ларга эга бўлиши мумкин (қизилдан кўкгача).



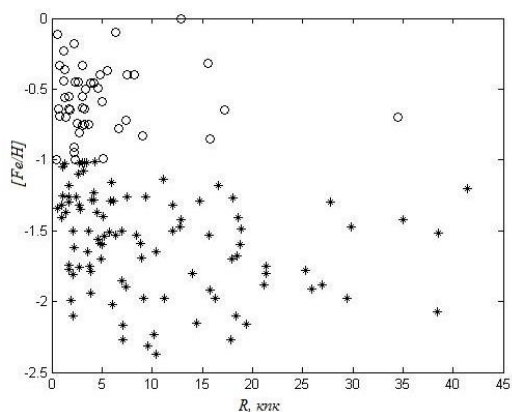
и. Металлилик билан ГШ ранг ичи орасидаги боғланиш.



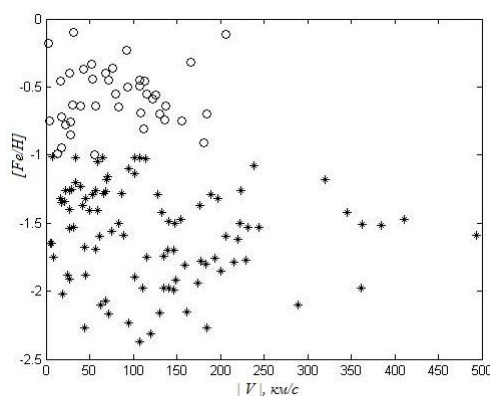
и. ЮШТ ларнинг Галактика текислигидан ичи ва спектрал синфи орасидаги и.



и. ЮШТ ларнинг Галактикадан узоқлиги ва спектрал синфи ги боғланиши.



и. ЮШТ металлилиги ва z-координатас даги боғланиши.

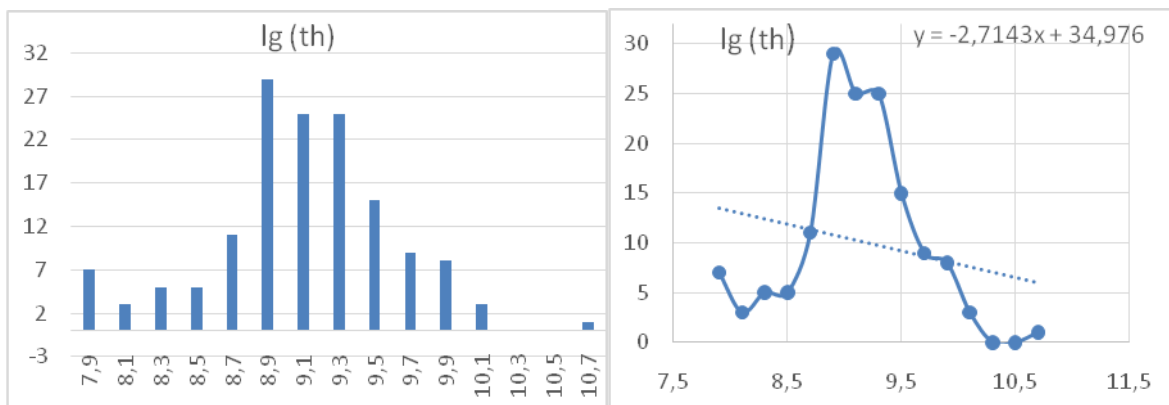


и. ЮШТ ларнинг металлилиги ва инатаси орасидаги боғланиши.

и. ЮШТ металлилиги ва тезлиги орасидаги боғланиши.

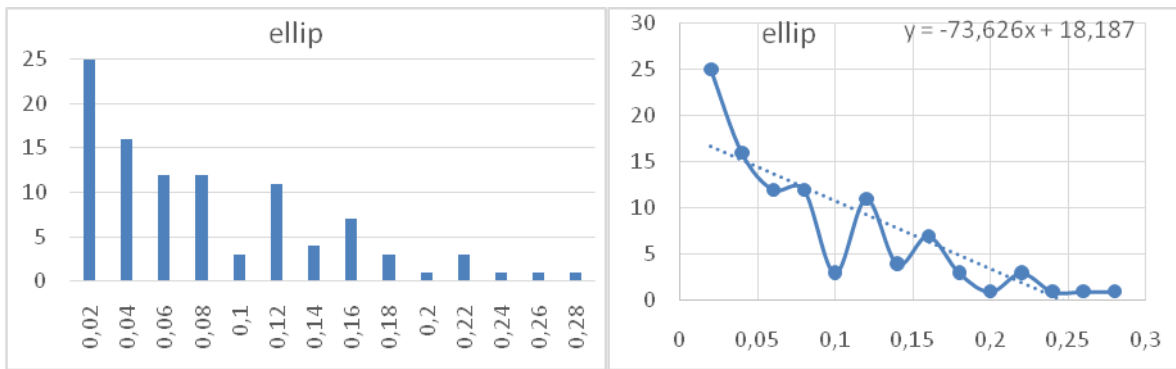
2.4- ва 2.8-расмларда ЮШТ ларнинг R ва z-координаталари билан уларнинг спектрал синфи ва металлилиги орасидаги боғланишлар кўрсатилган. Бу ерда ҳам ЮШТ ларнинг икки гуруҳга бўлинишини G0 соҳадан юқорида ёки -1.0 дан юқорида кузатиш мумкин ва металлик бўйича тўдаларнинг асосий қисми R бўйича 8 кпк, z-координатаси бўйича – 4 кпк да жойлашишини кўриш мумкин.

2.9-расмда ЮШТ ларнинг радиал тезликлари ва металлилиги орасидаги боғланиш кўрсатилган. Бу расмдан, металга камбағал ШТ лар нисбатан катта тезлик билан ҳаракатланишини кузатиш мумкин.



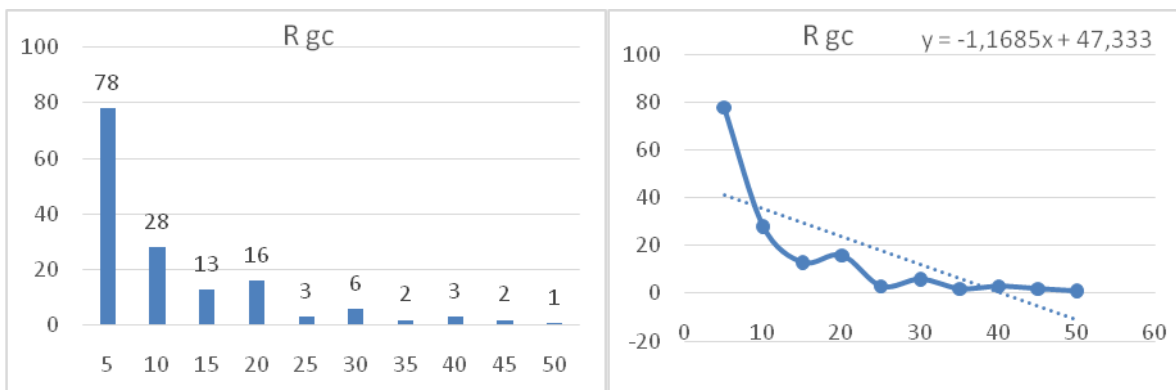
2.10-расм. ЮШТ ларнинг ёшлари бўйича тақсимоти.

2.10-расмдаги гистограммадан Галактикада ЮШТ лари ёши асосан $\lg(\text{th})=8.9 \div 9.3$ да кўпроқлигини ва $\lg(\text{th})=10.3 \div 10.5$ да ЮШТ умуман кузатилмайди.



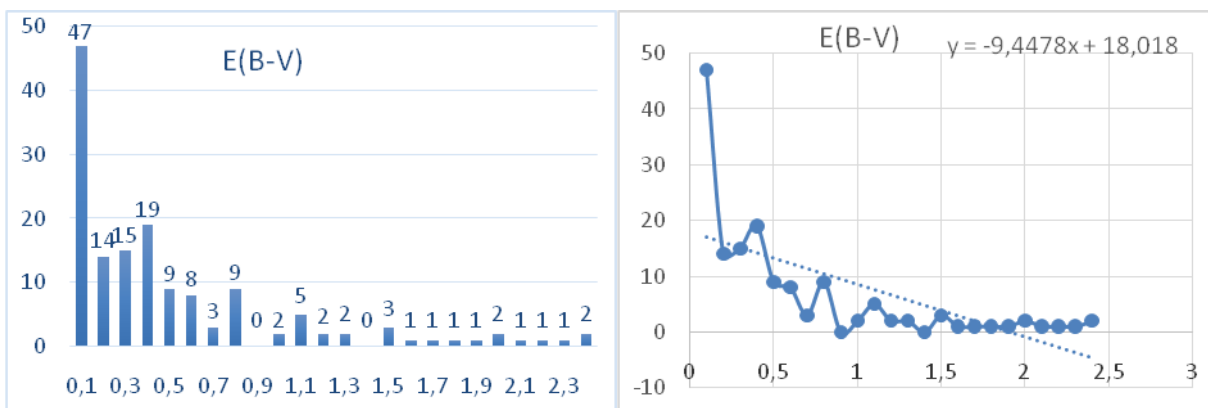
2.11-расм. ЮШТ ларнинг босиқлиги бўйича тақсимоти.

Бу расмдан ЮШТ ларнинг босиқлиги 0.02÷0.04 қийматларда нисбатан кўпроқлигини кўриш мумкин.



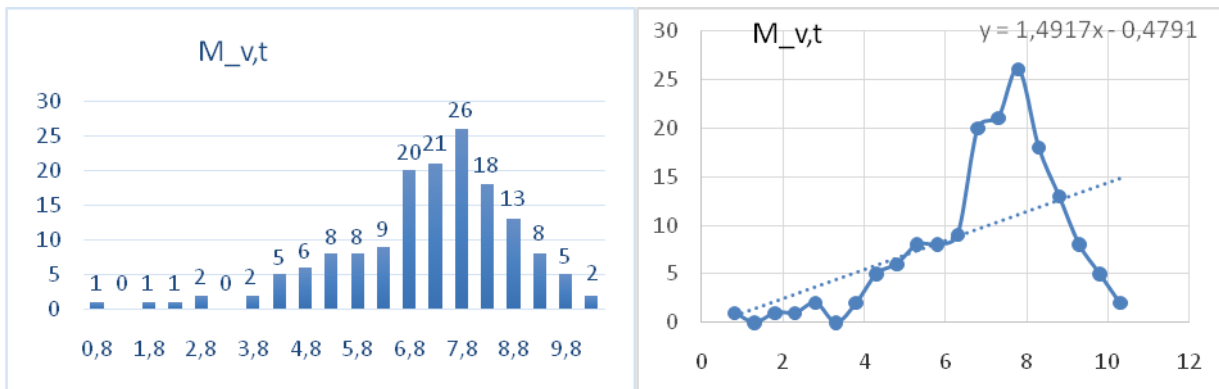
2.11-расм. ЮШТ ларнинг Галактика марказидан узоқлиги бўйича тақсимоти.

Тақсимотдан Галактикага юз ЮШТ ларнинг ярами галактика марказидан 5 кпк узоқликда жойлашганлигини кўрамиз.



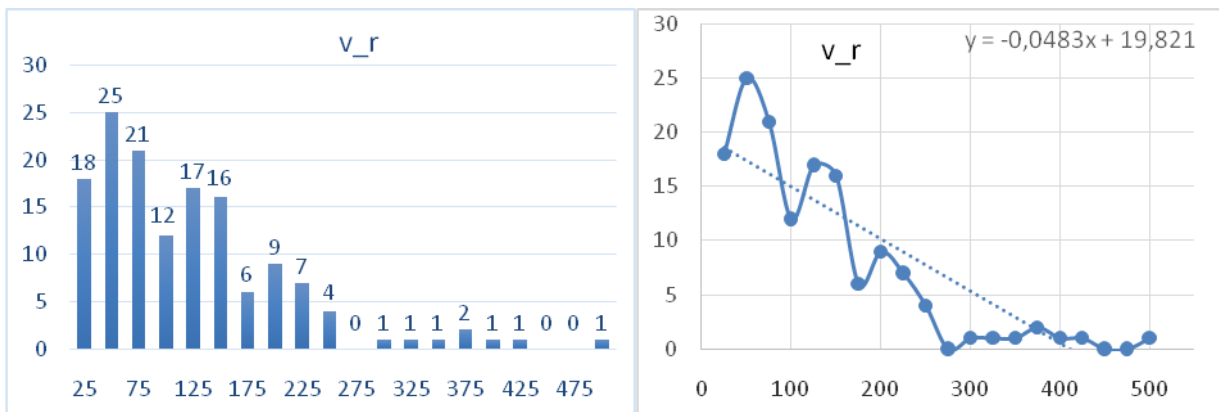
2.12-расм. ЮШТ ларнинг ранг орттирмаси бўйича тақсимоти.

2.12- расмдан ранг орттирмаси 0.1 га тенг бўлган ЮШТ лар нисбатан кўпроқлиги кузатилади.



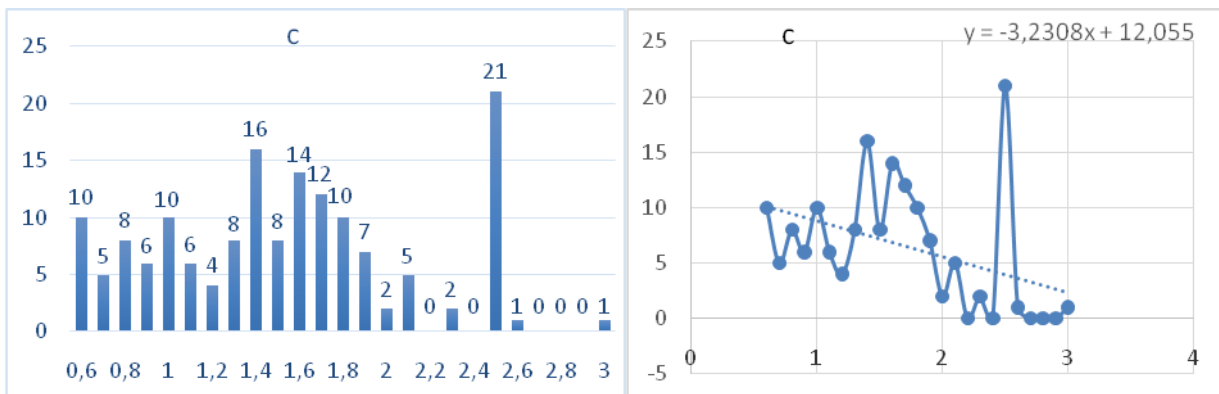
2.13-расм. ЮШТ ларининг абсолют юлдуз катталиги бўйича тақсимоти.

Бу гистограммадан абсолют юлдуз катталиги 6.6÷8.3 га тенг бўлган, айниқса 7.8 га тенг бўлган ЮШТ нисбатан кўплиги кўрсатилган.

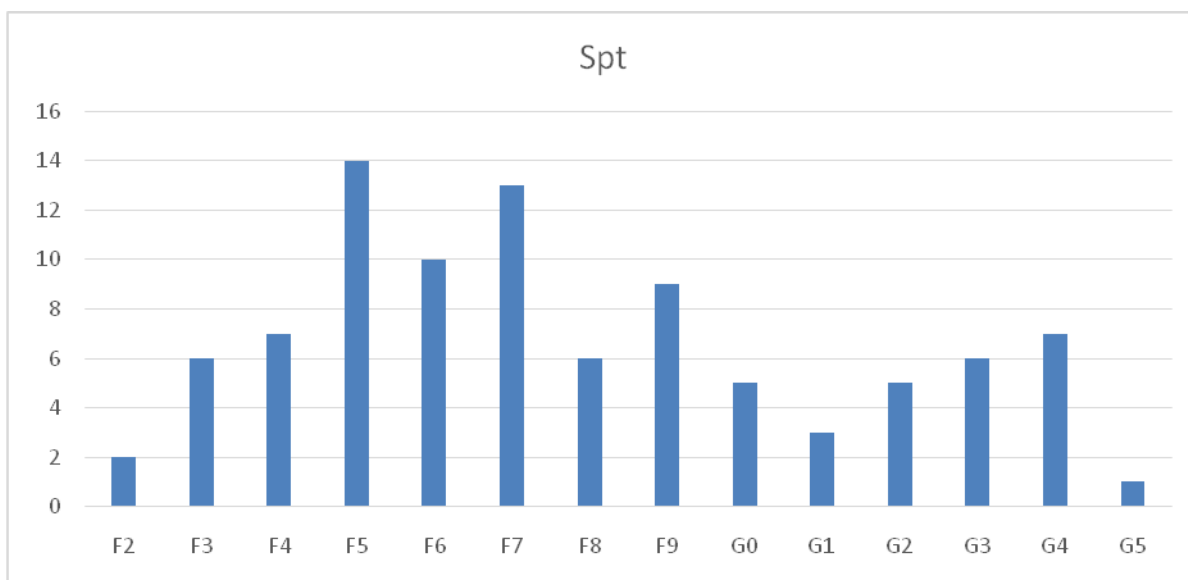


2.14-расм. ЮШТ ларининг радиал тезликлари бўйича тақсимоти.

Бу тақсимотдан эса Галактикамиз ЮШТ лари радиал тезликлари 50÷75 км/сек га тенг бўлган ЮШТ лари нисбатан кўпроқлиги кузатилади.



2.15-расм. ЮШТ ларининг марказий консентрацияси бўйича тақсимоти.



2.16-расм. ЮШТ ларининг спектрал синфлар бўйича тақсимоти.

Галактикамиз ЮШТ лари асосан F ва G спектрал синфларига тегишли бўлиб, ЮШТ ларининг кўпчилик қисми F5, F6 ва F7 спектрал синфларга тегишли.

($R \geq 50$ кпк) дан узоқдаги тўдаларни ҳозирча алоҳида гуруҳ деб қараймиз ва уларни шартли равишда “тож тўдалари” деб номлаймиз.

Кузатув маълумотлари таҳлили, Галактика ЮШТ ларининг бир жинсли эмаслигини тасдиқлади. Қалин диск ва гало қисмлари ЮШТ лари ўлчами ва кўринишига қараб, бир-биридан кескин фарқ қилиши кўрсатилди.

1.3. Сомон Йўли юлдузлар шарсимон тўдалари системаси учун анизотропия параметрини аниқлаш

Сферик системаларнинг ҳар бир эволюцияланиш босқичи зичлик ва тезликнинг аниқ тақсимоти орқали характерланади ва демак аниқ тузилиши (структура) билан ҳам характерланади. Эрта босқичдан нисбатан кечги босқичга ўтиши билан тузилиши (структура) силлиқланиб бориши ва изотроп тезлик тақсимотига эга бўлишга ҳаракат қилиши керак [94]. Ҳар хил эволюцияланиш босқичида бўлган, турли сферик ситемаларни, уларнинг кўринма зичлиги ва назариядан олинган зичлак эгриланишларини қараш бу системалардаги эволюцияланишнинг нисбий босқичларини нисбатан тахминан аниқлаш имкониятини беради. Тўдаларнинг эволюцияланиш босқичларини таҳлил қилиш учун системаларнинг тузилишини ва ЮШТС нинг тезликлар тақсимотини ҳисобга олиш керак бўлади. Қўйилган масалани

таҳлил қилиш учун шундай параметр киритиш керакки, бу параметрни, бир томондан зичликнинг кўринма тақсимоти билан боғлаш мумкин бўлсин, иккинчи томондан, эволюция билан боғлиқ саволга. Бундай параметр сифатида тезликлар анизотропияси параметрини олиш мумкин. Бу параметрни турлича аниқлаш мумкин, айрим ҳолларда, компоненталарнинг радиаль ва трансверсаль ҳаракатлари кинетик энергиялари ўртача қийматлари орасидаги муносабат орқали. Биз учун нисбатан қулайроқ бўлган, анизотропия параметри [98]: $A = \frac{\overline{2\Pi^2 - T^2}}{\overline{\Pi^2}}$ ишда берилган

параметрдир. Бу ерда, $\overline{T^2}$ - трансверсаль йўналишдаги тезликлар дисперсияси, $\overline{\Pi^2}$ - радиаль йўналишдаги тезликлар дисперсияси.

Бу усул орқали аниқланган анизотропия параметрларининг қиймати кўпчилик ЮШТС лири учун кузатув маълумотлари билан мос тушган. Шунинг учун биз ҳам шу усулдан фойдаланамиз. Юқорида келтирилган авторлар биринчи $A = \text{const}$ бўлган ҳолни қарайди. Улар гидродинамикава Пуассон тенгламалари асосида $x = \frac{r}{\alpha}$,

белгилаш киритади, бу ерда $\alpha = \frac{\overline{\Pi^2}}{4\pi G \rho_0}$ (ρ_0 -зичлик) ва қуйидаги тенглама олинади

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{x^2}{D} \frac{dD}{dx} \right) = -D x^2 - A \quad (1)$$

Бу тенглама бизга A ни топиш имконини беради.

Анизотропия параметри A глобаль масштабдаги тезликлар анизотропияси даражасини характерлайди ва шу билан бирга системанинг эволюцияланиш бочқичини баҳолаш имконини беради. $A=0$ – тезликларнинг сферик тақсимотига мос келса, $A=2$ – радиал чўзилган тақсимотга тўғри келади. A ўз навбатида, мос равшда эволюциянинг эрта ёки кечки босқичини кўрсатади. Биз $\overline{\Pi^2}(r) = \text{const}$ ва $\overline{T^2}(r) = \text{const}$ шартни қабул қилувчи система моделини қараймиз яъни, системанинг марказидан r масофа бўйича боғланиш йўқ.

Кузатув маълумотлариданолинган кўринма сиртий зичлик асосида ЮШТС тезликлар анизотропия параметрини аниқлаш учу Агемян ва Петровский методидан фойдаланиш мумкин [94]. Бу методнинг моҳияти қуйидагича.

(1) тенгламани сонли ечими натижасида x дан D ва D' бўйича боғланишни оламиз. Тенгламадан кўриниб турибдики ўлчамсиз зичлик D , A параметрнинг қийматига боғлиқ. D ва D' ларнинг аниқ қийматларидан сиртий зичликка ўтиш мумкин яъни, фазовий текислик проекциясидан (картинную) тасвир текислигига. Бошқача айтганда, сиртий зичлик n_{mr} – бу марказдан r масофадаги 1 grad^2 майдондаги тўдалар сони. Сиртий зичлик $F(r)$ нинг қийматига мос келувчи, турли қийматларда олинган анизотропия параметри A нинг оптимал қийматини, кузатилаётган сиртий зичлик n_{mr} билан солиштириб танлаш мумкин.

[98] ишдан биз қуйидагини оламиз

$$F(r) = \beta F_1 \left(\frac{r}{\alpha} \right) = -2\beta \int_{r/\alpha}^{\infty} \sqrt{x^2 - \left(\frac{r}{\alpha} \right)^2} D'(x) dx \quad (2)$$

бу ерда α ва β - масштаб кўпайтувчилар. Масштаб кўпайтувчилар назарий ва кузатилаётган зичликлар фарқининг минимизация қилиш йўли билан аниқланади. Бунда, қаралаётган моделларда радиус чексиз деб қабул қилиниб, $F(r)$ нинг қийматидан F_0 доимий айириб ташланади. Бу, назариядан олинган зичлик қийматлари квадратлари йиғиндиларининг оғиши (отклонений) кузатувдан олинган қийматлардан кичик бўлиши учундир. Шундай қилиб, функцияни α , β , F_0 параметрлар бўйича минимизациялаш керак

$$f(\alpha, \beta, F_0) = \sum_{i=1}^N \left[-2\beta \int_{r_i/\alpha}^{\infty} \sqrt{x^2 - \left(\frac{r_i}{\alpha} \right)^2} D'(x) dx - F_0 - (n_{rm} - n_{fm}) \right]^2 \quad (3)$$

Бу ерда n_{fm} – фоннинг сиртий зичлиги, N - фотопластинкадаги, ЮШТ лари сони ҳисобланган айланавий зоналарнинг сони.

Кейинчалик Ашуров [95] (дисс) $f(\alpha, \beta, F_0)$ лар учун минимизацияни ЭХМ да симплектик изланиш орқали амалга оширган. Бу метод галактикалар тўдалари учун ва шу билан бирга NGC 4594 галактикаси ЮШТС си учун [93] ҳам қўлланилган. Биз бу усул ёрдамида Сомон Йўли ЮШТС учун анизотропия параметрини ҳисоблаймиз. Бунинг учун бизга қуйидаги катталиклар керак бўлади. Бу катталиклар қуйидаги жадвалда берилган.

1.1 жадвал. Сомон Йўли ЮШТС нинг айрим характеристикалари.

<i>NGC</i>	<i>m</i>	<i>α,</i> <i>m, s</i>	<i>δ,</i> <i>°, ' , "</i>	<i>яр сони</i>	<i>эвмаълумотлари ол</i> <i>инган</i>
<i>Сомон Йўли</i>	<i>рс</i>	45 36	56 12	157	<i>ррис каталоги</i>

Сўнгги устунда маълумотлар олинган манбааларга ссылка берилган.

Тезликлар анизотропия параметри A 0.04 кадам билан 0 дан 2 гача интервалда ўзгартирилди. Ҳисоблашлар ЭҲМ IBM486DX ва Pentium- IV да амалга оширилди.

Тезликлар анизотропия параметрининг натижаси қуйидаги жадвалда берилган.

1.2-жадвал. Сомон Йўли учун анизотропия параметри.

<i>№</i>	<i>NGC</i>	<i>Тип</i>	<i>A</i>
1	Сомон Йўли	Sb	

2.1. ЮШТС лари кузатув маълумотлари.

Бугунги кундаги замонавий кузатув маълумотлари деярли барча типдаги галактикалар атрофида ЮШТС лари мавжудлигини кўрсатади. Бу йўналишдаги ишлар айниқса 2000 йилдан кейин анча ривожланган. Буни биз қуйидаги мақолаларнинг таҳлилидан кўришимиз мумкин.

Биз бу параграфда чет-эл адабиётларида чоп еттирилган мақолаларнинг қисқача таҳлил қилиб ўтамиз.

Бугунги кундаги ЮШТС ларига оид маълумотлар, бизга уларнинг асосий хусусиятлари бўлган фазовий тақсимоти, системадаги ЮШТ лар сони, она галактиканинг ўлчамлари, ШТ ларнинг металлилиги, айрим галактикаларнинг массалари ва ЮШТ ларнинг ёрқинликларига қисқача маълумотлар беради. Галактикага тегишли бўлган ЮШТ ларнинг умумий сони галактика массасига пропорционал бўлиши мумкин, лекин айрим ҳолларда бундай эмаслиги аниқланган (M87 ва NGC 5128) [37]. [1980IAUS...85..369R](#)

Бу ишда NGC5170 галактикасининг радиал зичлик тақсимоти ўрганилган ва бу тақсимот бошқа галактикалар учун олинган тақсимотга мос келган. NGC 5170 галактикасигача бўлган модуль масофа ($m-M$)= 32.3 ± 0.3 га ва системадаги ЮШТларнинг умумий сони 815 ± 320 тенглиги аниқланган [38]. [1990PASP...102... 5F](#)

Бу ишда Форнакс галактикалар тўдасининг марказий қисмида жойлашган NGC 1399 галактикаси атрофидаги ЮШТС ўрганилган. 10 дан 390 бурчак секундигача бўлган радиал диапазонда В ва V филтрларда олинган ПЗС тасвирлар шу системага тегишли бўлган ЮШТ ларни аниқлашда қўлланилган. Олинган натижалар шуни кўрсатадики, NGC 1399 бошқа галактикаларга нисбатан ЮШТ ларга бой бўлиб, фақат қизил ЮШТС га эга ва бу система етарлича бир жинсли. Шу билан бирга, ундаги тўдаларнинг катта қисми қолганларига нисбатан 1 млрд йилга қарилиги аниқланган [39]. [1991A&A....241..399W](#)

Бу ишда Форнакс галактикалар тўдасидаги NGC 1404 эллиптик галактикаси ЮШТС нинг В, V, R филтрларда фотометрияси қилинган ва

галактиканинг бирлик частотаси $S=2.3\pm 0.3$ га тенглиги аниқланган. NGC 1404 ШТС нинг ёрқинлик функцияси V филтрда $V=24.1\pm 0.2$ га ва (V - R) да ЮШТС нинг ўртача ранги 0.51 тенглиги аниқланган. Галактика (V - R) да 0.1 га ва (B - V) да 0.3 га қизилроқ. NGC 1404 ШТС Форнакс галактикалар тўдаси масофасида бўлсада, у тўда аъзоси эмаслиги таъкидланган ва бу галактиканинг юқори радиал тезликка эгаллиги, рентген диапазонида юқори даражада ёрқинлик чиқариши билан тушунтирилган [40]. [1992A&A....264... 25P](#)

NGC 4594 (Sa) спирал галактикаси атрофидаги ЮШТС нинг B ва V филтрларда олинган ПЗС тасвирларининг фотометриялари бажарилган. Бирлик частотаси $S=2\pm 1$ га тенг бўлган ЮШТС мавжудлиги аниқланган. Бу қийматбошқа галактикалар (Sa/Sb ва E) учун топилган бирлик частота қиймати билан мос тушади. NGC 4594 ЮШТС нинг ўртача металлилиги - 0.81 ± 0.05 га тенглиги кўрсатилган. Бу Сомон йўли ва M31 галактикалари металлилиги қийматидан катта, лекин, гигант (E) ЮШТС ларининг қийматлари билан мос тушади [41]. [1992AJ...103..800B](#).

NGC 3842 эллиптик галактикаси Вирго (ёки Abell 1367) галактикалар тўдасидаги йирик ва нормал структурали ўтагигант галактика бўлиб ҳисобланади. Бу ишда галактикадаги ЮШТС нинг физик хусусиятларини ўрганиш мақсадида V филтрда ПЗС тасвирлар олинган. Фотометрия шуни кўрсатадики, бу системанинг сезиларли қисми B филтр учун 24.5 дан юқори. Системанинг бирлик частотаси (S_N) 7-8 атрофида бўлиб, бу M87 галактикаси атрофидаги системанинг бирлик частотасидан деярли икки марта кичик. Бу натижалар шуни кўрсатадики, галактиканинг ўлчами, ёрқинлиги ёки морфологияси ундаги ЮШТС нинг бирлик частотаси (S_N) ни вужудга келтириш учун етарли эмас. Бундан ташқари, NGC 3842 галактикаси Abell 1367 тўдасининг динамик марказида жойлашмаган. Бой муҳит марказида жойлашиш, системани бир шаклга келтириш учун муҳим фактор бўлиб ҳисобланади деган хулосага келинган [42]. [1992AJ...103.1828B](#)

Бу ишда NGC 4636 эллиптик галактикаси атрофидаги ЮШТС ўрганилган. Биринчи мартабу галактиканинг фотографик тадқиқотларини 1977 йилда Ҳанес олиб борган. NGC 4636 Вирго галактикалар тўдасининг кичик зичликка эга бўлган ташқи қисмида жойлашган. Улар бу галактиканинг ЮШТС 3600 ± 500 ЮШТ лардан иборат деб, шунга мос равишда галактиканинг бирлик частотаси $S_N = 7.5 \pm 2.0$ эканлигини аниқлаган. Бу қиймат Вирго галактикалар тўдасидаги эллиптик галактикалар S_N ларининг ўртача қиймати ($S_N=6$) дан бир оз катта, лекин, Ҳанеснинг натижаси ($S_N=9.9$) дан кичик. Вирго галактикалар тўдасидаги ЮШТ ларнинг ёркинлик функцияси абсолют қиймати -7.1 ± 0.3 га тенг деб олинса, у ҳолда, NGC 4636 галактикаси ШТЁФ V филтр учун 24.1 ± 0.1 га тенглиги ва мос равишда масофа модули $(m-M) = 31.2 \pm 0.3$ га тенглиги аниқланган. Бу масофа NGC 4636 учун бошқа усуллар билан олинган масофалар билан мос тушган. ЮШТ ларнинг массалари Сомон йўли ва М31 галактикалариникига ўхшаш бўлиб, экспоненциал қонунга бўйсунди [43]. [1994A&A....287..463K.](#)

Бу ишда, уч филтрда, NGC 5813 эллиптик галактикасининг ЮШТС ўрганилган. 40 дан 310 арксекгача В, V ва R филтрларда олинган ПЗС тасвирлар галактика аъзолигига номзод ЮШТ ларни қидириш учун қўлланилган ва номзодлар 190 арксек масофада қайд қилинган. Тўдаларнинг радиал зичлик тақсимооти профили де Вокулёр қонунига бўйсунуши аниқланган. Системадаги тўдаларнинг умумий сони 1650 ± 400 ва бирлик частотаси $S=5.7 \pm 1.8$ га тенглиги кўрсатилган. ШТС нинг ўртача ранги $(B-V)=+0.74$ ва $(V-R) =+0.54$ га тенглиги аниқланган. В-V да рангнинг радиус бўйлаб ўзгармаслиги кузатилган, лекин, V-R да бу ўзгариш 0.1 га тенглиги кузатилган [44]. [1995A и. а....296..633 Н.](#)

NGC 5481 (E3) галактикасининг В, V, R филтрларда 10arcmin^2 да ПЗС тасвирлари олинган. NGC 5481 нинг радиал тезлиги 2050 км/с лиги ва морфологик ғалаёнланишидан (возмущения) унинг йўлдоши бўлган (S_c) галактика NGC 5480 орасидаги ўзаро таъсир кучини кузатиш мумкин. Галактика марказига нисбатан четга томон объектларнинг камайиб

бориши кузатилади, бу асосан ЮШТ ларда яхши кузатилади. Тасвирларнинг сифатлилигидан фонидаги галактикаларни ажратиб олиш қийинчилик туғдирмайди. Бу галактикаларнинг энг каттасининг ўртача ранги $B-V = 1,6$ ва $V-R = 1,2$, қизилга силжиши эса $z=0.25$ га тенг. Бундан ташқари фонда хира ва фарқлаб бўлмайдиган объектлар ҳам кузатилади. Уларни шу галактикалар тўдасига тегишли бўлган, нисбатан кичик галактикалар деб тушиниш мумкин. NGC 5481 ЮШТС нинг ўртача ранги $R=20.5$, $B=21.7$ дан $B-V=0.8$, $V-R=0.6$ га тенглиги аниқланган. Системанинг модуль масофаси $m-M=32.2(\pm 0.4)$ (ёки $d=27$ Мпк) га тенг. Бу қийматни ва тезлик қийматини ҳисобга олган ҳолда Ҳаббл доимийсини $H_0=80$ км/с/Мпк га тенг деб олганлар. Системадаги ЮШТ ларнинг умумий сони 180 ± 40 ва бирлик частотаси $S = 2.5\pm 0.6$ га тенглиги аниқланган [45]. [1995A&A...297..660M](#) .

Бу ишда Кома галактикалар тўдаси аъзолари бўлган NGC 4494 эллиптик ва ўлчами жиҳатдан Сомон йўли ва М 31 галактикаларига тенг бўлган, NGC 4565 (Sb) галактикалари ўрганилган. V-диапазонда олинган ПЗС тасвирлар бу иккала галактикалар атрофидаги ЮШТС ни ва улар ҳақиқатан Кома галактикалар тўдасига аъзо ёки аъзо эмаслигини текшириш учун қўлланилган. ЮШТ ларнинг фотометрияси натижасида NGC 4494 учун масофа модули $(m-M)_0 = 30.8\pm 0.4$ га NGC 4565 учун масофа модули $(m-M)_0 = 30.00\pm 0.3$ га тенглиги топилган ва натижада галактикалар Кома галактикалар тўдаси аъзолари эмаслиги аниқланган. Лекин NGC 4565 Кома галактикалар тўдасида жойлашган, NGC 4494 эса тўданинг орқа планида жойлашган. Бундан ташқари NGC 4494 ва NGC 4565 галактикалари атрофидаги ЮШТС нинг структуравий параметрлари, радиал тақсимотлари ва бирлик частоталари ҳам аниқланган [46]. [1995AJ...109.1044F](#)

Бу ишда NGC 720 (E5) эллиптик галактикаси атрофидаги ЮШТС тадқиқ қилинган. NGC 720 ЮШТС даги объектлар сони 660 ± 190 талиги учун бу система камбоғал система дейилган. ЮШТ ёрқинлик функциясидан системанинг масофа модули $m-M=31.35\pm 0.35$ ёки 18.6 ± 2.2

Мпк, абсолют визуаль ёрқинлиги $M_V = -21.18 \pm 0.25$, бирлик частотаси эса $S = 2.2 \pm 0.9$ га тенглиги аниқланган ва у изоляцияланган галактика дейилган [47]. [1996A&A....308..704K](#).

Бу ишда Форнакс галактикалар тўдасидаги бешта: NGC 1374, NGC 1379, NGC 1387, NGC 1427 ва NGC 1399 гигант эллиптик галактикаларининг хусусиятлари V ва I филтрлардаги фотометрия орқали ўрганилган. Булардан тўрттаси нормал галактикалар бўлиб, $500 \div 300$ атрофида ЮШТ ларга эга ва мос равишда уларнинг бирлик частоталари 4 ± 1 га тенг. NGC 1399 нинг ЮШТС 6000 ± 600 объектдан иборат бўлиб, бирлик частотаси 12 ± 3 га тенг. Ундаги ШТ нинг ранги Сомон йўли ШТ нинг рангига қараганда қизғишроқ, лекин дисперсияси жиҳатдан ўхшаш. NGC 1399 ЮШТС бошқа галактикаларга нисбатан йирикроқ бўлиб, сДгалактикалар тоифасига киради. Ўрганилаётган системаларнинг ҳеч бирисининг шакли аниқ ажралиб туриши кузатилмаган, ҳаттоки NGC 1374 ва NGC 1427 (E1, E3) лар ҳам сферик кўринишда пайдо бўлади. Ўрганилган ЮШТС лари билан спирал галактикаларни таққослашдан, бу эллиптик галактикаларнинг ЮШТ лари шу массали спирал галактикаларнинг ЮШТ лари билан деярли бир хил ва уларнинг ЮШТ ларининг ранги, системаларнинг морфологик хусусиятлари каби физик параметрлари ҳам бир-биридан фарқ қилмайди деган хулосага келинган. Бу галактикалар учун ЮШТС ларининг вужудга келишидаги ҳар хил сценарийларини тузишга зарурат йўқ дейилдган. Марказда жойлшаган гигант эллиптик галактика кўп сонли ЮШТ ларга эга ва ўзининг ЮШТС ни вужудга келтиришда ўз сценариясига эга [11]. [1997A&A....319..470K](#)

Эридан А галактикалар гуруҳидаги иккита ёрқин галактикалар NGC 1400 ва NGC 1407 ларнинг ЮШТС фотометриясини олиш учун Вашингтонда T₁ ва I филтрларда кузатувлар олиб борилган. NGC 1400 нинг радиал тезлиги (549 км/с) ва тўданинг бошқа аъзоларининг радиал тезликлари шу тўданинг марказий галактикаси Эридан А (NGC 1407, $v = 1766$ км/с) га нисбатан кичик эканлиги аниқланган. ЮШТ ларнинг ёрқинлик функцияси фигурасидан NGC 1407 гача бўлган масофа 17.6 ± 3.1

кпк, NGC 1400 гача бўлган масофа эса 25.4 ± 7.0 лиги аниқланган. NGC 1407 ЮШТС учун бирлик частота $S = 4.0 \pm 1.3$ га, NGC 1400 ЮШТС учун эса $S = 5.2 \pm 2.0$ га тенглиги топилган [12]. [1997AJ...113..895 P](#)

Гигант эллиптик галактикаларнинг вужудга келиши, уларнинг эволюцияланиш тарихидан хабар берувчи зонд сифатида қаралувчи уларнинг ЮШТС ёрдамида қаралган. Бундай галактикалардаги металилик тақсимотининг бимодаллиги айрим ҳолларда гигант эллиптик галактикаларнинг вужудга келиши қўшилиш, бирикиш, йўли билан амалга ошишини исботлайди. Бу жараён, қўшилиш, бирикиш, жараёни вақтида вужудга келадиган бой спираллардаги газ ва металга бой бўлган ЮШТ лар ҳисобига бўлади. Муаллифлар шу ва бошқа имкониятларни ўрганиб чиқишган ва бу металга бой бўлган тўдалар галактиканинг ички қисмини ташкил қилса, металилик тақсимоти орқали кузатиладиган металга камбағал бўлган ЮШТ лар эса уларни бошқа галактикалардан тутиб олиниши ёки қўшилиш, бирикиш, йўли билан вужудга келиши мумкин деган хулосага келганлар [55]. [1998ApJ...501..554-570 C](#)

Бу ишда паст ёрқинликка эга бўлган NGC 7457 (S0) галактикаси атрофидаги ЮШТС нинг В, V, I филтрларда фотометрияси бажарилган. V филтрда қилинган фотометриядан галактика атрофидаги ЮШТС 178 ± 75 та ЮШТ дан иборатлиги аниқланган. Системанинг бирлик частотаси $S = 2.7 \pm 1.1$ га ва галактиканинг абсолют юлдуз катталиги $M_V = -19.55$ га тенглиги аниқланган. 89 та ЮШТ ни уларнинг ранги (В-I, V-I ва В-V) га қараб ажратиб олинган. ЮШТ ларнинг В-I ва V-I ранг тақсимотлари ўртача металилиги $[Fe/H] \sim -1$ да жойлашган. В-I ранг тақсимоти эса ШТ ларнинг бир маҳаллий гуруҳи учун кутилган тақсимотдан энлироқ бўлиб, биттадан кўп қисм бўлиши мумкинлигини кўрсатади. NGC 7457 галактикаси атрофида Сомон йўли галактикаси галосидаги металга камбағал бўлган ЮШТ лар кузатилмаган [21]. [1999A&A.346..721 C.](#)

Ҳаббл космик телескопининг Планетар 2 камераси ёрдамида олинган архив материаллардан 50 та галактикага тегишли бўлган маълумотлар тўпланган. Бу галактикаларнинг 43 таси S0 қолганлари бошқа

типга мансуб бўлган галактикалардир. Бу ишда шу 50 та галактика учун тўпланган кузатув маълумотлари ва V-I ранг тақсимоти берилган. Ҳар бир галактикада ЮШТ ларнинг сони ҳар хил бўлиб, у 18 (NGC 2778) дан 781 (NGC 5846) гача ўзгаради. 100 тадан кўп ЮШТ га эга бўлган, берилган 16 та системадан 7 тасида сезиларли бимодал ранг тақсимоти кўринган. Умуман олганда бу ишда келтирилган галактикаларнинг деярли ярми бимодал ранг тақсимотига эга эканлиги кўзатишга эришилган. Хира галактикаларнинг ранг тақсимоти эса анмодал ранг тақсимотига бўйсунгани аниқланган. Бундан ташқари ранг тақсимотчиизиғингичка бўлган, ўртача қизил ва кўк ранг тақсимотига эга фақат металга бой ёки металга камбағал бўлган ЮШТ лар ҳам топилган. Уларнинг вужудга келиш эҳтимоллиги муҳокама қилинган. V-I тақсимотни галактиканинг турли хусусиятлари, галактика типлари билан солиштирилган. ЮШТ ларнинг V-I тақсимот пики ва дисперсиянинг марказий тезлиги орасида боғланиш аниқланган [13]. [1999AJ...118.1526-1541G.](#)

Ҳаббл космик телескопининг Планетар 2 камерасида М 87 галактикаси ичкихудудидан 1057 та ЮШТ танлаб олинган. ЮШТ ларнинг ёрқинлик функцияси ўртача қиймати $m_v^0 = 23.67 \pm 0.07$ ва $\sigma = 1.39 \pm 0.06$ бўлган Гаусс қонуниятига бўйсунган. ЮШТ лар зичлик тақсимоти радиуси $R_c = 56''$ бўлиб, бу юлдуз компонентасиядроти ($R_c = 6.8''$) дан сезиларли даражада катта. Тўдаларнинг ўртача ранг тақсимоти $V-I = 1.09$ ва металлилиги $Fe/H = -0.74$ га тенг. Ранг тақсимоти бимодал бўлиб, кўк пик $V-I = 0.95$, қизил пик эса $V-I = 1.20$ ни ташкил қилган [50]. [1999ApJ...513..733-751K.](#)

IC 4051 гигант эллиптик галактикаси Кома галактикалар тўдасининг марказида жойлашган. Ҳаббл космик телескопининг Планетар 2 камераси (HST WFPC2) архив кузатув маълумотлари ёрдамида бу галактиканинг ЮШТС фазовий структураси ва ёрқинлик функцияси, металлик тақсимоти каби физик параметрлари ўрганилган. V-I ранг тақсимоти орқали олинган ўртача металлик тақсимоти $\langle Fe/H \rangle \sim 0.3$ га тенглиги аниқланган. ЮШТС металлилиги тахминан бир-бирига тенг бўлган иккита қисм (подкомпоненти) дан иборат бўлиб, улардан бири

$[Fe/H] \sim 0.0$ ва иккинчиси $[Fe/H] \sim -1.0$ қиймат атрофида жойлашган. Ёрқинлик тақсимоти (ЮШТЁФ) бошқа гигант E галактикаларникига ўхшаб Гауссформасига эга ва пики $V^0 = 27.8$ қийматга эга. IC 4051 галактикаси бирлик частотаси $S_N = 11 \pm 2$ га тенг бўлиб, бу қиймат бошқа марказий cD типдаги галактикаларнинг қийматларидан кам эмас, лекин, IC 4051 галактикаси cD галактика эмас [20]. [2000AJ...119.2699W.](#)

Бу ишда NGC 3311 галактикаси атрофидаги ЮШТС ўрганилган. Бу галактика Гидрагалактикалар тўдаси марказидаги cD галактика бўлиб, металга бой ЮШТС сифатида қаралган. Вашингтондаги олинган фотометрия натижалари металлиликнинг $[Fe/H] \sim -1$ қийматида ЮШТ ларнинг мавжуд эмаслигини кўрсатган. Металга камбағал бўлган ЮШТ лар аниқланмаган. Ҳаббл космик телескопининг Планетар 2 камераси бу галактика учун нормал ранг ва нормал металлиликка эга бўлган ЮШТ лар мавжудлиги ҳақида маълумотлар берган. Бу галактика учун бимодал ранг ва бунга мос равишда металлилик тақсимоти аниқланган бўлиб, уларнинг қийматлари $(V-I)_0 = 0.91$ ва 1.09 , $[Fe/H] \sim -1.5$ ва -0.75 га тенг бўлган [54]. [2000ApJ...543 L...19-L22.](#)

Ёш эллиптик ёки “протоэллиптик” галактика ҳисобланган NGC 1700 галактикаси ЮШТ лари номзодлари бу ишда аниқланган бўлиб, бунинг учун Кек телескопи B, V ва I диапазонларида ва Ҳаббл космик телескопининг V ва I диапазонларида олинган тасвирлардан фойдаланилган. Кек телескопидан олинган NGC 1700 галактикаси тасвиридан унинг модели тузилган ва натижада иккита симметрик кўшилиувчи дум структура сифатида кўринган. Агар бу изоҳ тўғри бўлса, у ҳолда бу галактика иккита спирал галактикаларнинг бир-бирига кўшилишидан вужудга келганлигини билдиради. B диапазондаги ранг тақсимотидан бу система бимодал ранг тақсимотига эга эканлиги аниқланган. Муаллифлар, NGC 1700 галактикаси ЮШТ лари сони, бирлик частотаси қиймати бу турдаги типик эллиптик галактикалар учун етарлича паст ва бу галактика “шарсимон тўдаларга камбағал” эллиптик галактика

сифатида ҳосил бўлади деган хулосага келганлар [53].
[2000MNRAS.317...406B.](#)

Бу ишда Ҳаббл космик телескопининг Планетар 2 камераси (WFPC2) нинг V ва I филтрларда олинган архив маълумотлари ёрдамида 28 та эллиптик галактика атрофидаги ЮШТС нинг таҳлили қилинган. V-I ранг тақсимотидан бу галактикаларнинг 50% бимодал ранг тақсимотига эга эканлиги аниқланган. Бу олинган натижалар галактикаларнинг бошланғич эволюциясида уларнинг ЮШТ лари бир неча эпохада вужудга келганлигидан дарак беради. Бунга сабаб кўшилиш жараёни бўлиши ҳам мумкин. Шу билан бирга, биринчи мартапаст ёрқинликка эга бўлган галактикаларнинг бимодал ранг тақсимотига эгаллиги ва бундай системаларнинг кейинги эволюцияланиш сценарийси қандай бўлиши мумкинлиги муҳокама қилинган. Бу ишда ўрганилган 28 та ЮШТС нинг ўртача ранги $V-I=1.04\pm 0.04$ ва мос равишда металлилиги $Fe/H=-1.0\pm 0.19$ га ва ЮШТ ларнинг ёрқинлик функцияси бошқа методлар ёрдамида олинган қийматларга мос келиб, V филтр учун $M^0_V=-7.41\pm 0.03$ га, I филтр учун эса $M^0_I=-8.46\pm 0.03$ тенг бўлган. Галактикаларнинг ўртача бирлик частотаси 2.4 ± 1.8 га тенг бўлиб, бу S0 галактикаларнинг худди шу тартибдаги қилинган таҳлил натижаси 1.0 ± 0.6 дан сезиларли даражада катта. Бундан, бу икки типдаги галактикаларнинг металлилиги, массаси, ЮШТ лар сони орасида ҳеч қандай боғланиш йўқлигини кўриш мумкин [7]. [2001AJ...121.2950K](#)

Бу ишда ҳам юқоридаги муаллифлар томонидан Ҳаббл космик телескопининг Планетар 2 камераси (WFPC2) нинг V ва I филтрларда олинган архив маълумотлари ёрдамида 34 та S0 галактикалари атрофидаги ЮШТС қаралган. Бу галактикалардан фақат 29 таси ЮШТС га эга бўлган. Галактикаларнинг ўртача ранги $V-I = 0.85$ дан $V-I = 1.17$ гача ўзгаради ва барча 29 та галактика учун ўртача ранг $V-I=1.00\pm 0.07$ га тенг бўлиб, бу юқоридаги E галактикалар учун олинган қиймат $V-I=1.04\pm 0.04$ га яқин. Ҳар бир ЮШТС нинг ўртача металлилиги тегишли галактикаларга боғлиқ, лекин бу галактикалар типларига боғлиқ эмас. Бошқа томондан қараганда

S0 галактикалар учун $S_N=1.0\pm 0.6$ га ва E галактикалар учун $S_N=2.4\pm 1.8$ га тенглигиданбирлик частота Хаббл типига боғлиқлигини кўриш мумкин. Бу ишда фақат битта галактиканинг ранг тақсимоти бимодал эканлиги аниқланган ва олинган тасвирларнинг кичик қисмларга бўлаклаб қилинган таҳлиллар натижасида S0 галактикаларнинг 10% - 20% бимодал ранг тақсимотига эга эканлиги аниқланган [6]. [2001AJ...122.1251K](#).

NGC 6702 эллиптик галактикаси атрофидаги ЮШТС Кек телескопи орқали B, V, ва I филтрларда олинган тасвирлар ёрдамида ўрганилган. Бу галактика 2 Гйилга тенг бўлган, энг сўнгги юлдуз туғулиш сохаларини кўрсатувчи спектроскопик ёшга эга. Бундан ташқари NGC 6702 галактикаси ЮШТС нинг бирлик частотаси $S_N=2.3\pm 1.1$ га тенглиги аниқланган [56]. [2001MNRAS.324...785G](#)

Кома галактикалар тўдасидаги 17 та эллиптик галактикалар атрофидаги ЮШТС лари ўрганилган. Ёркинликнинг ўзгариши ЮШТ ларнинг умумий сонини ва ҳар бир галактика учун алоҳида бирлик частотани аниқлаш учун фойдаланилган. Ҳар бир галактиканинг S_N бўйича олинган қийматлари бир-биридан катта фарқ қилганлиги аниқланган. Қуйидаги ҳолларда буни кўриш мумкин: 1) NGC 4673 галактикасининг бирлик частотаси $S_N= 1.0\pm 0.4$ га тенг бўлиб, бу эллиптик галактикага хос бўлмаган қийматдир, лекин спирал ва нотўғри галактикалар учун ўринли, 2) MCG+5-31-063 галактикасининг бирлик частотаси $S_N=13.0\pm 4.2$ га ва IC 4051 галактикасининг бирлик частотаси эса $S_N= 12,7\pm 3.2$ га тенг бўлиб, улар ўтагигант cD галактикалар типига мансубдир. Бундан ташқари Кома галактикалар тўдасининг марказий ўтагигант cD галактикаси NGC 4874нинг бирлик частотаси $S_N= 9.0\pm 2.2$ га ва барча галактикалар учун S_N нинг ўртача қиймати $S_N= 5.1$ тенглиги аниқланган [18]. [2002ApJ...568..174-189M](#).

Антлия галактикалар тўдаси Вирго ва Форнакс галактикалар тўдасидан кейинги бизга яқин бўлган учинчи галактикалар тўдаси ҳисобланади. Бу ишда 4 метрли (СТЮ) телескопининг (MOSAIC) камерасида Антлия галактикалар тўдасидаги иккита йирик эллиптик

галактика (NGC 3258 ва NGC 3268)ларнинг ЮШТС ни ўрганиш учун кузатувлар амалга оширилган. Бу галактикалар бир неча минг ЮШТ ларга эга:NGC 3258 да NGC 3268 га нисбатан кўпроқ. Ҳар иккала ЮШТС нинг ранг тақсимоти бимодал бўлиб, уларнинг пиклари бошқа эллиптик галактикалариникига ўхшаш. NGC 3268 галактикасининг ранг тақсимоти Форнакс тўдасининг марказий галактикаси бўлган NGC 1399 галактикасиникига ўхшаш. Шу билан бирга бу системалар учун бирлик частоталар мос равишда NGC 3268 учун $S_N=3.0\pm 2.0$ ва NGC 3258 учун $S_N=6.0\pm 2.5$ га тенглиги аниқланган [59]. [2003A&A...408..929 D](#)

Бу ишда NGC 7814Sab спирал галактикаси атрофидаги ЮШТС нинг кенг майдонли фотометрияси бажарилган.NGC 7814галактикаси бизнинг галактикаларнинг маҳаллий гуруҳидан ташқаридаги яхши ўрганилган спирал галактикалардан биридир. Аввалги тадқиқотлар NGC 7814 галактикаси ЮШТС 500-1000 тагача ЮШТ ларга ва катта қийматли бирлик частотага эга деб кўрсатган. Шунинг учун, бу галактикага қизиқиш катта бўлган. Муаллифлар галактикани В, V, R филтрларда WIYN3.5 м телескоп ёрдамида кузатган ва олинган тасвирлар галактикага номзод ШТ ларни ажратиш учун фойдаланилган. Бундан ташқари Ҳаббл космик телескопининг Планетар 2 камераси архив кузатув маълумотларидан NGC 7814 галактикасига тегишли бўлган тасвирлардан ҳам фойдаланилган. Бу икки телескоп кузатув маълумотлари таҳлили натижаларидан галактиканинг ЮШТ лари сони 200 га яқинлиги ва бирлик частотаси $S_N\sim 1$ эканлиги аниқланган. Натижада бу галактика Сомон йўли ва М 31 галактикаларига ўхшаш спирал галактика деган хулосага келинган [35].[2003AJ...126.2307R](#)

Муаллифлар бу ишда 100 та галактикага тегишли кузатув маълумотларини тўплаган ва бу галактикалар турли хил морфологик типга, турли ёрқинликларга эга бўлган. Кисслер-Патиг (1998) муносабатига кўра ранг индекслари((V-I), (B-I) ва (C-T₁)) металиликка ўгирилган. Бу маълумотлар, Гаусснинг анмодал ёки бимодал тақсимоти билан мос тушишини текшириш учун **КММ** дастури орқали қайта таҳлил қилинган.

Олинган 100 та системадан 45 таси бимодал металилик тақсимотиға эга эканлиги аниқланган. Танланган галактикаларнинг металга камбоғал компоненталарининг ўртача қиймати $\langle[\text{Fe}/\text{H}]\rangle = -1.40 \pm 0.02$ га, металга бой компоненталарининг ўртача қиймати эса $\langle[\text{Fe}/\text{H}]\rangle = -0.69 \pm 0.03$ га тенг[68]. [2003AN...324..242E](#)

Бу ишда 7 та гигант спирал галактиканинг ЮШТС лари Ҳаббл космик телескопининг V ва I филтлда олинган тасвирлари ёрдамида ўрганилган. Галактикалар Sa, Sb, Sc Ҳаббл типларига тегишли бўлиб, бундан Ҳаббл кетма-кетлиги бўйича ЮШТС лари хусусиятларининг ўзгариши ўрганилган. ЮШТС лари бирлик частоталари уларнинг ШТ лари сонини солиштириш йўли билан аниқланган. S_N қиймат спиралларда (Ҳаббл типини бўйича Sb дан кечги типдаги спиралар) В/Т да $S_N < \sim 0.3$ ни қабул қилади. Муаллифлар бу қисм ёки гуруҳлар ШТ лари ҳар бир галактика галосида мавжуд бўлган ва қари галони намоён этувчи қисм ёки гуруҳлардир деган хулосага келишган [62]. [2003MNRAS.343..665G](#)

Бу ишда муаллифлар турли типдаги (E-S0) ва ҳар хил галактикалар тўдаларидаги 7 та галактикалардаги ЮШТ ларни ўрганган. ESO даги FORS2 инструменти ёрдамида юқори сифатли спектрлар олинган. Олинган маълумотларнинг 50% идан абсолют металилиги билан ёш $\Delta t/t \approx 0.3$ ва металиликлар 0.25-0.4 орасидаги боғланишлар топилган. ШТ номзодлари B, V, R, I, K FORS2/ISAAC фотометрияси орқали ўрганилган. Оптик ва яқин-ИК соҳалардаги ранг диаграммаси тузилиб, фоннинг ифлосланиши 10% гача камайтирилган. NGC 1380, 3115 ва 3585 галактикалари ЮШТ лари учун бимодал ранг тақсимоти, NGC 2434, 3379, 5846 ва 7192 галактикалари учун эса анмодал ранг тақсимоти олинган. ЮШТ ларнинг кўк ва қизил қисмлари аниқ бимодал тақсимотни кўрсатса, анмодал тақсимотга эга галактикаларнинг ранг тақсимотида кўк ЮШТ ларнинг радиал тақсимоти қизил ЮШТ ларга қараганда кенгроқлиги кузатилган. ЮШТ лар ёрдамида катта радиусли (1.6-4,8 R_{eff}) галактикаларнинг умумий динамик массалари $8.8 \times 10^{10} M_{\text{sun}}$ дан $1.2 \times 10^{12} M_{\text{sun}}$ гача деб баҳоланган [65]. [2004A&A...15..123 P](#)

Ҳаббл космик телескопининг кенг майдонли Планетар 2 камераси ёрдамида 4 та cD галактика (NGC 541 Abell 194, NGC 2832 Abell 779, NGC 4839 Abell 1656 ва NGC 7768 Abell 2666) ларнинг $5400 \text{ км с}^{-1} < \sim cz < \sim 8100 \text{ км с}^{-1}$ диапазонда F450W ва F814W тасвирлари олинган. NGC 541 галактикаси учун бу маълумотларга ердаги FORS1 телескопининг B ва I диапазонда олинган тасвирлар қўшимча қилинган. Бу галактикаларнинг фазовий масштаб ва ёрқинликлари каби экстремал характеристикаларига қарамадан, уларнинг бирлик частоталари, металллик градиентлари, ўртача металлликлари аномал эмаслиги аниқланган [66]. [2004AJ...127...24J](#)

Бу ишда Вашингтондаги СТЮ 4 м телескопида олинган Mosaic II ва Харрис R филтрда олинган тасвирлар Ҳайкалтарош (Скульптор) галактикалар гуруҳидаги 6 та асосий NGC 45, 55, 247, 254, 300 ва 7793 галактикалардаги номзод ЮШТ ларни аниқлаш учун фойдаланилган. Спектроскопия натижаларидан NGC 45, 55, 247, 254, 300 ларда 19 та янги ШТ лар аниқланган. Аниқланган янги ЮШТ ларнинг спектроскопик ёши Сомон Йўлидаги қари ЮШТ ларнинг ёши билан бир хил бўлиб, уларнинг кўпчилиги металга камбағаллиги аниқланган. Уларнинг ёрқинлик функцияси Сомон Йўли ЮШТ ларига ўхшаш бўлиб, металллик тақсимоти металга бойроқ лекин, бу авторларнинг ЮШТ лар рангини танлашига боғлиқ бўлиши мумкин. ЮШТ лардаги $[\alpha/\text{Fe}]$ нинг ўртача қиймати 0.2 ± 0.3 бўлиб, бу Сомон Йўлидаги қийматдан камлиги аниқланган. Галактикаларнинг бирлик частоталари бошқа кечги типдаги галактикаларникига ўхшаш [67]. [2004AJ...127.2674O](#)

Ҳаббл космик телескопининг кенг майдонли Планетар 2 камераси ёрдамида олинган кўп филтрли тасвирлар бизга яқин бўлган 5 та спирал галактика (M81, M83, NGC 6946, M101 ва M51) ларнинг қари ЮШТ ларини ўрганиш учун фойдаланилган. Чуқур текширишлар натижасида қари ЮШТС ҳар бир галактика атрофида қайд қилинган. M 81 галактикаси атрофидаги ЮШТ нинг ранг тақсимоти Сомон Йўли ва M 31 галактикасига ўхшаш бўлиб танланган ЮШТ ларнинг 40% нинг ранги уларнинг металга

бойлигини кўрсатган. М 51 галактикаси атрофидаги системада фақат кўк ва металга камбағал бўлган ЮШТ лар вужудга келмоқда. Бундай металга бой бўлган, ЮШТ ларнинг йўқлигини М 51 нинг балжи билан боғлиқлиги ва бу галактиканинг вужудга келиш тарихи бизнинг галактикамиз тарихидан фарқ қилиши аниқланган. Қари ЮШТ ларнинг бирлик частоталари $S_N = 0.5 \pm 0.2$ доимий бўлиб, М 81 учун бу 0.6 га тенг ва у универсал галога эгаллиги кўрсатилган [63]. [2004ApJ...611..220 C](#)

Бу ишда NGC 4636 эллиптик галактикаси атрофидаги ЮШТС ўрганилган. Аввалги текширишлар бу галактика бой ЮШТС га эга эканлигини кўрсатган. Кўк ШТ лар учун эгрилик катталиги V филтър учун $V = 23.31 \pm 0.13$ га тенг бўлиб, бундан масофа модули $(m-M) = 31.24 \pm 0.17$ га тенглиги аниқланган. Юқори бирлик частотанинг мавжудлиги қайд қилинган, лекин, галактикагача бўлган масофанинг ноаниқлиги сабабли бирлик частота 5.6 ± 1.2 ва 8.9 ± 1.2 қийматлар орасида ўзгариши аниқланган. Бу галактиканинг ЮШТС бимодал ранг тақсимотга эга бўлиб, пикларнинг жойлашуви радиал боғланиш йўқлигини кўрсатади ва бошқа галактикалар қийматлари билан мос тушади. Кўк ЮШТ ларнинг бирлик частотаси қизил ЮШТ ларникига қараганда катталиги аниқланган [64]. [2005A&A...433...43D](#)

NGC 1427A₁ галактикаси қари ЮШТ ларининг U, B, V, I, H α ва J филтрларда VLT кузатуви, турли кузатув шароитларида амалга оширилган. Қари ЮШТ ларни ажратиб олиш учун критерий сифатида уларнинг ранглари ва ўлчамлари қўлланган. Шу билан бирга, номзод ЮШТ ларнинг фонидаги зарарланиш (ифлосланиш) ни ва қўшимча объектларни камайтириш мақсадида Хаббл космик телескопи орқали олинган архив ACS тасвирлардан фойдаланилган. Нокузатув эса, айрим ёш ЮШТ ларнинг ранги ва ўлчами қари ЮШТ ларникига ўхшаш ўхшамаслигини текшириш учун қўлланилган. Текширишлар натижасида 38 ± 8 та металга камбағал ($Z < 0.4 \times Z_{\text{sun}}$), ёши 10 млрд йил ва рангишунга мос бўлган ЮШТ лар ажратиб олинган. Галактика ЮШТС нинг бирлик частотаси 1.6 га тенг бўлиб, бу қиймат Маҳаллий гуруҳ, Форнакс ва Кома галактикалар тўдасидаги шу

типдаги галактикалар қийматидан катта. Агар ЮШТ ларнинг ёрқинлик функцияси эгриланиши катталиги универсал бўлса, у ҳолда масофа модули $NGC\ 1427$ ЮШТС учун $m-M=31.01\pm 0.21$ га тенг бўлиши кўрсатилган [80]. [2006A&A...452..141G](#)

Бу ишда Вирго галактикалар тўдасидаги VCC 1087 карлик эллиптик галактикаси атрофидаги ЮШТС таҳлили Кек LRIS спектроскопияси ва Ҳаббл космик телескопи Адвенсед камерасида олинган архив маълумотлари асосида бажарилган. VCC 1087 галактикаси 77 ± 19 та ЮШТ лардан иборат бўлиб, унинг бирлик частотаси 5.8 ± 1.4 га тенг. g_{475} - z_{850} ранг тақсимотидан кўк ва қизил пиклар кузатилган. Ёрқинлик функцияси g_{475} да $M_{g_{475}}=-7.2\pm 0.3$ ва z_{850} да $M_{z_{850}}=-8.1\pm 0.2$ га тенглиги аниқланган. 12 та танланган ЮШТ ларнинг спектроскопиясидан ЮШТС нинг ёши $> \sim 10$ млрд йилга яқин ва кенг металллик тақсимоти ($1.8 < [M/H] < 0.8$) га эга эканлиги аниқланган [69]. [2006AJ...131..814B](#)

NGC4594 Сомбреро галактикаси ЮШТС нинг таҳлили, Ҳаббл космик телескопи Адвенсед камерасидан олинган тасвирлар ёрдамида бажарилган. Олинган тасвирларнинг сифати яхшилигидан галактика фонидаги ва олдинги пландаги юлдузларнинг таъсири сезилмайган, фақат ЮШТ ларнинг ёрқинлик функцияси тасвирдан 5% хиралик мавжуд бўлган. Бундан галактиканинг ЮШТС 659 та объектдан иборатлиги ва абсолют юлдуз катталиги эгриланиши қиймати $M_V=-7.60 \pm 0.06$ дан масофа модули $m-M=29.77$ га тенглиги аниқланган. Галактика металга бой ва металга камбағал иккита қисмдан иборатлигини ажратиш қийин бўлмаган. Текширишлар натижасида айрим хулосалар чиқарилган: 1) галактика марказидан 2' радиусда металга бой ЮШТ сони металга камбағал ЮШТ ларга нисбатан 17% га кам, 2) ЮШТС нинг ($M_V < -9.0$) дан ёрқин аъзолари, ёрқинлик ўзгариши билан ЮШТ ўлчамининг ўзгаришидан ҳосил бўладиган кўтарилишлар ўлчами катталигини беради [70]. [2006AJ...132.1593S](#)

Бу ишда 8 та ёрқин галактикалар атрофидаги ЮШТС нинг янги (B, I) фотометрияси Ҳаббл космик телескопининг ACS/WFC камераси орқали олинган тасвирлар асосида бажарилган. Бу гигант галактикалардаги ШТС

жуда бой бўлиб, улардаги ранг тақсимотининг бимодаллиги металилик тақсимотидан аниқ кўриниб турган. Бундан ташқари, кўк ЮШТ ларнинг ўртача рангўзгаришининг фарқи бир галактикадан бошқасига ўтганда кам, яъни $\pm 0.02-0.03$ га тенг бўлиб, олдинги пландаги ноаниқлик ва фотометрик қизаришнинг қиймати нолга тенг. Аксинча, қизил ЮШТ ларнинг ўртача ранг ўзгариши бир галактикадан бошқасига ўтганда катта фарқ қилиб, кўк ЮШТ ларга қараганда икки марта кўп. Барча ёрқин ЮШТС лари шуни кўрсатадики, қизил ЮШТ ларнинг нисбий сони, улар марказидан 5кпк радиусда нисбатан кўпроқ. Бу уларни металга камбағал бўлган кўк ЮШТ ларга нисбатан анча олдин пайдо бўлганлиги билан боғлиқ. Бу ишда олинган натижаларнинг энг ажабланарлиси ранг тақсимот функцияси $M_I < -10.5$ бўлган ёрқин ЮШТ лар учун ранг тақсимоти нисбатан кенг бўлиб, бимодал тақсимотни кузатиш қийинлашади. Бундай эффект биринчи бўлиб, Остров ва бошқ. томонидан Форнакс галактикалар тўдасидаги NGC 1399 галактикасида кузатилган. Бу маълумотлардан бундай эффект кўпчилик ёрқин ва гигант галактикалар учун ўринли бўлиши мумкин деган хулосага келиш мумкин. Бундан ташқари $M_I = -10$ бўлган кўк ЮШТ лар ёрқинликнинг ошиши билан аста секин қизариши кузатилган ва масса/ёрқинлик муносабати $Z \sim M^{0.55}$ эканлиги аниқланган. Шунга ўхшаш муносабатни М 87 учун Стредер ва бошқ. (2005) аниқлаган. Муаллифларнинг таъкидлашича, ЮШТС ларининг бундай характеристикалари галактиканинг иерархик эволюцияланиши билан боғлиқ бўлиб, металга камбағал ЮШТ лар протогалактик булутда ёки $10^7-10^{10} M_{\text{күёш}}$ массали зич юлдуз тўғилиш соҳалари комплексида вужудга келган [22]. [2006ApJ...636... 90H](#)

Бу ишда Вирго галактикалар тўдасидаги 100 та ЮШТС нинг ранг тақсимоти ўрганилган. ЮШТС ёрқинликлари ўртача ($-22 < M_B < -15$) қиймат оралиғида бўлиб, уларнинг деярли барчасидаги ЮШТ лар бимодал ранг тақсимотига эга. Деярли барча галактикалар металга камбағалва металга бой ЮШТ ларга эга. Ҳар иккала қисмдаги ЮШТ ларнинг ранги тегишли галактикаларнинг ранги билан корреляцияланади. Галактикалар рангини металиликка ўзгартириш учун дастлабки $(g-z)-[Fe/H]$ муносабат М 49 ва М

87 ЮШТС лари учун қўлланилган. Бу муносабат $[Fe/H] < \sim 0.8$ учун тик қияликка эга. Металлиликни ўрганиш натижасида, металга камбағал ва металга бой ЮШТ лар галактикаларнинг ёрқинликлари ва массалари бўйича қуйидаги $[Fe/H]_{МК} \sim L^{0.16+/-0.04} \sim M_*^{0.17+/-0.04}$ ва $[Fe/H]_{МБ} \sim L^{0.26+/-0.03} \sim M_*^{0.22+/-0.03}$ муносабатларга бўйсунishi аниқланган. Шу билан бирга, металга бой ЮШТ лар катта ранг дисперсияга эгаллигини кўрсатса, металга камбағал ЮШТ лар металликда тенг, ёки катта дисперсияни кўрсатади. Ҳар иккала гуруҳ учун $M_*-[Fe/H]$ муносабатнинг ўхшашлиги, металга бой ва камбағал ЮШТС ларнинг вужудга келиш шароитлари бир-биридан кескин фарқ қилмаслигини кўрсатади [33]. [2006ApJ...639...95P](#)

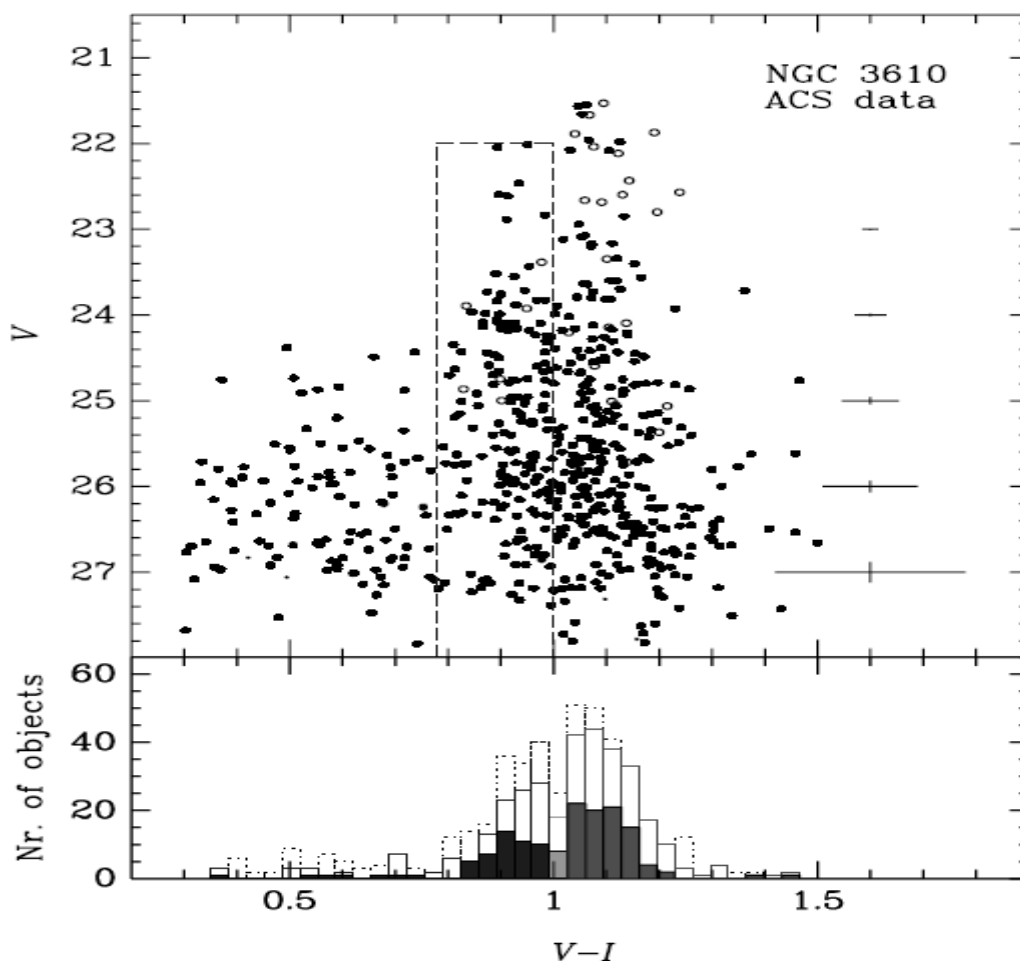
Эридан галактикалар тўдаси аъзолари бўлган, NGC 1400 ва NGC 1407 галактикалар атрофидаги ЮШТС кенг майдонли Кек телескопида олинган тасвирлар ёрдамида ўрганилган. Бу маълумотлар NGC 1407 галактикаси учун Ҳаббл космик телескопи Адвенсед камерасида олинган ва NGC 1400 галактикаси учун кенг майдонли Планетар 2 камерасида олинган тасвирларга қўшимча сифатида фойдаланилган. NGC 1407 галактикаси ЮШТ лари учун олинган ранг тақсимоти бимодал эканлиги аниқланган. Кўк ЮШТ ларнинг ўртача ранги $B-I=1.61$ бўлиб, улар системанинг 40% ни ташкил қилади ва қизил ЮШТ ларнинг ўртача ранги $B-I=2.06$ бўлиб, мос равишда улар системанинг 60% ни ташкил қилади. Бу қисмлар учун металлик мос равишда $[Fe/H] = -1.45$ ва -0.19 га тенг бўлган. NGC 1400 галактикаси ЮШТС нинг ранг тақсимоти NGC 1407 галактикасининг ранг тақсимотига ўхшаб аниқ ажралиб турмасида муаллифлар бу ЮШТС учун ҳам бимодал ранг тақсимотини аниқлаган [34]. [2006MNRAS.366.1230F](#)

Бу ишда Форнакс галактикалар тўдасига тегишли бўлган NGC1374, NGC1379 ва NGC1387 галактикаларнинг ЮШТС ўрганилган. Маълумотлар Серро Тололообсерваториясидаги (СТЮ) кенг майдонли 4-м ли МОЗАИК телескопида, Вашингтонда С филтра ва Крон-Коузинсда R филтра олинган тасвирлардан иборат. Тасвирлар $36 \times 36 \text{ arcmin}^2$ бўлган худудни эгаллайди, бу ўз навбатида тўдагача бўлган масофадаги $200 \times 200 \text{ kpc}^2$ соҳага мос келади. Бу галактикалардан икkitаси NGC1374 ва NGC1379 паст

ёрқинликка эга эллиптик галактикалар бўлса, NGC1387 ҳам паст ёрқинликка эга линзасимон галактика ҳисобланади. Барча ЮШТС да ранг тақсимооти бимодал бўлиб, NGC1387ЮШТС да қизил ЮШТ сони кўқларига нисбатан кўпроқ. Галактикалар бирлик частоталари $S_N = 1.4-2.4$ оралиқда бўлиб, бу типик эллиптик галактикалар қийматидан кичик [71].
[2006MNRAS.367...156B](#)

Ҳаббл космик телескопидаги кўшимча камера ёрдамида NGC 3610гигант эллиптик галактикасининг юқори сифатли тасвирлари олинган. Галактикадаги ЮШТ ларнинг умумий сони 580 та бўлиб, аввалги WFPC2 камерасидан олинган маълумотлар орқали аниқланган қийматдан 46% га кўп. Янги қилинган фотометрия натижаларидан ЮШТ ларнинг бимодал ранг тақсимооти қиймати аввалгисидан фарқ қилган. Ранг тақсимоотининг кўк ва қизил пиклари V-I да 0.93 ± 0.01 ва 1.09 ± 0.01 га тенг. Металга бой бўлган ички қизил ЮШТ 50% ни ташкил қилиб, уларнинг ёрқинлик функцияси ташқи кўк ЮШТ лар (50%)ёрқинлик функциясидан фарқ қилади.

Галактиканинг бирлик частотаси $S_N = 1.4 \pm 0.6$ га тенглиги аниқланган



[78].

2.1-расм. NGC 3610 галактикасининг ранг тақсимоти. [2007AJ...133.2737G](https://doi.org/10.1086/4397977)

NGC 5866 галактикасини Ҳаббла космик телескоп Адвенсед камерасида олинган тасвирларни F435W, F555W ва F625W (~ B, V ва R) филтрлар асосида фотометрияси бажарилган. Ранг, ўлчам ва бошқа критерийларни киритиб, галактика ЮШТ ларидан 109 таси ажратиб олинган. Ранг тақсимоти бимодал кўринишда эканлиги аниқланган. Ранглари металлликка ўзгартирилганда $[Fe/H] \sim -1.5$ ва -0.6 қийматни қабул қилган. V филтр учун ЮШТ лар ёрқинлик функцияси эгрланиши $V_0 = 23.46 \pm 0.06$ ёки $M_{V,0} \sim -7.29 \pm 0.10$ қийматларга тўғри келган. Галактиканинг бирлик частотаси $S_N = 1.4 \pm 0.3$ га тенг бўлиб, бу шу типдаги типик галактикалар учун ўринли қиймат [26]. [2007ApJ...668..209 C](https://doi.org/10.1086/5180000)

Катта Магеллан Булути (КМБ) галосидаги юлдузлар ва қари ЮШТС нинг структуравий ва кинематик хусусиятлари бу галактиканинг сонли моделлаштириш дастури асосида ўрганилган. Муаллифлар асосан, ЮШТС

нинг кузатилаётган, мумкин бўлган ҳаракатланиш кинематикасига ($V/\sigma \sim 2$) яъни, катта тезлик ($\sim 50 \text{ км s}^{-1}$) билан сочилаётган гало юлдузларидан кинематикаси билан фарқ қилувчи хусусиятларига этибор қаратган [72]. [2007MNRAS.380.1669B](#)

Бу ишда NGC 7457S0 галактикаси атрофидаги ЮШТС нинг Хаббл космик телескопи фотометрияси ва Кек спектроскопияси бажарилган. ЮШТ ларнинг V-I ранг диаграммасида кўпчилик эрта типдаги галактикаларга хос бўлган бимодал ранг тақсимооти кўринмаган. Кузатилаётган ЮШТ лардан 13 тасининг фотометриясидан фақат иккитаси нодатий металга бой ва ёрқин эмиссион чизиқларга [O III] эгалмиги кузатилган [74]. [2008AJ...136..234 C](#)

Бу ишда Вирго галактикалар тўдасидаги M 60 (NGC 4649) гигант эллиптик галактикаси ЮШТ ларининг радиал тезликлари ўрганилган. Хаббл космик телескопининг кенг майдонли Планетар 2 камераси архив маълумотлари ёрдамида V-I фотометрия бажарилган. ЮШТ номзодлари KPNO 4 м телескопда (16×16) олинган тасвирларни Вашингтон фотометрия усулидан фойдаланиб ажратиб олинган. Объектларнинг спектри Канада-Франция-Гавайи телескопи спектрограф камерасида олинган. M60 майдонида 111 та объектнинг радиал тезликлари ўлчанган: улардан 93 таси ЮШТ (72 та кўк ЮШТ $1.0 \leq C-T_1 < 1.7$ ранг кўрсаткичли ва 21 та қизил ЮШТ $1.7 \leq C-T_1 < 2.4$ ранг кўрсаткичига эга бўлган) лари 11 та олдинги фондаги юлдузлар, 6 та кичик галактикалар ва M 60 нинг ядроси бўлган. Ўлчанган 93 та ЮШТ тезликлари 500 дан $\sim 1600 \text{ км s}^{-1}$ гача бўлиб, ўртача қиймати $1070^{+27}_{-25} \text{ км s}^{-1}$ га тенг ва бу қиймат M60 ($v_{\text{гал}} = 1056 \text{ км s}^{-1}$) галактикаси ядроси тезлиги билан мос тушган. Олинган натижалар ёрдамида M 60 галактикасининг 121 ЮШТ нинг радиал тезликлари келтирилган каталог тузилган. Каталогдаги ЮШТ ларнинг ўртача сочилиш тезлиги $234^{+13}_{-14} \text{ км s}^{-1}$ га тенг бўлса, кўк ЮШТ лар учун $223^{+13}_{-16} \text{ км s}^{-1}$, қизил ЮШТ лар учун эса $258^{+21}_{-31} \text{ км s}^{-1}$ га тенглиги аниқланган [75]. [2008ApJ...674..857 L](#).

Гидра галактикалар тўдасининг марказида жойлашган NGC 3311 галактикаси атрофидаги ЮШТС нинг янги (g' , i') фотометрияси

бажарилган. NGC 3311 галактикаси бой (16000) ЮШТС га эга бўлиб, бирлик частотаси $M = 87$ галактикасига ўхшаб жуда юқори. Ранг тақсимотидандеярли бир хил миқдорда кўк ва қизил ЮШТ лар мавжудлиги кузатилади. Бимодал ранг тақсимотидан, кўк ЮШТ лар масса ошиши билан металиликни ошишини кўрсатади ва улар орасидаги боғланиш $Z \sim 0.6M$ га тенг. ЮШТ ларнинг ёрқинлик функцияси эгриланиши $M_i \sim -8.4$ қийматга тўғри келади. Бундан ташқари бу галактикалар тўдасидаги NGC 3309 галактикасининг ҳам айрим физик параметрлари ўрганилган. NGC 3311 галактикасининг бирлик частотаси $S_N = 12.5 \pm 1.5$ га, NGC 3309 галактикасиники эса $S_N = 0.6 \pm 0.4$ га тенглиги аниқланган [77]. [2008ApJ...681.1233W](#)

Бу ишда Антлия галактикалар тўдасидаги NGC 3258 ва NGC 3268 эллиптик галактикалари ЮШТС нинг катта (VLT) телескопи ёрдамида фотометрияси бажарилган. Ҳар иккала галактика учун ёрқинлик функцияси тузилган ва эгриланиш катталигидан уларгача бўлган масофа аниқланган. Ранг тақсимоти ҳам иккала галактикада бимодал бўлиб, ЮШТС нинг радиал тақсимоти Де Вокулёр тақсимотига бўйсунди. Галактикалар ЮШТ ларининг умумий сони NGC 3258 да 6000 ± 150 ва NGC 3268 да 4750 ± 150 га тенглиги аниқланган [36]. [2008MNRAS.386.1145B](#)

Бу ишда NGC 891 ва NGC 4013 спирал галактикалари ЮШТС WIYN 3.5 м телескопида олинган тасвирлар ёрдамида ўрганилган. Бундан ташқари WIYN ва HST дан олинган маълумотларни бирлаштириб, галактикалар учун радиал тақсимот тузилган. NGC 891 ва NGC 4013 мос равишда 9 ± 3 ва 14 ± 5 кпк радиусда жойлашганлиги аниқланган. Радиал тақсимотдан фойдаланиб, NGC 4013 учун ЮШТ лар умумий сони $N_{GC} = 140 \pm 20$, бирлик частотаси $S_N = 1.0 \pm 0.2$ ва NGC 891 учун ЮШТ лар умумий сони $N_{GC} = 70 \pm 20$, бирлик частотаси эса $S_N = 0.3 \pm 0.1$ аниқланган [30]. [2010AJ...140..430R](#).

Бу ишда 3 та NGC 6482, NGC 1132 ва ESO 306-017 галактикалари ЮШТС ўрганилган. Ҳаббл космик телескопининг (ХКТ) Адвенсед камерасида F475W ва F850LP филтрларда олинган тасвирлар уларнинг ранг тақсимоти, зичлик профили ва бирлик частоталарини аниқлаш учун

фойдаланилган. Ранг тақсимоти барча ситемаларда бимодал бўлиб, қизил ЮШТ лар кўк ЮШТ ларга нисбатан кўпроқ. Рентген диапазонида олинган маълумотлар ёрдамида уларнинг ёрқинлиги ва металлиги ЮШТ ларнинг сони ва ўртача ранги билан корреляцияланиши кузатилган. NGC 6482 массаси ва ёрқинлиги кичик бўлишига қарамасдан ундаги ЮШТС нинг ўртача ранги энг қизил ва уни ўраб турган рентген диапазондаги газ ҳам юқори металиликка эгаллиги аниқланган [82].[2012A&A...546A...15A](#).

Муаллифлар бу ишда 4 та NGC 1023 SB0, NGC 1055 SBb, NGC 7339 Sbc ва NGC 7332 S0 галактикалар ЮШТС ларини WIYN 3,5 м телескопининг B, V, R филтрларида олинган тасвирлари орқали ўрганган. 2 та галактика учун аввал чоп этирилган ХКТ WIYN тасвирлари ва Кек обсерваториясида олинган тасвирларни бирлаштириб марказий қисмдаги ЮШТ ларнинг тақсимоти ўрганилган. Ҳар бир галактикадаги ЮШТ лар сонини аниқлаш учун уларнинг радиал тақсимоти аниқланган ва ЮШТ лар сони мос равишда $N_{GC} = 490 \pm 30$, 210 ± 40 , 175 ± 15 ва 75 ± 10 NGC 1023, NGC 1055, NGC 7332 ва NGC 7339 га тенг бўлган. Шу билан бирга бу галактикалар учун birlik частоталар ҳам ҳисобланган. 2 та линзасимон галактика В-Рдиапазода бимодал ранг тақсимотига эга бўлиб, NGC 7332 галактикаси учун бу тақсимот нисбатан кучсизроқлиги аниқланган. Шу билин бирга NGC 1023 галактикасининг юлдошибўлганкарлик галактика NGC 1023 A да 8 та ШТ аниқланган [83].[2012AJ...144..103Y](#).

Изоляцияланган эллиптик галактикалар ЮШТС деталлари яқиндан бошлаб ўрганила бошланди ва улар галактикаларнинг эволюцияланиш тарихидан хабар берувчи маълумотлар бериши мумкин. Бу ишда шундай галактикалардан иккитаси NGC 3585 ва NGC 5812 атрофидаги ШТС Вашингтон фотометрияси (C ва R) $R \sim 24$ mag гача катталиқда ўрганилган. ЮШТС бимодал ранг тақсимотига эга ва кўк пик (C-R)~1.3 га, қизил пик (C-R)~1.7 га тенг бўлиб, улар ЮШТ лари умумий сони ва birlik частоталари ҳам аниқланган. ЮШТ ларнинг ранги ва birlik частоталари қийматлари ўрганилиб, галактика ривожланишида улар муҳим рол ўйнаган деган хулосага келинган. Ҳар бир галактика учун қурилган моделдан NGC

5812 галактикаси ўз юлдоши, карлик галактика билан таъсирлашиши аниқланган [84]. [2013A&A....549A.148L](#)

2.2. ЮШТС рўйхат ва каталоглари.

ЮШТ лар ҳар бир типдаги галактикалар атрофида учрайди ва галактикаларнинг энг қари объектлари бўлиб ҳисобланади. Шунинг учун, бу объектларни ўрганишиш бугунги кундаги астрофизиканинг муҳим масалаларидан бири бўлиб ҳисобланади. Бунинг учун, ЮШТС ларига оид кузатув маълумотларини тўплашва уларнинг физик параметрлари орасидаги империк ва статистик боғланишларни ўрганиш керак бўлади. Бу боғланишларни ўрганиш учун эса ҳар бир галактика атрофидаги ЮШТС га тегишли кузатув маълумотлари бир жойга тўпланиб, маълумотлар банкини тузиш керак бўлади. Бу йўналишдаги ишлар билан, илгари бир нечта авторлар шуғулланишган ва натижада ЮШТС рўйхат ва каталоглари тузилган.

ЮШТС нинг рўйхати биринчи бўлиб 1991 йилда Ҳаррис [1]томонидан тузилган. Бу рўйхатга 60 татурли морфологик типга мансуб бўлган, асосан галактикаларнинг Маҳаллий гуруҳлари атрофидаги ЮШТС киритилган. Бундан ташқари бу ишда ЮШТС нинг бирлик частотаси S_N ни тегишли галактиканинг умумий ЮШТ сони N_{tot} га ва абсолют юлдуз катталиги M_V га боғланиши ўрганилган, натижада қуйидаги муносабат ўрнатилган.

$$S_N = N_{tot} 10^{0.4(M_V + 15)} \quad (2.1)$$

1998 йилда Ашман ва Зепф [2]юқорида берилган рўйхадаги объектлар сонини 82 тага етказган. Бу ишда ЮШТС ларининг типлари, масофа молуллари, абсолют юлдуз катталиги, металлилиги, ЮШТ ларнинг умумий сони ва бирлик частоталари каби физик характеристикалари киритилган. Муаллифлар томонидан бу кузатув маълумотлари ёрдамида кенг статистик таҳлиллар бажарилмаган. Лекин, тадқиқотлар натижасида, ЮШТС лари ва улар она галактикаларининг

вужудга келиши, эволюцияси моделлари ўрганилган. Муаллифларнинг таъкидлашича, кўпчилик ЮШТ лар уларнинг она галактикалари вужудга келган вақтдан пайдо бўла бошлаган. Шунинг учун, ЮШТ лар галактикаларнинг вужудга келиши ва эволюциясида муҳим ўрин тутди деб ҳисоблаганлар.

ЮШТС нинг биринчи каталоги Миртаджиева ва бошқ.[89] томонидан 2004 йилда тузилган. Бу каталогда, юқоридаги [2] рўйхат энига ва бўйига кенгайтирилиб, объектлар сони 136 тага етказилган. Каталогда ЮШТС ларнинг NGC (New General Catalogue) ёки бошқа каталог бўйича номери, она галактиканинг типи, тўғри чиқиши ва оғиши, қизилга силжиши, масофа модули, она галактиканинг абсолют юлдуз катталиги, ЮШТС металлелиги, ЮШТ лар сони ва birlik частотаси каби физик параметрлари келтирилган. Бу каталогда 76 таси эллиптик, 16 таси спирал, 42 таси линзасимон 4 таси нотўғри типдаги галактикалар бўлиб ҳисобланади. Шу билан бирга, бу ишда айрим бўш қолган физик параметрларнинг ўрни империк формулалар ёрдамида ҳисоблаб тўлдирилган. Қуйидаги жадвалда юқоридаги ишларда берилган ЮШТС лари типлари бўйича фоизларда келтирилган.

2.1-жадвал.

Муаллифлар	ЮШТС сони	%	SBO, %	SB, %	%
[1] ишда	60	7	15	23	
[2] ишда	82	9	11	17	
Миртаджиева ва бошқ. 2004 [89]	136	1	31	12	

2.3. Юлдузлар шарсимон тўдалар системалари вужудга келиш муаммолари

Бизга маълумки, Галактикамиз тузилишини ва физикасини тадқиқ қилишда, бошқа галактикаларни, айниқса бизга яқин галактикаларни ўрганиш муҳим рол ўйнайди. Шунга қарамасдан, Галактикамиз бўйича кўплаб саволлар очиқлигича қолмоқда. Чунки Қуёш системаси Галактиканинг симметрия текислиги яқинида,

нурланишларни ютувчи газ ва чанг қатлам ичида жойлашган ва биз фақат газ-чанг булутлари, спирал тармоқлар, юлдуз комплекслари, ҳар хил юлдуз тўдалари ва бошқаларни кўришимиз мумкин. Умуман олганда Галактикамиздаги ЮШТ ларнинг умумий сони қанчалигини бизга номаълум. Бугунги кунда Галактикамиздаги ЮШТ ларнинг 157 таси аниқланган. Назарий жиҳатдан уларнинг сони 180 ± 20 [2] деб баҳоланади. Галактика массаси қанча катта бўлса ундаги ЮШТС нинг массаси ҳам шунча катта бўлади. Лекин, бу боғланиш ҳозиргача тўлиқ ечилмаган.

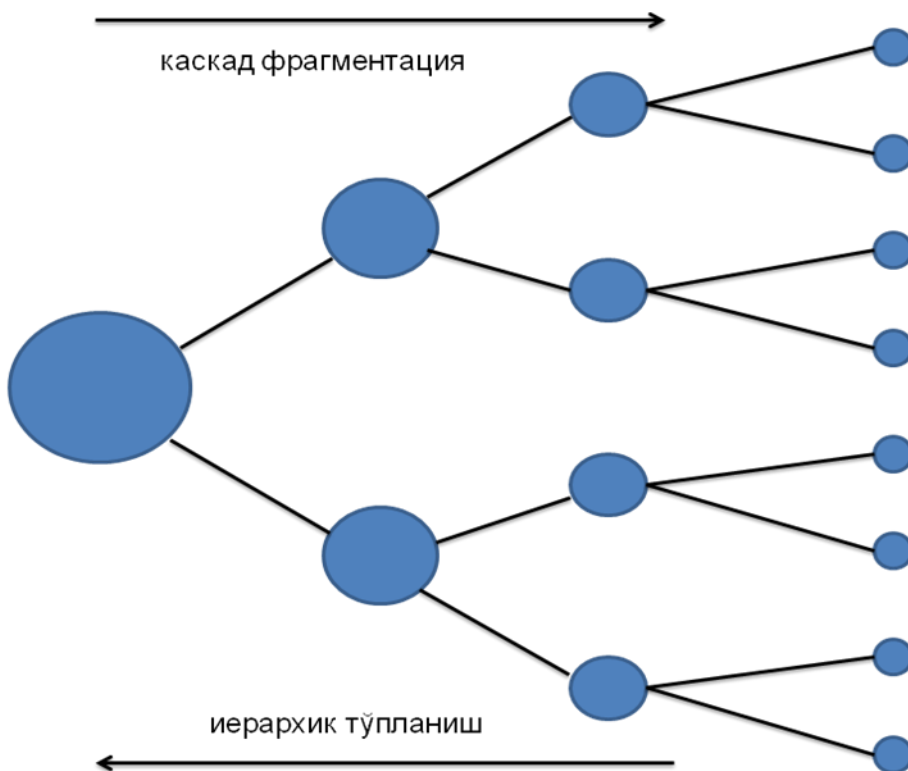
Бундан ташқари, ҳар қандай вужудга келиш назарияси кузатув маълумотларига асосланиши ва қандай шароитда ЮШТС вужудга келишини кўрсатиб бериши керак.

Бугунги кунда бир-бири билан рақобатлашувчи иккита назария мавжуд. Бу назариялардан биринчиси “иерархик тўпланиш” дейилиб, бу назария тарафдорлари [87] Коинотда биринчи ЮШТ ларининг протобулутлари пайдо бўлади деб ҳисоблашади. Кейинчалик улар протогалактикага бирлашиб, ЮШТС ни ҳосил қилади. Улар ўз навбатида галактикалар тўдаларига, галактикалар тўдалари эса ўтатўдаларга бирлашиб кетади. Бу назария америкалик назариётчи Лэйзер [90] томонидан киритилган ва узоқ вақт қўллаб қувватланган. Бу назария доирасида галактиларни, улар тўдаларини ва ўтатўдаларини фақатгина сонли эксперимент ёрдамида тушинтириш мумкин. Агар бу назарияни тўғри деб ҳисобласак, у ҳолда бу, қуйидаги талабларга жавоб бериши керак.

- 1) Ҳаббл типидagi барча галактикалар ЮШТ ларга эга бўлиши керак. Лекин E7 типидagi эллиптик галактика ва айрим бошқа галактикаларда ЮШТ умуман кузатилмайди.
- 2) Металликнинг ўртача қиймати берилган интервалда бир хил бўлиши керак.
- 3) Шу билан бирга ЮШТ ларнинг ёши ҳам бир хил бўлиши керак. Лекин, кузатувлардан олинган маълумотлар таҳлили натижасида кўпчилик галактикалар ЮШТ лари икки гуруҳга, ёш ва қарига ажралади.

Иккинчи назарияэса “каскад фрагментация” дейилиб, бу назарияга кўра, Коинотнинг эрта эволюциясида, гравитацион беъқарорлик сабабли биринчи

галактикалар протоўтатўдалари вужудга келади. Ундан кейин босқичма-босқичуларнингфрагментацияси протогалактикагача давом этади ва ЮШТС вужудга келади[88]. Бу протогалактика булутлари беъвосита прототўда булутларига бўлинади. Юлдуз туғилиш эффеќтига биноан бу булутларнинг массаси кузатилаётган ЮШТ массасидан тахминан бир тартибга катта бўлиши керак, улар ўз навбатида протаюлдуз массаларига ажралади. Каскад фрагментация ғояси биринчи бўлиб, Ф. Хойл [91]томонидан киритилган бўлиб, у зичлиги $\sim 10^{-27} \text{ гр/см}^3$ бўлган, водород муҳитнинг галактикагача юлдуз туғилиш соҳаси муаммолари таҳлили билан шуғулланган ва бу водород муҳитнинг температураси $\sim 10^5 - 10^6 \text{ К}$ ва Жинс массаси $M_J \sim 10^{10}-10^{11}$ Қуёш массасига тенг бўлишини кўрсатган. Каскад фрагментация назарияси, кузатув маълумотларига нисбатан мос келади.



3.1. Юлдузлар шарсимон тўдалар системаларининг жамланма каталоги

II – бобдаги маълумотлардан кўриниб турибдики, ЮШТС лари физикаси ва бошқа муаммолари сўнги йилларда кўплаб ўрганилган бўлиб, етарлича маълумотлар

тўпланган. Юқорида айтиб ўтилганидек ЮШТС ларнинг рўйхат (Харрис 1991 [1], Ашман ва Зепф 1998 [2]) ва каталог (Миртаджиева ва бошқ. 2004 [74]) лари тузилган бўлиб, бу ишда Миртаджиева ва бошқ. (2004 [74]) томонидан тузилган каталогни юқоридаги олинган маълумотлар асосида, ҳам горизонтал, ҳам вертикалига кенгайтирилиб объектлар сонини 318 тага етказилди ва унда берилган ЮШТС ларининг физик параметрлари орасидаги боғланишлар аниқланди. Бу каталогда ЮШТС ларинингқуйидаги физик параметрлари киритилган:

- ЮШТС нинг тартиб рақами
- галактикаларнинг NGC (New General Catalogue) ёки бошқа галактикалар каталогибўйича рақами
- Хаббл- Бааде классификация бўйича галактикалар типлари
- 2000 йилга ўтказилган тўғри чиқиши
- 2000 йилга ўтказилган оғиши
- галактикаларнинг гелиоцентрик радиал тезликлари
- масофа модуллари
- она галактиканинг абсолют юлдуз катталиги
- системадаги назарий жиҳатдан аниқланган шарсимон тўдаларнинг сони
- системадаги кузатувдан аниқланган шарсимон тўдаларнинг сони
- ЮШТС нинг металлилиги
- ЮШТС нинг бирлик частотаси
- ЮШТС нинг ранг тақсимооти
- ЮШТС нинг қайси галактикалар тўдаси ёки гуруҳига аъзосилиги
- *Power law*
- фойдаланилган адабиётларга ссылка

Бу маълумотлар, Интернетдан, чет елда сўнги йилларда чоп этирилган мақола ва адабиётлардан уларнинг таҳлили натижасида олинган.

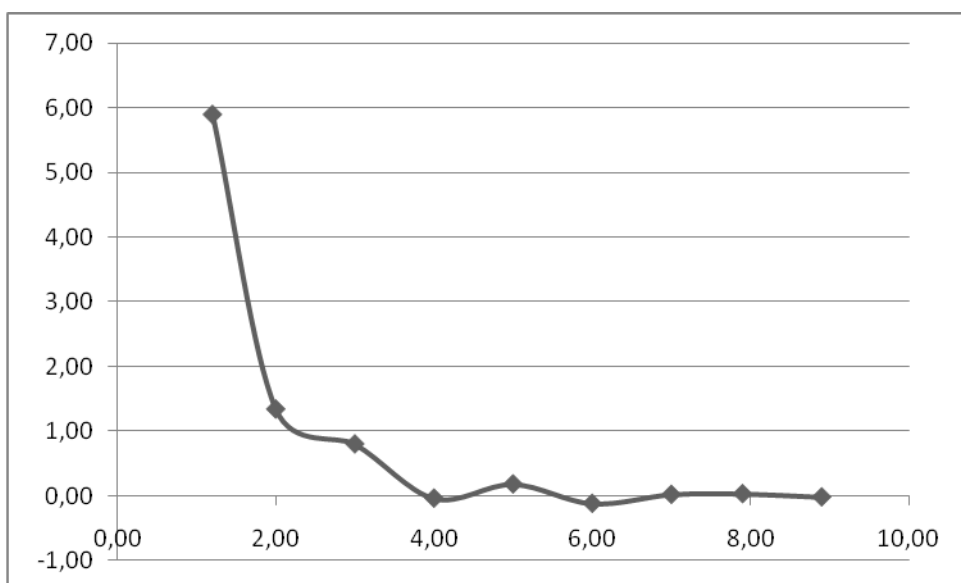
3.2. . Юлдузлар шарсимон тўдалар системалари учун анизотропия параметрлари

*3.2-жадвал. Галактикалар ЮШТС ларининг айрим
характеристикалари.*

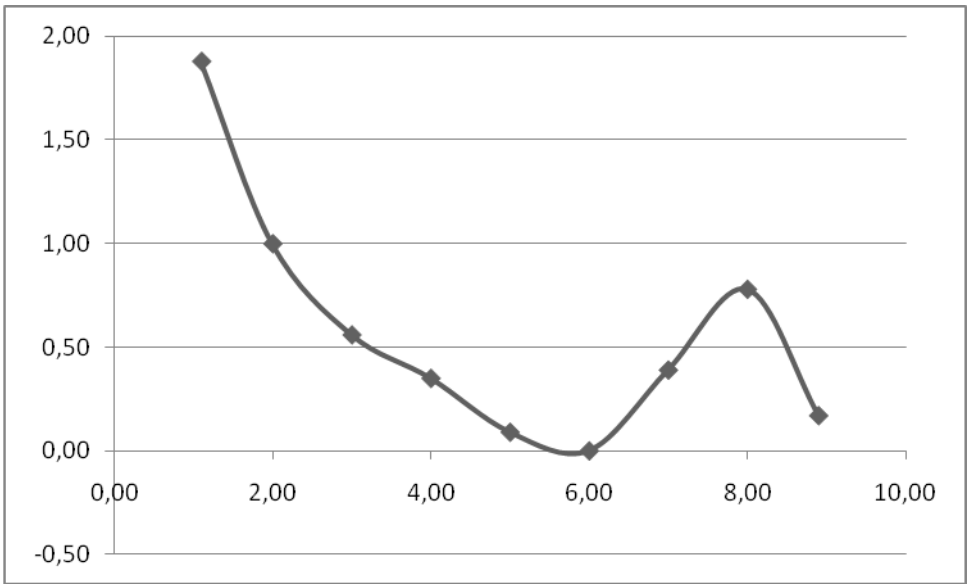
Бу параграфда юқоридаги Сомон Йўли галактикаси ЮШТС учун қўлланилган тезликлар анизотропияси параметрини ҳисоблаш усулидан фойдаланиб 10 та турли типдаги ва турли ўлчамдаги галактикаларнинг ЮШТС учун тезликлар анизотропияси параметри ҳисобланган. Қуйидаги жадвалда галактикалар ЮШТС ларининг айрим характеристикалари берилган. Сўнгги устунда ЮШТС ларига оид маълумотлар қайси манбаадан олинганлиги кўрсатилган.

	<i>C</i>	<i>Tun</i>	α , <i>m, s</i>	δ , ,', ''	<i>ар сони</i>	<i>в маълумотлари</i> <i>олинган</i>
<i>№</i>		<i>NGC</i>		<i>Tun</i>		<i>A</i>
1	33	b 2683	52 41	25 03	10	0.08±0.02
2	66	c 3556	1131	40 27	90	0.00±0.02
3	051	IC 4051	03 10	59 00	700	0.00±0.02
4	66	E1 4926	47 50	34 57	300	1.80±0.02
5	61	E1 7331	20 07	16 47	000	0.20±0.02
6	1	E3 891	26 12	56 49	350	0.60±0.02
7	3	E2 4013	29 47	59 58	300	0.20±0.02
8	7	E0 4157	30 50	23 24	000	1.64±0.02
9	4	a 4874	39 59	37 22	600	0.04±0.02
10	9	E0 4649	42 50	41 17	000	0.56±0.02

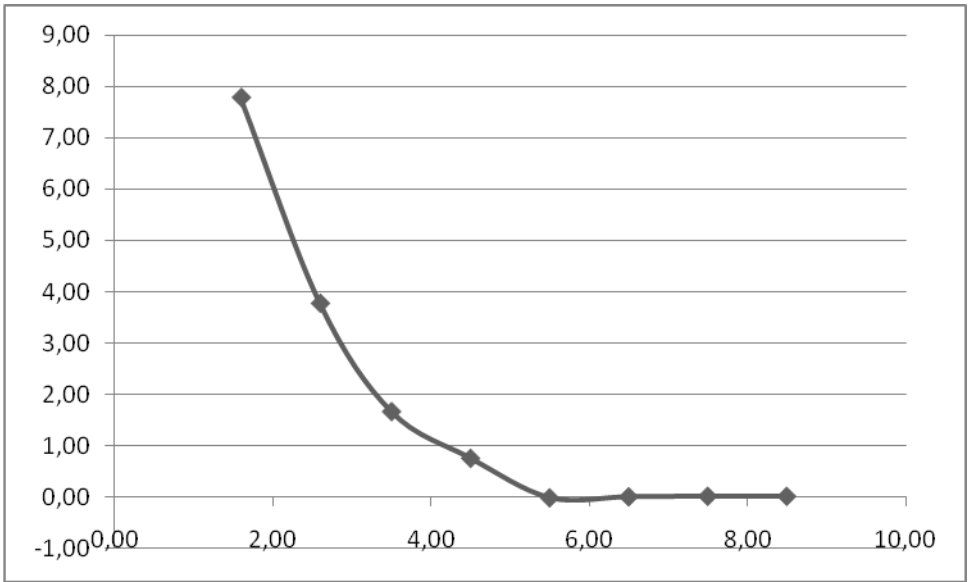
3.3-жадвалда ҳисоблашлар натижасида олинган анизотропия параметрлари берилган.



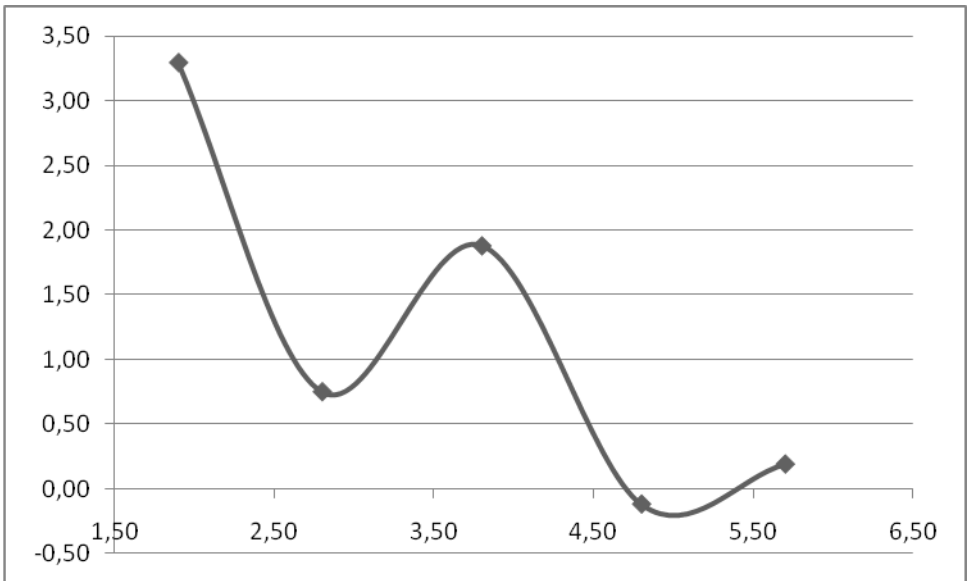
NGC 2683



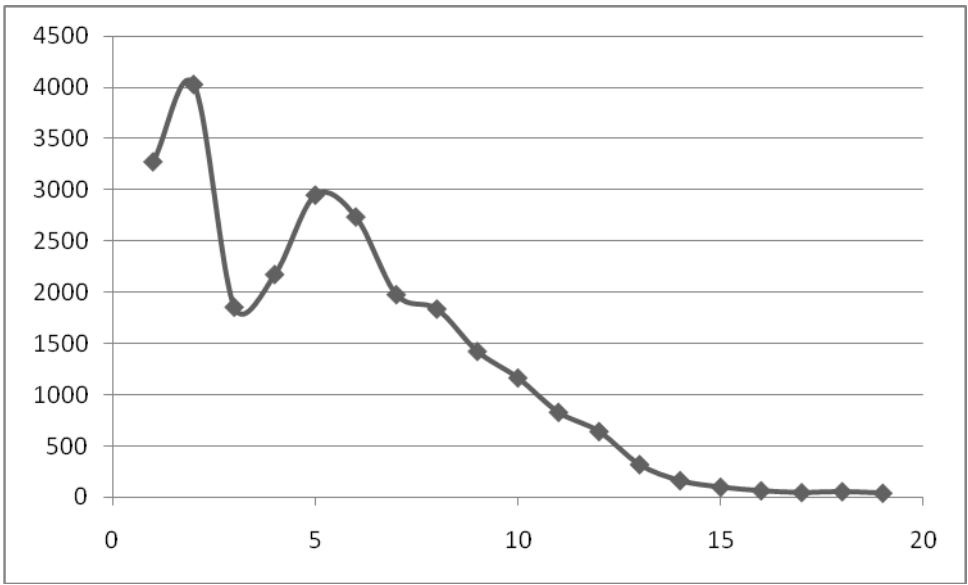
NGC 4157



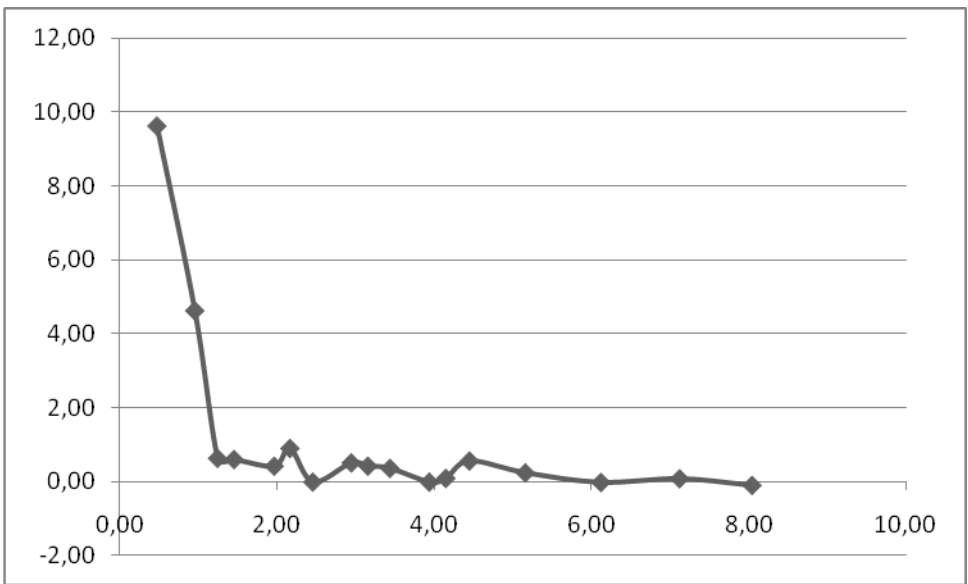
NGC 3556



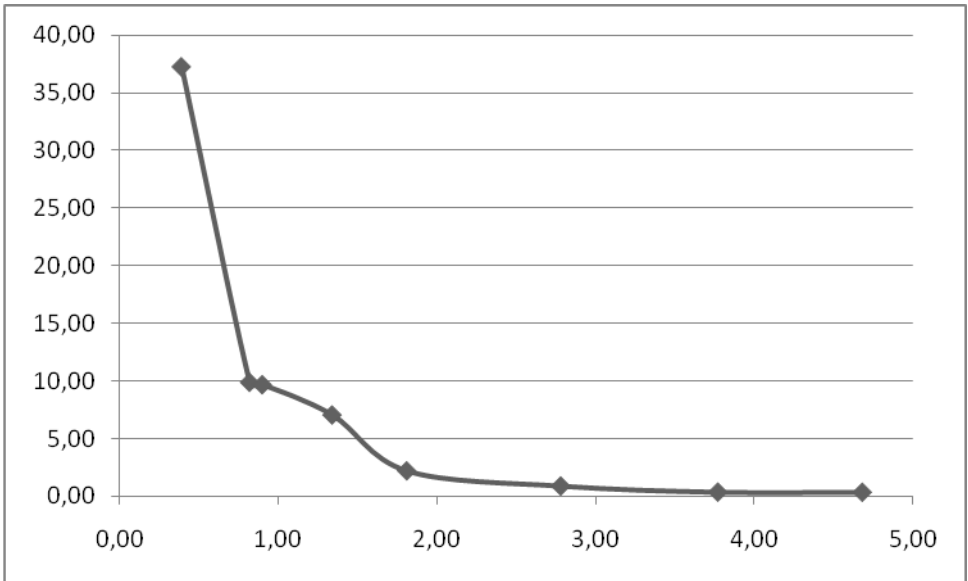
NGC 7331



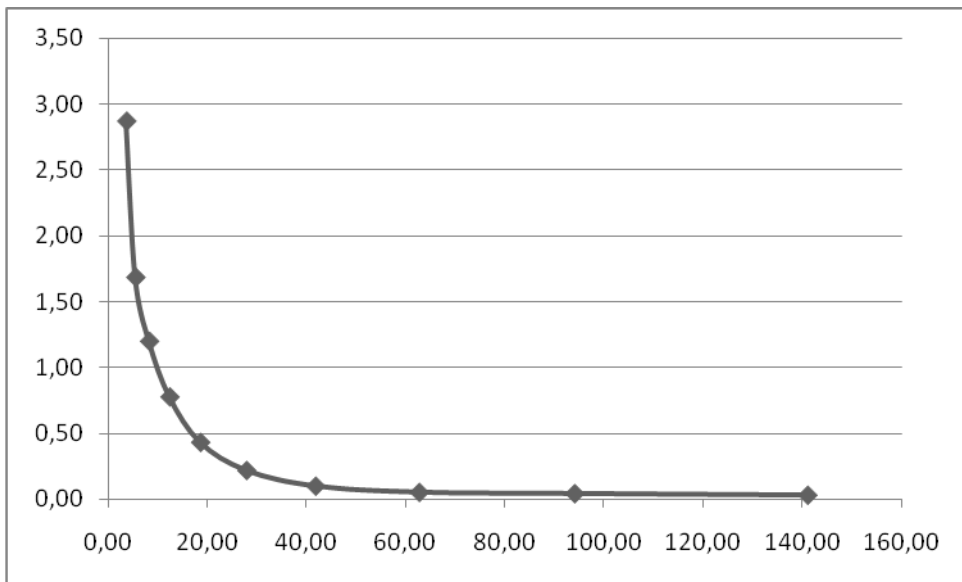
NGC 4874



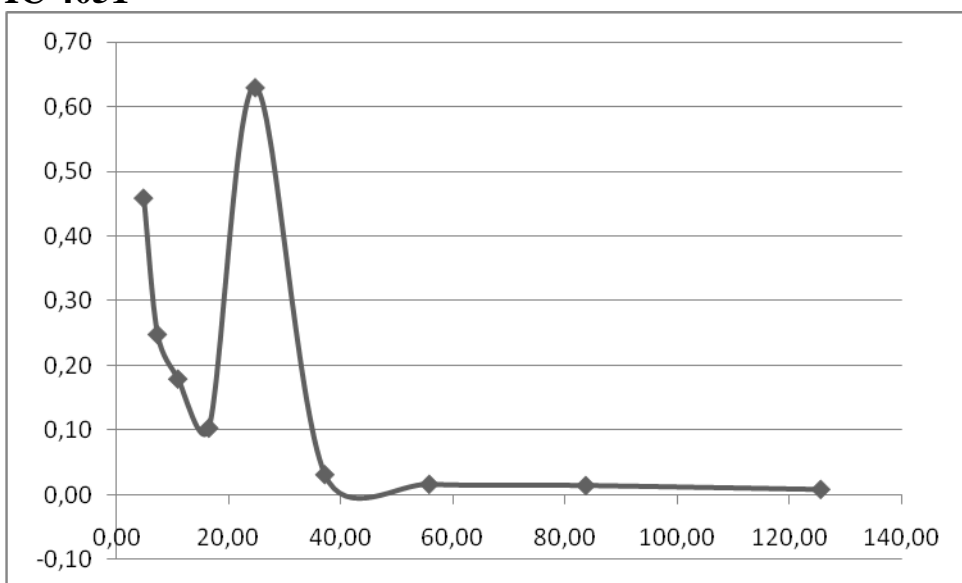
NGC 891



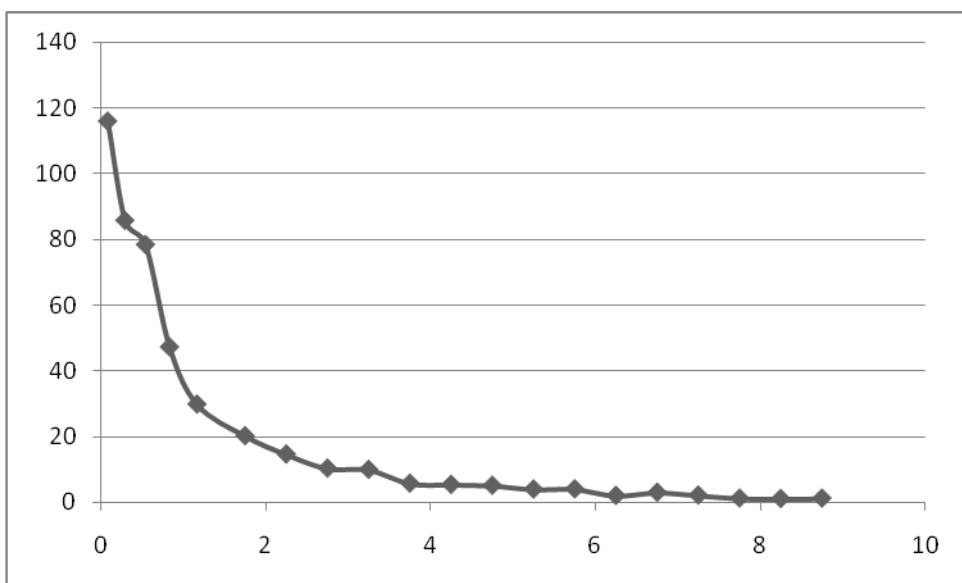
NGC 4013



IC 4051



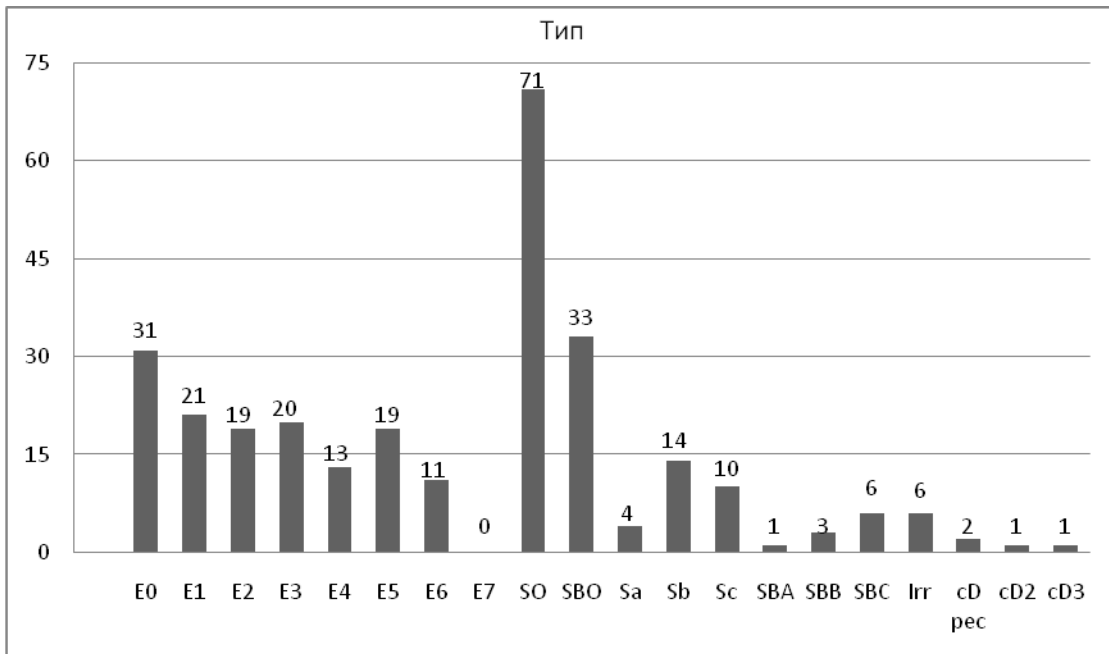
NGC 4926



3.3. Каталогнинг статистик таҳлили

Бу параграфда биз 3.1 параграфда берилган каталогнинг статистик таҳлил натижаларини келтирамиз.

3.1-расмда ЮШТС нинг галактикалар типлари бўйича тақсимоти гистограммаси берилган.

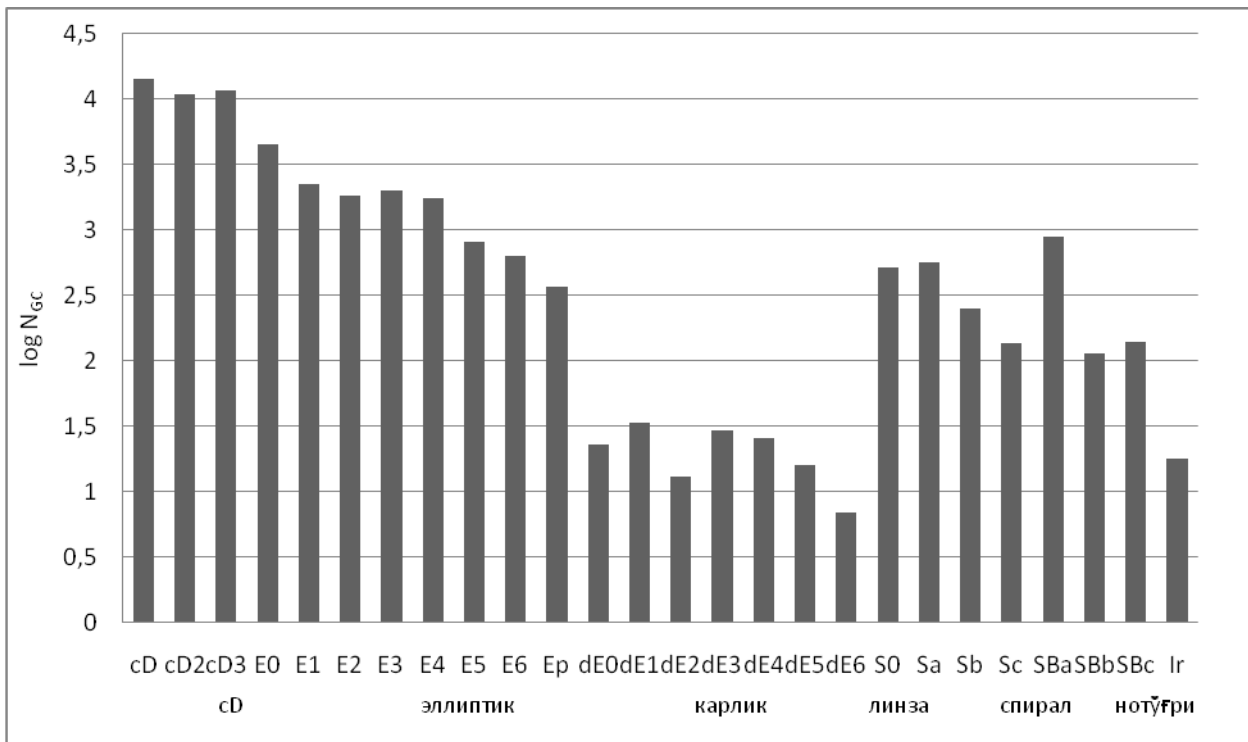


3.1 расм. Галактикалар типлари бўйича ЮШТС тақсимоти.

3.1-расм ЮШТС каталогда S0 типдаги галактикалар ЮШТС энг кўп эканлигини кўрсатади. Эллиптик галактикаларнинг босиқлиги ошиши билан улардаги ЮШТС миқдори камайиши кўриниб турибди. E7 типдаги эллиптик галактикалари атрофида эса ЮШТС кузатилмаган. Эллиптик галактикаларнинг умумий сони спирал галактикаларникига қараганда $k = N_{\text{эллип}}/N_{\text{спирал}} = 6.5$. Агар S- галактикаларга барсимон галактикаларни қўшсак бу муносабат $k = 4,5$ га тенг бўлади. Эллиптик галактикалар умумий сони бошқа галактикаларнинг умумий сонига нисбатан $k = 1,1$ га тенг. Каталогдаги ЮШТС ни типлар бўйича тақсимоти фоизларда қуйидагича муносабатда бўлади:

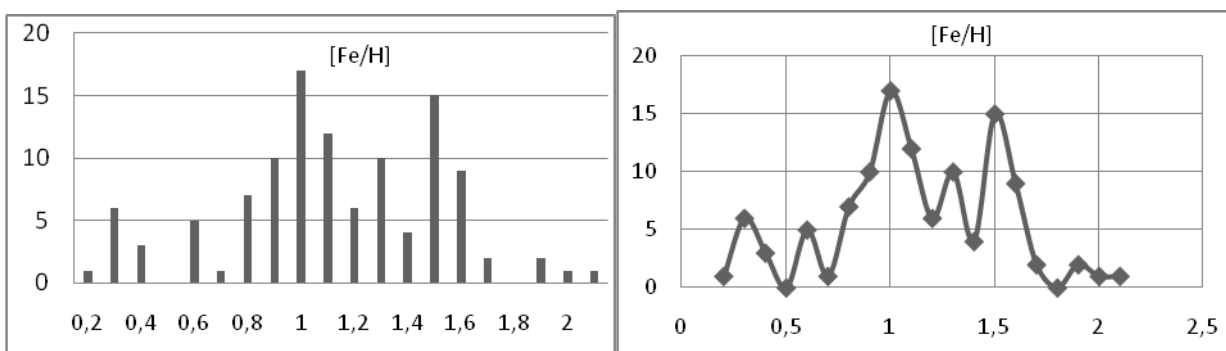
$$E : (S0 + SB0) : (S + SB) : Ir = 53.4 : 32.7 : 12 : 1.9. \quad (3.1)$$

Бу муносабатдан эллиптик галактикалар қолган галактикаларга нисбатан кўпроқ ЮШТС га эга.



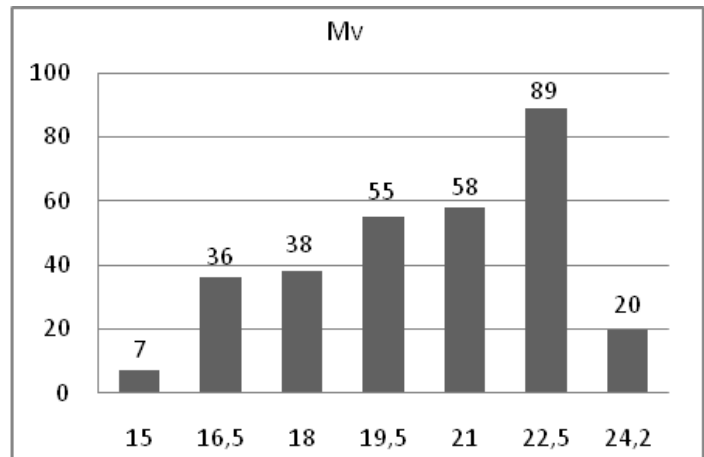
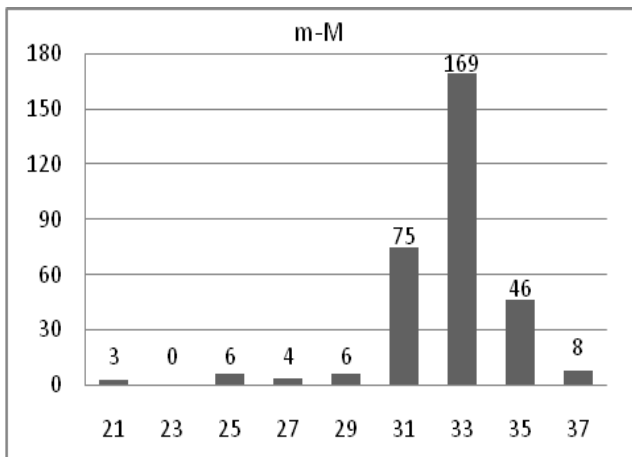
3.2-расм. Галактикалар синфлари бўйича ЮШТ лари тақсимоти.

Бу расмдан cD ва E галактикалар бошқа галактикаларга нисбатан кўпроқ ЮШТ ларга эгаллигини кўриш мумкин. Кейинги ўринда спирал ва линзасимон галактикалар турса, нотўғри ва карлик галактикалар деярли бир хил ЮШТ ларга эга эканлиги кўриниб турибди.



3.3-а, б расм. ЮШТС ларнинг металлик бўйича тақсимоти.

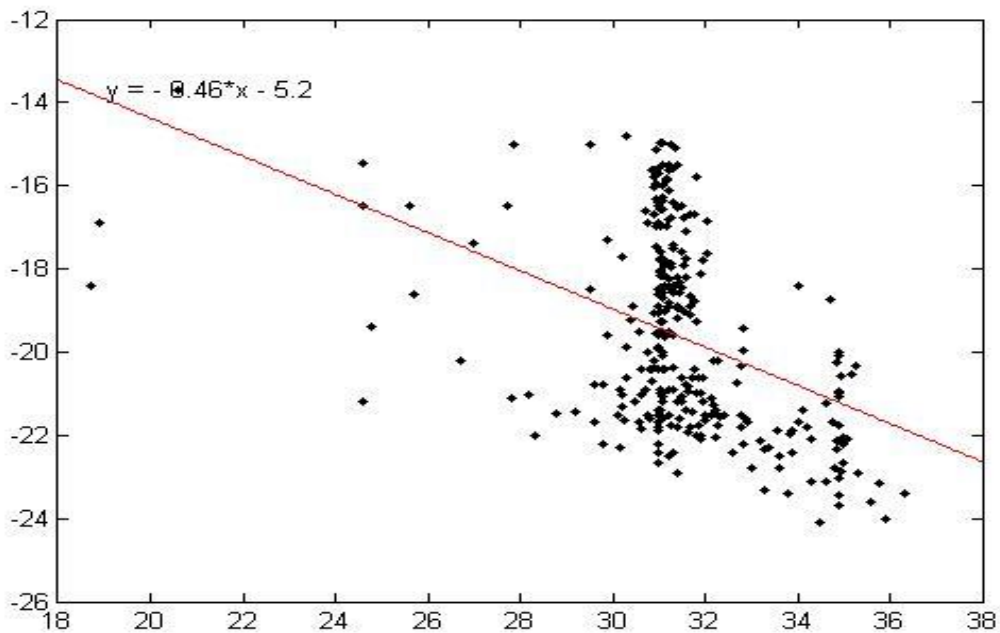
3.3-а, б расмда ЮШТС ларнинг металлик бўйича тақсимоти берилган бўлиб, металликнинг $[Fe/H] = -1$ ва -1.5 қийматларида ЮШТС нисбатан кўпроқлиги кузатилади. Металликнинг $[Fe/H] = -0.5$ ва -1.8 қийматларида эса ЮШТС умуман кузатилмайди.



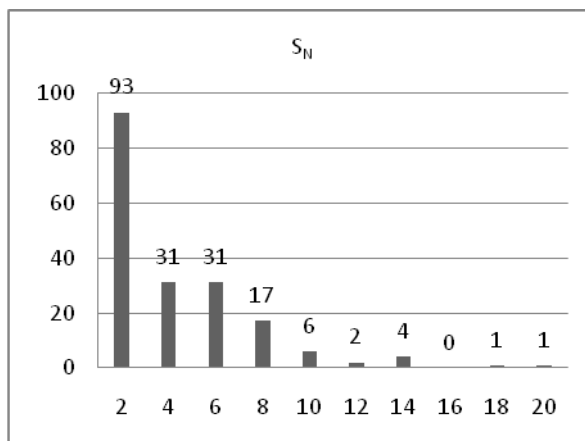
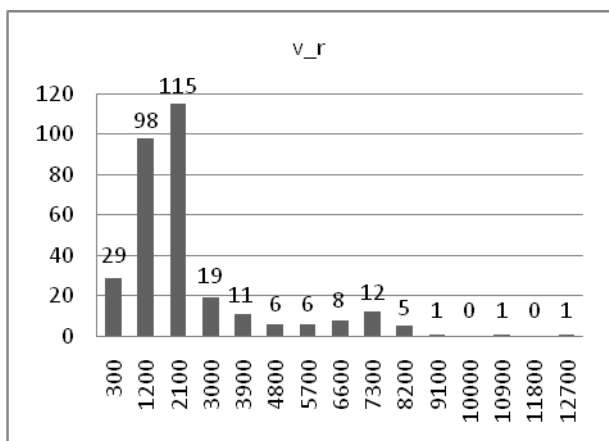
3.4-а, б расм. ЮШТС ларининг масофа модуллари ва абсолют юлдуз катталиклари бўйича тақсимотлари.

4-а расмдан каталогдаги ЮШТС нинг асосий қисми масофа модули $m-M=32\div 33$ га тенглигини ва (4-б расм) абсолют юлдуз катталиги $M_v=-21$ дан катта ва $M_v=-22.5$ гача бўлган, ЮШТС нисбатан кўпроқ эканлини кўраимиз. Қуйидаги расмда ЮШТС нинг бу иккала параметрлари орасидаги боғланиш берилган.

3.5-расмдан кўриниб турибдики масофа модули, абсолют юлдуз катталиги ошиши билан ортиб боради ва уларорасидаги кичик квадратлар методи орқали олинган чизиқли боғланиш $y = -0,4112x + 23,336$ тенгламага бўйсунди. Бундан ташқари масофа модули 31 га тенг бўлган, ЮШТС лари кўпчилик қисми ташкил қилишини кўриш мумкин.

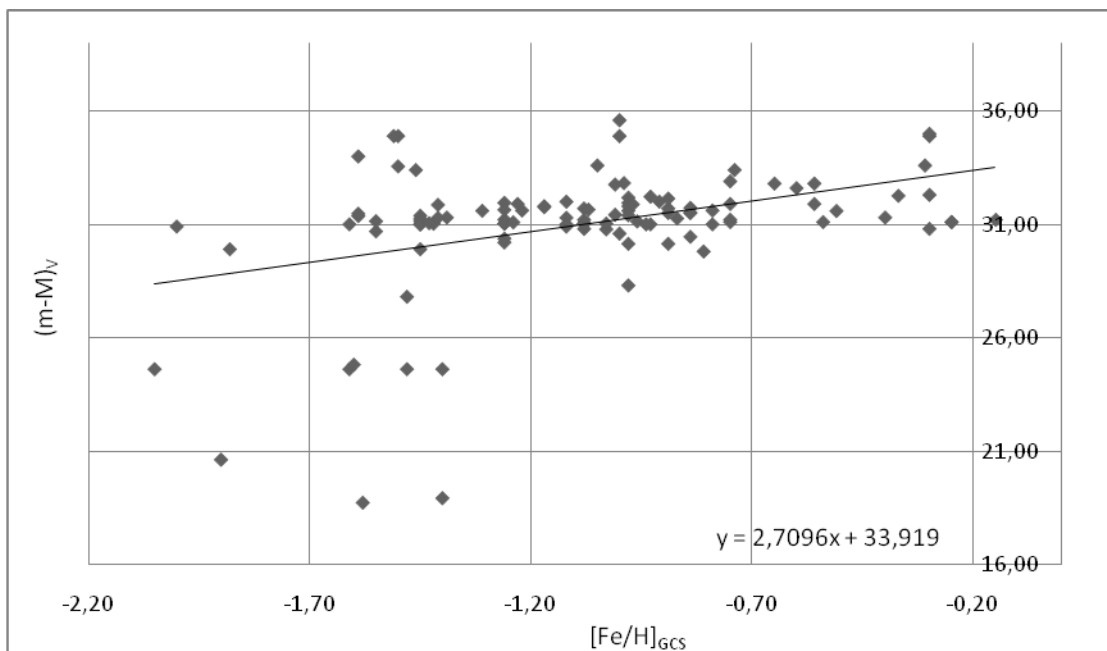


3.5-расм. ЮШТС ларининг масофа модуллари ва абсолют юлдуз катталиклари орасидаги боғланиш.



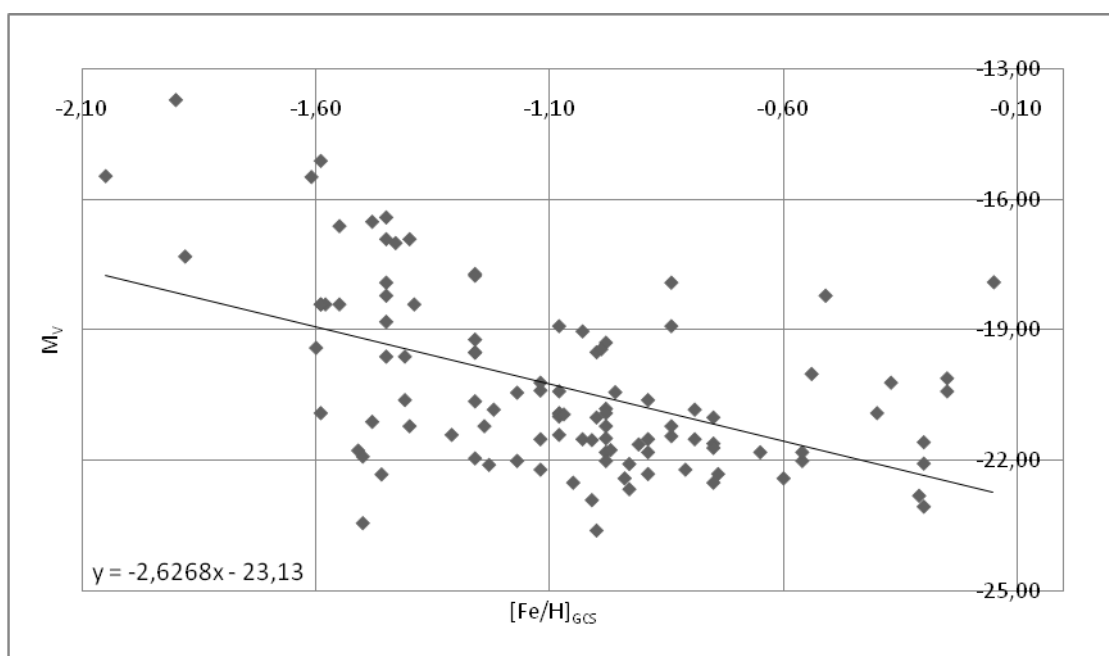
3.6 ва 3.7-расмлар. ЮШТС ларининг радиал тезликлари ва бирлик частоталари гистограммалари

3.6-расмда галактикаларнинг радиал тезликлари $v=1200\div 2100$ км/сек га тенг бўлган галактикалар нисбатан кўпроқлиги кўрсатилган. 3.7-расмда бирлик частоталари $S_N=2$ га тенг бўлган ЮШТС лари қолганларига нисбатан кўп эканлиги кўрсатилган.



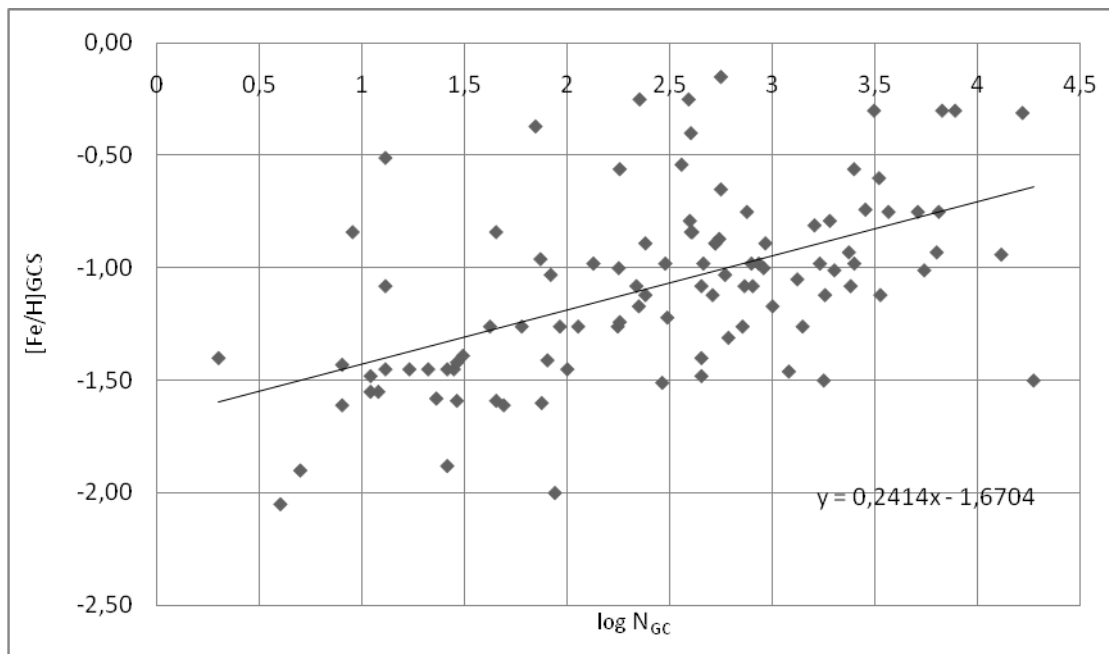
3.8-расм. ЮШТС ларининг металликлари ва масофа модулли орасидаги боғланиш.

Бу графикда металликнинг $[Fe/H]=-0.7\div-1.7$ қийматида масофа модули $m-M=29\div33$ га тенг бўлган ЮШТС лари nisbatan кўпроқлигини кузатиш мумкин.



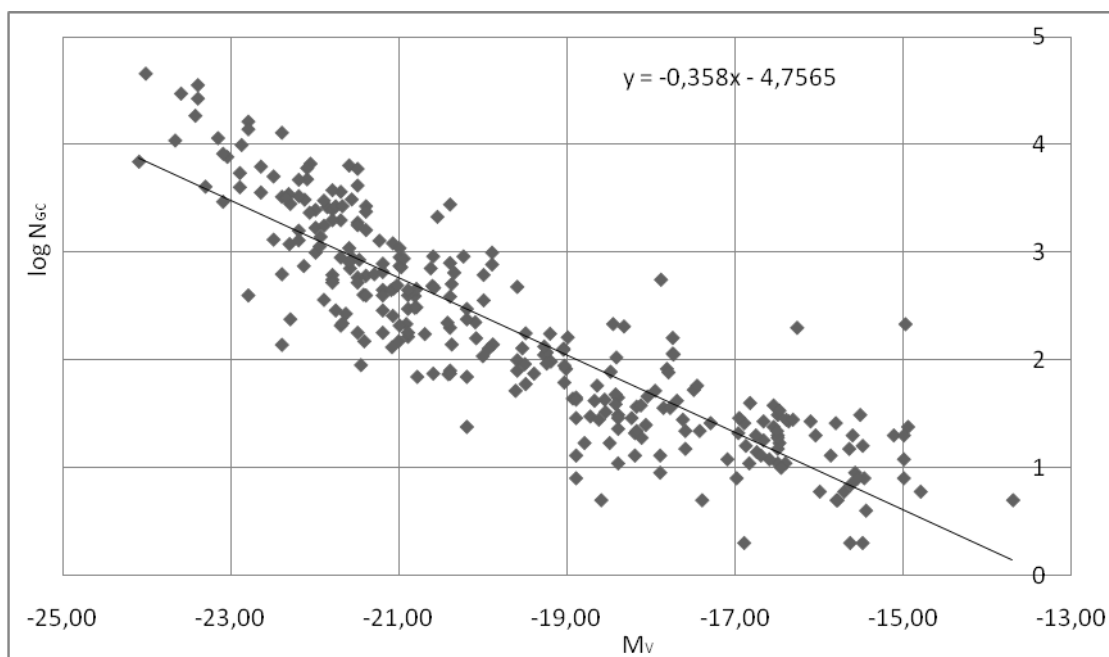
3.9-расм. Металлик ва абсолют юлдуз катталиги орасидаги боғланиш.

Бу графикдан ЮШТС ларининг металилик қийматининг ошиши билан уларнинг абсолют юлдуз катталиклари ҳам ошиб боришини кўриш мумкин. Бундан ташқари ЮШТС ларининг абсолют юлдуз катталиклари $M_v = -19 \div -22$ қийматлар оралиғида эканлигини кўриш мумкин.



3.10-расм. ЮШТС ларининг металилиги ва системадаги ЮШТ лар сони орасидаги боғланиш.

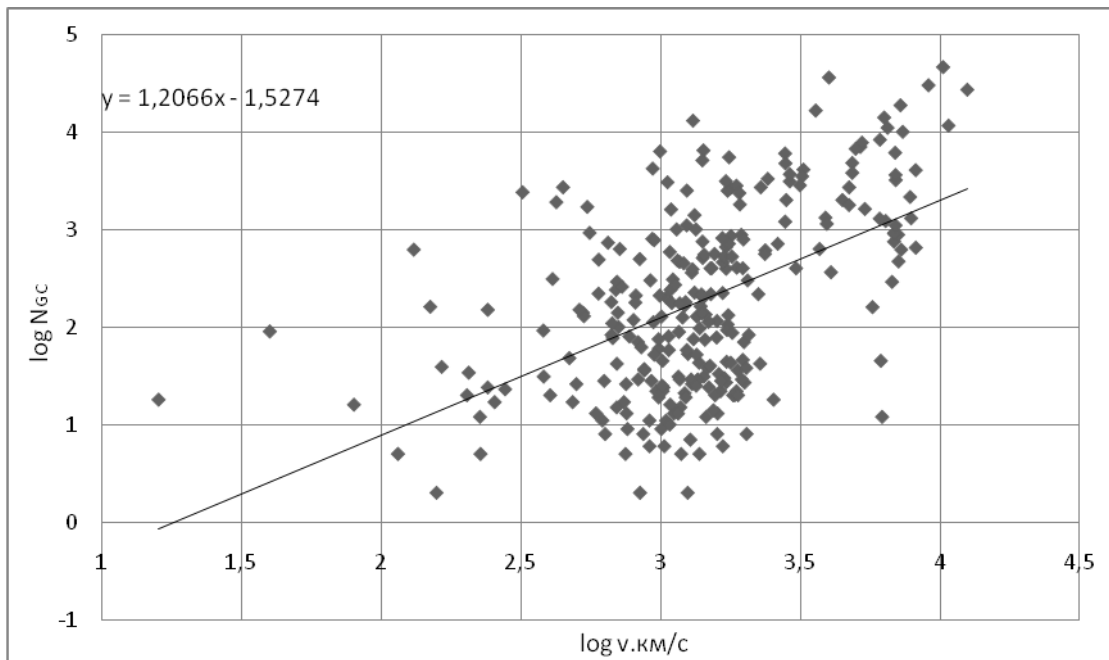
3.10-расмда ЮШТС ларининг металилик қийматларининг ортиб бориши билан улар системаларидаги шарсимон тўдалар сони ортиб бориш кўрсатилган.



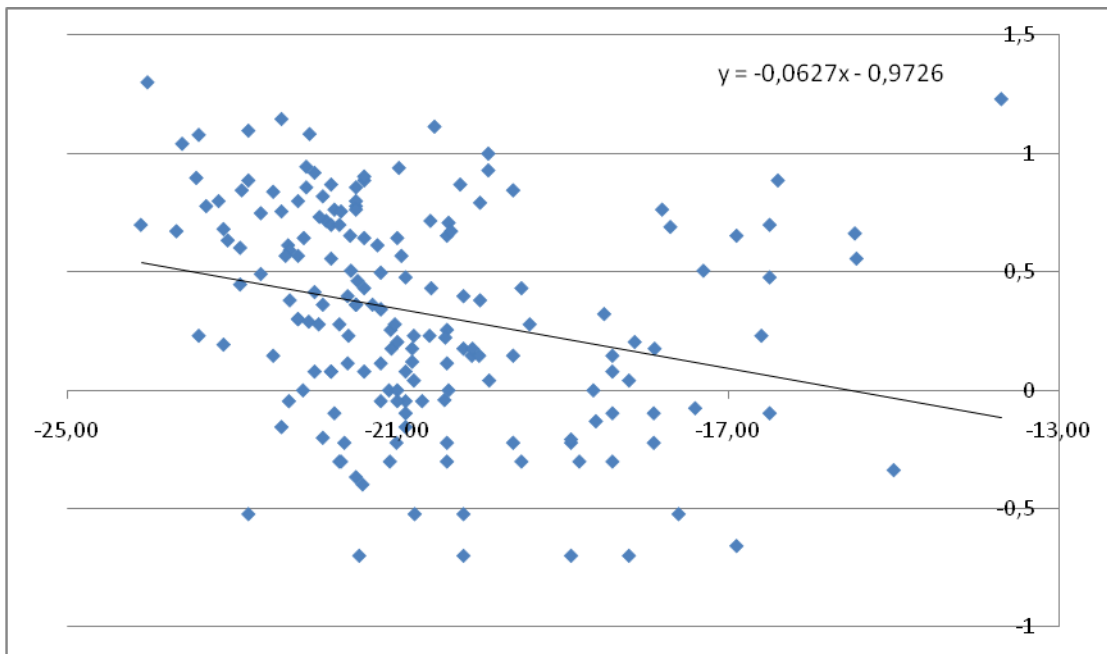
3.11-расм. Системадаги ЮШТ сони ва абсолют юлдуз катталиги орасидаги боғланиш.

Бу графикда ҳам системадаги шарсимон тўдалар сонининг ортиб бориши билан уларнинг абсолют юлдуз катталикларининг кескин ортиб бориши кўринади. Бундан системалардаги абсолют юлдуз катталиклар ЮШТ лар сонига боғлиқ деган хулосага келиш мумкин.

3.12-графикдан ЮШТ лар сонининг ошиши билан уларнинг радиал тезликлари ҳам ортиб боришини кўриш мумкин. Бундан ташқари системаларнинг радиал тезликлари асосан $\log v=2.5\div 3.5$ км/с қийматлар оралиғида жойлашганлигини ҳам кўриш мумкин.

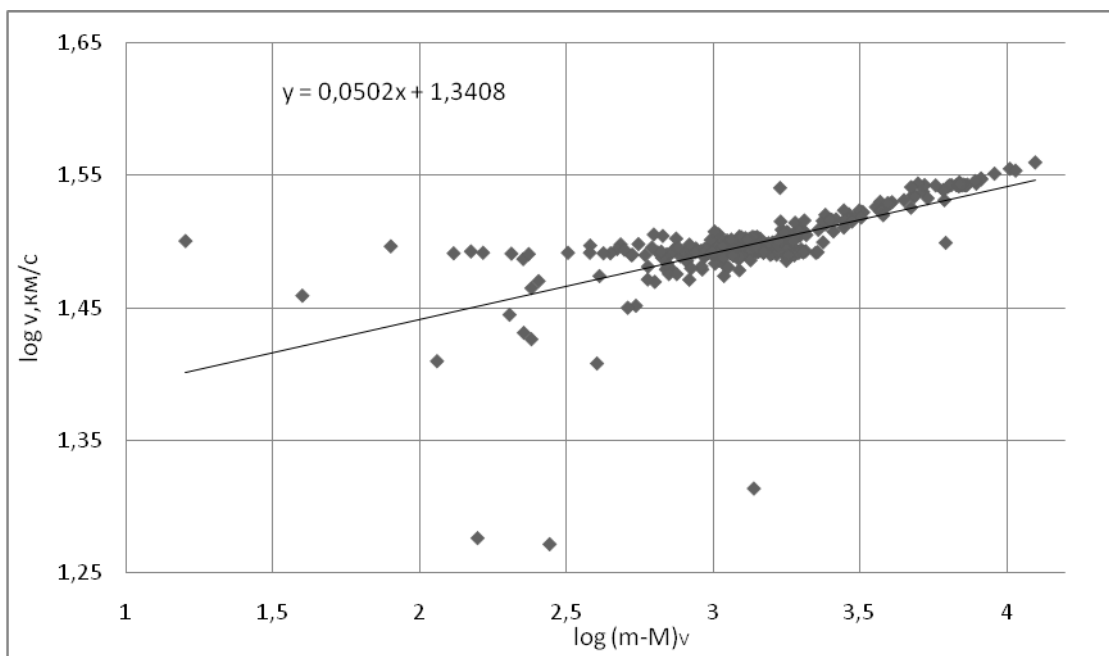


3.12-расм. Системадаги ЮШТ лар сони ва уларнинг радиал тезликлари орасидаги боғланиш графиги.



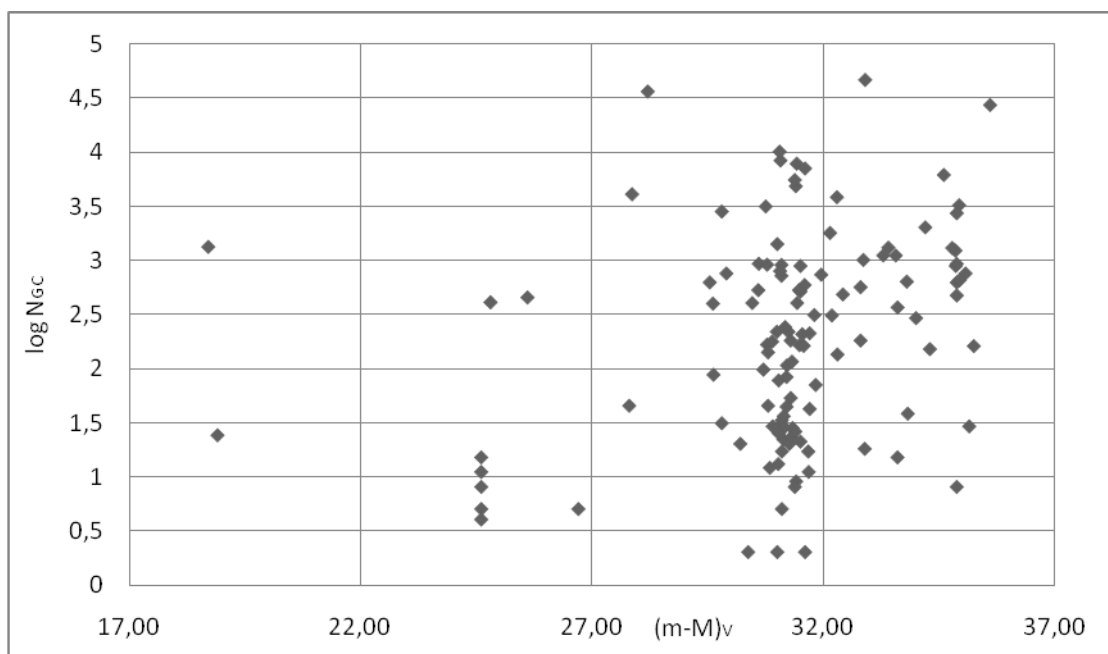
3.13-расм. ЮШТС ларининг абсолют юлдуз катталиги ва бирлик частоталари орасидаги боғлиниш.

Бу графикдан бирлик частоталарининг ортиши билан улар абсолют юлдуз катталикларининг ошиб боришини кўриш мумкин ва шу билан бирга бирлик частоталарининг ўртача $\log SN=0.5$ қиймат атрофидаги системаларнинг абсолют юлдуз катталиклари тахминан $Mv=-21.5$ қиймат атрофида эканлиги ҳам кўрсатилган.



3.14-расм. Системаларнинг масофа модуллари ва радиал тезликлари орасидаги боғлиниш графиги.

Бу графикдан масофа модуллари $\log (m-M)V = 2.5 \div 4$ га тенг тенг бўлган ЮШТС ларининг радиал тезликлари $\log v = 1.4 \div 1.55$ км/с қиймат атрофида эканлигини кўриш мумкин ва шу билан бирга масофа модулининг ортиши системаларнинг радиал тезликларининг ортишига олиб келиши кўрсатилган.



3.16-расм. ЮШТС нинг масофа модулларига боғланиши графиги.

Бу графикдан ЮШТС ларининг масофа модуллари асосан $m-M=30 \div 33$ да эканлигини кўриш мумкин. Системалардаги ЮШТ ларнинг сони уларнинг масофа модулларига боғлиқ эмаслигини ҳам бу графикдан кўриш мумкин.

Булардан ташқари бизнинг каталогимизда ЮШТС ларининг маълум бир галактикалар гурухи ёки тўдасига аъзолиги ҳам ўрганилган. Каталогдаги 318 та ЮШТС дан 228 тасининг гурух ёки тўда аъзолари эканлиги аниқланди, қолган 90 ЮШТС учун эса бу параметр топилмади. Натижалар қуйидаги жадвалда берилган.

3.4-жадвал. ЮШТС ларининг тўда ёки гурух аъзолиги

а ёки гурух номи	ЮШТС лар сони	%
Вирго	114	35,8
Форнакс	23	7,2
Кома	21	6,6
ГМГ	11	3,5
Эриданус	5	1,6
Лео	5	1,6

Урса мажор	4	1,26
Антлиа	3	0,94
Дорадо	3	0,94
Драко	3	0,94
Скулптор	3	0,94
Қолганлари	33	10,38
Аниқланмаган	90	28,3

Булардан каталогдаги объектларнинг катта қисми (35.8%) бой галактикалар тўдаси бўлган Вирго галактикалар тўдаси аъзолари эканлиги кўриниб турибди. Буни биз юқоридаги 3.8 ва 3.16-расмлардан ҳам кўришимиз мумкин.

Шу билан бирга каталогда ЮШТС ларининг ранг тақсимотлари параметрлари ҳам киритилган. Бу параметр бизга галактикалар ЮШТС ларининг эволюцияланиш босқичлари неча босқичдан иборат бўлганлиги ҳақида маълумот беради. 318 та ЮШТС дан 219 таси учун бу параметр топилган бўлиб, улардан 124 таси бимодал 95 таси анмодал ранг тақсимотига эга эканлиги аниқланди ва 99 та ЮШТС учун бу параметр топилмади.

тақсимот	сон
bimodal	124
anmodal	95

Хулоса

- Интернетдан ва бошқа манбаалардан тўпланган маълумотларнинг галактикалар типлари бўйича статистик таҳлил натижасида 318 та объектдан иборат ЮШТС ларининг жамланма катлоги тузилди.
- Каталогга киритилган галактикаларнинг типлари бўйича фоизли муносабатлари аниқланди: $E: (S_0+SB_0) : (S+SB) : I_r = 53.4:32.7:12:1.9$
Бундан куринадики бошқа галактикаларга нисбатан эллиптик галактикалар кўпроқ ЮШТС га эга экан. Шу билан бирга эллиптик галактикаларнинг босиқлик даражаси камайиши билан ЮШТС га эга бўлган эллиптик галактикаларнинг сони чизиқли қонун бўйича ортиб боради.
- ЮШТС лар ва улар она галактикаларининг алоҳида параметрлари орасидаги эмпирик боғланишлар олинди. Хусусан, системадаги ЮШТ лар сонининг логарифми ва она галактиканинг абсолют юлдуз катталиги орасида чизиқли боғланиш аниқланди.
- Сомон Йўли ЮШТС учун тезликлар анизотропияси параметри аниқланди. Бундан ташқари турли морфологик типга тегишли бўлган 10 та галактикаларнинг кузатувдан олинган сирт зичлик тақсимотлари асосида уларнинг тезликлар анизотропияси параметри аниқланди.

Адабиётлар рўйхати

1. Surdin V.G. Properties of globular cluster systems: primordial or evolutionary? // IAU Symp. №174, 1996, p.313-318
2. Kundu A, Whitmore B. New insights from HST studies of globular cluster systems. I. Colors, distances, and specific frequencies of 28 elliptical galaxies // Astronomical Journal, 2001, vol. 121, Issue 6, p. 2950-2973
3. Goudfrooij P, Strader J, Brenneman L, Kissler-Patig M, Minniti D, Edwin H. J. Hubble Space Telescope observations of globular cluster systems along the Hubble sequence of spiral galaxies // Monthly Notice of the Royal Astronomical Society, 2003, vol. 343, Issue 2, p. 665-678
4. Сурдин В.Г. Сколько шаровых скоплений в Галактике? // Астрономический Журнал, 1994, т.20, № 6, с. 467-472
5. Rastorguev A.S, Samus N.N. Velocity dispersion of stars and the mass of globular clusters M4, M5, M10, M12 and M71 // Soviet Astronomy Letters. - 1991. – vol. 17.- p.388-396
6. Peebles P.J.E, Dicke R.H. Origin of the globular star clusters // Astrophysical Journal, 1968, vol. 154, p. 891-897
7. Зельдович Я.Б, Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной, 1975, М., Наука, 385 с.
8. Боркова Т.В, Марсаков В.А. Подсистемы шаровых скоплений Галактики // Астрономический Журнал, 2000, том 77, № 10, с. 750-772.
9. Harris W.E. Globular cluster systems in galaxies beyond the Local Group // Annual review of Astronomy and Astrophysics, 1991, vol. 29, p. 543-579
10. Ashman K, Zepf S. Globular cluster systems, 1998, Cambridge, England: Cambridge University Press., 172 p.
11. Ашуров А.Е. Распределение скоростей в системе шаровых скоплений // Проблемы астрофизики и прикладной астрономии: сб. науч. тр. ТашГУ. – Ташкент, 1997, с.11-12
12. Ashurov A.E., Nuritdinov S.N. Finding out the velocity anisotropy parameter for

- some globular clusters: the case of stationary model // ASPC Series, 2001, vol. 228, pp.371-374
13. Harris W.E. Globular cluster systems, 2001, Swiss Society for Astrophysics and Astronomy, Berlin, 223 p.
 14. Гайнуллина Э.Р. Неустойчивости ранней стадии эволюции E-галактик и шаровых скоплений.: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук.- Т.: НУУз. 2001.-16с
 15. Субботин М.Ф. Курс небесной механики. – Л.,М.: ГИТТЛ, 1949.- том III.- 280 с.
 16. Harris W.E. Catalog of parameters for Milky Way globular clusters, 1999, <http://www.physics.mcmaster.ca/Globular.html>
 17. Шаров А.С. Подсистема шаровых скоплений Галактики // *Астрономический Журнал*, 1976, т.53, № 4, с.702-712
 18. Антонов В.А, Нуритдинов С.Н. Неустойчивость нелинейно пульсирующей модели звездной системы. Шар Эйнштейна // *Астрономический Журнал*, 1981, т.58, № 6, с. 1158-1166
 19. Нуритдинов С.Н. Новая серия нестационарных моделей галактических подсистем: учет вращения // *Астрономический Циркуляр БАС АН*, 1992, № 1553, с. 9-10
 20. Gaynullina E.R, Nuritdinov S.N. Towards the theory of early evolution stage of galaxies // *Uzbek Journal of Physics*, 2000, №3, p.185-193
 21. Morgan W.W. The differences among globular clusters: the integrated spectra of globular clusters // *Astronomical Journal*, 1959, vol. 64, p. 432-436
 22. Harris W.E. Spatial structure of the globular cluster system and the distance to the galactic center // *Astronomical Journal*, 1976, Vol. 81, p. 1095-1116
 23. Murali C, Weinberg M.D, Evolution of the Galactic globular cluster system // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 1997, vol. 291, p. 717-731
 24. Zinn R. The globular cluster system of the galaxy. IV - The halo and disk subsystems // *Astrophysical Journal*, 1985, vol. 293, p. 424-444

25. Minniti D. Metal-rich globular clusters with R less than or equal 3 kpc: disk or bulge clusters // *Astronomical Journal*, 1995, vol. 109, № 4, p. 1663-1669
26. Zinn R. The Galaxy's globular clusters // *ASPC Series*, 1996, Vol. 92, p. 211-220
27. Beers T.C, Flynn K, Gebhardt K. Measures of location and scale for velocities in clusters of galaxies - A robust approach // *Astronomical Journal*, 1990, vol. 100, p. 32-46
28. Harris W.E, Pudritz R.E. Supergiant molecular clouds and the formation of globular cluster systems // *Astrophysical Journal*, 1994, vol. 429, № 1, p. 177-191
29. Mandushev G, Staneva A, Spasova N. Dynamical masses for Galactic globular clusters // *Astronomy and Astrophysics*, 1991, vol. 252, № 1, p. 94-99
30. Vesperini E. On the evolution of the Galactic globular cluster system // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 1997, vol. 287, Issue 4, p. 915-928
31. Carney B.W, Laird J.B, Latham D.W, Aguilar L.A. A Survey of proper motion stars. XIII. The halo population // *Astronomical Journal*, 1996, vol. 112, p. 668-692
32. Gilmore G, Wyse R.F.G, Kuijken K. Kinematics, chemistry, and structure of the Galaxy // *Annual review of Astronomy and Astrophysics*, 1989, vol. 27, p. 555-627
33. Schuster W.J, Parrool L, Contreras Martinez. M.E. UVBY - beta photometry of high-velocity and metal-poor stars. VI - A second catalogue, and stellar populations of the Galaxy // *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 1993, vol. 97, № 4, p. 951-983
34. Searle L, Zinn R. Compositions of halo clusters and the formation of the galactic halo // *Astrophysical Journal*, 1978, Part 1, vol. 225, p. 357-379
35. Rodgers A.W, Paltoglou G. Kinematics of galactic globular clusters // *Astrophysical Journal*, Part 2, 1984, vol. 283, p. L5-L7
36. Lee Y.W, Demarque R, Zinn R. The horizontal-branch stars in globular clusters.

- 2: The second parameter phenomenon // The Astrophysical Journal, Part 1, vol. 423, № 1, p. 248-265
- 37.Zinn R. The Galactic halo cluster systems: evidence for accretion // ASPC Series, 1993, vol. 48, p. 38-47
- 38.van den Berg S. Globular cluster orbits and second parameter effects // Astronomical Journal, 1993, vol. 105, № 3, p. 971-975
- 39.Sandage A. On the formation and age of the Galaxy // Journal Royal Astronomical Society of Canada, 1990, vol. 84, p. 70-88
- 40.Hubble E. Nebulous objects in Messier 31 provisionally identified as globular clusters // Astrophysical Journal, 1932, vol. 76, p.44-73
- 41.Racine R. Preliminary colors of faint objects around M87 // Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 1968, vol. 80, № 474, p.326-376
- 42.Grillmair C.J, Faber S. M, Lauer T.R, Baum W.A, Lynds R.C, O'Neil E.J, Shaya E.J. The nuclear regions of NGC 3311 and NGC 7768 imaged with the Hubble Space Telescope Planetary Camera // The Astronomical Journal, 1994, vol. 108, № 1, p. 102-110
- 43.Forbes D.A, Franx M, Illingworth G.D, Carollo C. M. Ellipticals with kinematically distinct cores: WFPC2 imaging of globular clusters // Astrophysical Journal, 1996, vol. 467, p. 126-135
- 44.Hanes D.A, Harris W.E. Globular clusters in galaxies beyond the local group. VII - The S0 galaxy NGC 3115 // Astrophysical Journal, 1986, vol. 304, p. 599-606
- 45.Kavelaars J.J, Harris W.E, Hanes D.A, Hesser J.E, Pritchett C.J. The globular cluster systems in the Coma ellipticals. I. The luminosity function in NGC 4874 and implications for Hubble's constant // Astrophysical Journal, 2000, vol. 533, № 1, 125-136
- 46.Woodworth S.C, Harris W.E. The globular cluster systems in the Coma ellipticals. III. The unique case of IC 4051 // The Astronomical Journal, 2000, vol. 119, Issue 6, p. 2699-2710
- 47.Lee M.G, Kim E. The globular cluster system in the inner region of the giant

- elliptical galaxy NGC 4472 // The Astronomical Journal, 2000, vol. 120, Issue 1, p. 260-277
48. Huchra J.P, Brodie J.P, Kent S.M. Extragalactic globular clusters. II - The M31 globular cluster system // Astrophysical Journal, 1991, Part 1, vol. 370, p. 495-504
49. Ashman K.M, Bird C.M. Globular cluster clustering in M31 // The Astronomical Journal, 1993, vol. 106, № 6, p. 2281-2290
50. van den Bergh S. Photometric and spectroscopic observations of globular clusters in the Andromeda nebula // Astrophysical Journal Supplement, vol. 19, p.145-174
51. Gebhardt K, Kissler-Patig M. Globular cluster systems. I. V-I color distributions // The Astronomical Journal, 1999, vol. 118, Issue 4, p. 1526-1541
52. Kissler-Patig M, Forbes D.A, Minniti D. Constraints on the merger models of elliptical galaxies from their globular cluster systems // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1998, vol. 298, Issue 4, p. 1123-1132
53. Chapelon S, Buat V, Burgarella D, Kissler-Patig M. The globular cluster system around the low-luminosity S0 galaxy NGC 7457 // Astronomy and Astrophysics, 1999, vol. 346, p. 721-730
54. Subramaniam A, Sagar R. Globular cluster systems in giant elliptical galaxies: a probe for the galaxy formation and evolution // Bulletin of the Astronomical Society of India, 2000, vol. 28, p. 163-164
55. Harris W.E., van den Berg S. Globular clusters in galaxies beyond the Local Group. I. New cluster systems in selected northern ellipticals // Astronomical Journal, 1981, vol. 86, № 11, p. 1627-1642.
56. Ashman K. M, Zepf S.E. The formation of globular clusters in merging and interacting galaxies // Astrophysical Journal, 1992, Part 1, vol. 384, p. 50-61
57. Lynden-Bell D. Statistical mechanics of violent relaxation in stellar systems // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1967, vol. 136, p.101-121
58. Gott J.R, Thuan T.X. On the formation of spiral and elliptical galaxies //

- Astrophysical Journal, 1976, vol. 204, № 1, p. 649-667
59. Larson R.B. A model for the formation of a spherical galaxy // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1969, vol. 145, p.405-422
60. Larson R.B. Models for the formation of elliptical galaxies // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1975, vol. 173, p. 671-699
61. Matteucci F, Tornambe A. Chemical evolution of elliptical galaxies // Astronomy and Astrophysics, 1987, vol. 185, № 1-2, p. 51-60
62. Toomre A, Toomre J. Galactic bridges and tails // Astrophysical Journal, 1972, vol. 178, p. 623-666
63. Hibbard J.E, van Gorkom J.H. HI, HII, and R-band observations of a Galactic merger sequence // Astronomical Journal, 1996, vol.111, p.655-695
64. Armandroff T. E. The properties of the disk system of globular clusters // Astronomical Journal, 1989, vol. 97, p. 375-389
65. Battistini P, Bonoli F, Braccesi A, Federici L, Fusi Pecci F, Marano B, Borngen F. Search for (globular) clusters in M31. IV - candidates in a 3X3-deg square field centred on M31 // Astronomy and Astrophysics Supplement Series, 1987, vol. 67, № 3, p. 447-481
66. Vesperini E. Evolution of globular cluster systems in elliptical galaxies - I. Log-normal initial mass function // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2000, vol. 318, Issue 3, p. 841-856
67. Kundu A, Whitmore B.C. WFPC2 studies of the globular cluster systems of over 50 galaxies // Bulletin of the American Astronomical Society, 1999, vol. 31, p.874
68. Forbes D.A, Forte J.C. The connection between globular cluster systems and the host galaxies // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2001, vol. 322, Issue 2, p. 257-261
69. Beasley M.A, Baugh C.M, Forbes D.A, Sharples R.M, Frenk C.S. On the formation of globular cluster systems in a hierarchical Universe // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2002, vol. 333, Issue 2, p. 383-399

70. Larsen S.S, Brodie J.P, Huchra J.P, Forbes D.A, Grillmair C.J. Properties of globular cluster systems in nearby early-type galaxies // The Astronomical Journal, 2001, vol. 121, Issue 6, p. 2974-2998
71. Dinescu D.I, Girard T.M, van Altena W.F, Lopez C. Space velocity of globular cluster NGC 6752 and NGC 1851 // ASPC Series, 1996, vol. 92, p.261-264
72. Perret K.M, Bridges T.J, Hanes D.A, Irvin M.J, Brodie J.P, Carter D, Huchra J.P, Watson F.G. The kinematics and metallicity of the M31 globular cluster system // The Astronomical Journal, 2002, vol. 123, Issue 5, p. 2490-2510
73. Эйгенсон А.М. Одномодальность функции металличности шаровых скоплений // Письма в Астрономический Журнал, 1995, т. 21, №4, с.279-282
74. Mirtadjieva K.T., Tadjibaev I.U., Nuritdinov S.N. Globular cluster systems: the preliminary catalog of 132 galaxies // Ulugh-Beg Lectures, 2004, vol.1, p. 37-46.
75. NASA-IPAC Extragalactic Database-NED // <http://www.ipac.caltech.edu>
76. van den Berg S. Globular cluster systems of early-type galaxies // Astrophysical Journal, 1998, vol. 492, p.41-44
77. Larsen S.S, Richtler T. Young massive star clusters in nearby galaxies. I. Identification and general properties of the cluster systems // Astronomy and Astrophysics, 1999, vol. 345, p. 59-72
78. Kundu A, Whitmore B.C. New insights from Hubble Space Telescope studies of globular cluster systems. II. Analysis of 29 S0 systems // The Astronomical Journal, 2001, vol. 122, Issue 3, p. 1251-1270
79. Lee M.G, Kim E, Geisler D, Bridges T, Ashman K.A. Comparative study of globular cluster systems in UGC 9799 and NGC 1129 // IAU Symp., 2002, vol.207, 330
80. Kaisler D, Harris W.E, Crabtree D.R, Richer H.B. Globular clusters in NGC 1275 // Astronomical Journal, 1996, vol. 111, p.2224-2232
81. Gómez M, Richtler T, Infante L, Drenkhahn G. The globular cluster system of

- NGC 1316 (Fornax A) // *Astronomy and Astrophysics*, 2001, vol. 371, p. 875-889
82. Kissler-Pating M, Kohle S, Hilker M, Richtler T, Infante L.H. Quintana. Globular cluster systems of early-type galaxies in Fornax // *Astronomy and Astrophysics*, 1997, vol. 319, p. 470-480
83. Perret K.M, Hanes D.A, Butterworth S.T, Kavelaars J, Geisler D, Harris W.E.. The globular cluster systems of NGC 1400 and NGC 1407 // *Astronomical Journal*, 1997, vol. 113, p. 895-904
84. Gebhardi K, Kissler-Pating M. Globular Cluster Systems. I. V-I Color Distributions // *Astron. Journ.*, 1999, 118, 4, 1526-1541
85. Puzia T.H, Zepf, S.E, Kissler-Pating M, Hilker M, Minniti D, Goudfrooij P. Extragalactic globular clusters in the near-infrared. II. The globular clusters systems of NGC 3115 and NGC 4365 // *Astronomy and Astrophysics*, 2002, vol. 391, p. 453-470
86. Serker J, Geisler D, McLaughlin D, Harris W.E. Washington photometry of the globular cluster system around NGC 3311. 1: Analysis of the metallicities // *Astronomical Journal*, 1995, vol. 109, № 3, p. 1019-1032
87. Gómez M, Richtler T. The globular cluster system of NGC 4374 // *Astronomy and Astrophysics*, 2004, vol. 415, p. 499-508
88. Rhode K.L, Zepf S. The globular cluster system in the outer regions of NGC 4472 // *The Astronomical Journal*, 2001, vol. 121, Issue 1, p. 210-224
89. Marín-Franch A, Aparicio A. Globular cluster systems in elliptical galaxies of Coma // *The Astrophysical Journal*, 2002, vol. 568, Issue 1, p. 174-189
90. Harris W.E, Kavelaars J.J, Hanes D.A, Hesser J.E, Pritchett C.J. The globular cluster systems in the Coma ellipticals. II. Metallicity distribution and radial structure in NGC 4874 and implications for galaxy formation // *The Astrophysical Journal*, 2000, vol. 533, Issue 1, p. 137-148
91. Таджибаев И.У., Нуритдинов С.Н., Миртаджиева К.Т.. Анализ данных наблюдений систем шаровых скоплений галактик // Сб. науч. тр.

- “Современные проблемы астрономии в Узбекистане”, 2004, с. 61-64
92. Нуритдинов С.Н., Миртаджиева К.Т., Таджибаев И.У. О физике систем шаровых скоплений звезд вокруг галактик // Сб. “Физика в Узбекистане”, 2005, с. 23-24
93. Нуритдинов С.Н., Миртаджиева К.Т., Таджибаев И.У. Поиск физических свойств систем шаровых скоплений звезд // Узбекский физический журнал, 2006, №1-2, с. 10-16
94. Горбацкий В.Г. Введение в физику галактик и скоплений галактик, М.: Наука, 1986, 256 с.
95. Cote P, Marzke R.O, West M.J. The formation of giant elliptical galaxies and their globular cluster systems // Astrophysical Journal, 1998, vol. 501, p. 554-570
96. Forbes D.A, Brodie J.P, Grillmair C.J. On the origin of globular clusters in elliptical and cD galaxies // Astronomical Journal, 1997, vol. 113, p. 1652-1665
97. Harris G.L.H, Harris W.E, Poole G.B. The metallicity distribution in the halo stars of NGC 5128: Implications for galaxy formation // The Astronomical Journal, 1999, vol. 117, Issue 2, p. 855-867
98. Агемян Т.А., Петровская И.В. О распределении плотности в сферических скоплениях звезд и галактик // Уч. зап. ЛГУ, 1962, № 307, с.187-201.
99. Ашуров А.Е. К теории динамической эволюции сферических гравитирующих систем // Автореферат диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Ташкент, 1994
100. Hanes D.A, Harris W.E. Globular clusters in galaxies beyond the local group. VIII - Elliptical galaxies in the Fornax cluster // Astrophysical Journal, 1986, Part 1, vol. 309, p. 564-571
101. Harris W.E. "Globular clusters in galaxies beyond the Local Group. V. The giant ellipticals reconsidered" // Astronomical Journal, 1986, vol. 91, p.822-841
102. Rhode K.L, Zepf S.E. The globular cluster systems of the early-type galaxies NGC 3379, NGC 4406, and NGC 4594 and implications for galaxy formation //

- The Astronomical Journal, 2004, vol. 127, Issue 1, p. 302-317
103. Dirsch B, Schuberth Y, Richtler T. A wide-field photometric study of the globular cluster system of NGC 4636 // *Astronomy and Astrophysics*, 2005, vol. 433, Issue 1, p.43-56
104. Таджибаев И.У., Жалалова Н.И. О параметре анизотропии скоростей для избранных систем шаровых скоплений звезд // *Вестник НУУз*, 2005, № 3, с. 27-28.
105. Dirsch B, Richtler T, Geisler D, Forte J.C, Bassino L.P, Gieren W.P. The globular cluster system of NGC 1399. I. A wide-field photometric study // *The Astronomical Journal*, 2003, vol. 125, Issue 4, p. 1908-1925
106. Wambsganss J. Cosmological implications of gravitational lens surveys // *Observational cosmology with the new radio surveys, Astrophysics and space science library, Series*, 1997, vol. 226, p.317-1998
107. Layzer D. Is the origin of the solar system connected with the overall structure of the Universe? // *Astronomical Journal*, 1954, vol.59, p.170-172
108. Burgarella D, Kissler-Patig M, Buat V. The Formation of galaxies, the formation of old globular clusters and the link with high-redshift objects // *ASPC Series*, 2000, vol. 211, p.288-295
109. Hoyle F. On the fragmentation of gas clouds into galaxies and stars // *Astrophysical Journal*, 1953, vol.118, p.513-528
110. Binney J, Tremaine S. *Galactic dynamics*, Princeton: Princeton Univ. Press, XV, 1987, 733 p.
111. Нуритдинов С.Н. Неустойчивость нелинейно пульсирующей модели звездной системы. Объемные возмущения: модель Камма // *Астрономический Журнал*, 1991, том 68, № 4, с. 763-775
112. Нуритдинов С.Н. Нестационарные модели сферических звездных скоплений и их устойчивость // *Сб. Звездные скопления. – Свердловск: УрГУ*, 1987, с.97-99
113. Нуритдинов С.Н. Нелинейные модели и физика неустойчивости

неравновесных бесстолкновительных самогравитирующих систем // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, Санкт-Петербург, 1993

114. Эйнштейн А. Собрание сочинений, 1967, т.2, М.: Наука, с.514-531
115. Нуритдинов С.Н. Неустойчивость нелинейно пульсирующей модели звездной системы // *Астрономический Журнал*, 1983, т.60, № 1, с. 40-43
116. Camm C.L. Self gravitating star systems // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 1952, vol.112, № 2, p.115-176
117. Нуритдинов С.Н. Ранняя эволюция галактик: нелинейные модели и неустойчивости, 2003, Ташкент, 174 стр.
118. Градштейн И.С, Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений, М.: Наука, 1971, 1108 стр.
119. Нуритдинов С.Н., Оразимбетов Ж.Р., Таджибаев И.У. К проблеме формирования системы шаровых скоплений // Сб. труд. "Переменные звезды - ключ к пониманию строения и эволюции Галактики", 2000, Нижний Архыз – Москва, с. 197-201
120. Nuritdinov S.N., Tadjibaev I.U., Mirtadjieva K.T. High degrees modes for a collapsing galaxy: formation of globular cluster systems // *ASPC Ser.*, 2004, vol. 316, p. 377-380
121. Таджибаев И.У. О модах колебаний высоких степеней на фоне ранней эволюции галактик // *Узбекский физический журнал*, 2003, т.5, №1, с. 1-11
122. Tadjibaev I.U., Nuritdinov S.N. Search for formation criterions of globular cluster systems. - *Extragalactic globular clusters and their host galaxies*, IAU JD 6, 2003, Sydney, Australia.
123. Гайнуллина Э.Р., Нуритдинов С.Н. О неустойчивостях в составной модели коллапсирующей галактики // *Известия РАН, серия физическая*, 1998, т.62, № 9, с.1738-1742.