

Дәріс 14. Галактика

Дәріс жоспары

1. Галактикалар түрлері, олардың қасиеттері
2. Галактикалық координаттарының жүйесі. Галактикалық концентрация
3. Жұлдыздар ассоциациялары.
4. Тұмандықтар, жұлдызаралық орта
5. Біздің Галактика

1. Галактикалар түрлері, олардың қасиеттері

Галактикалардың пішіндері өте әртүрлі келеді, бірақ негізгі сыртқы белгілеріне қарап бірнеше түрге бөлінеді. Морфологиялық ерекшеліктері бойынша, галактикалардың 4 түрге бөлінеді.

1. Зерттелген галактикалардың шамамен 25% жұмыр немесе эллипс тәрізді болады, оларды *эллипстік* деп атайды. Бұл галактикалар құрылымы, жұлдыздық құрамы және ішкі қозғалыстардың сипаты бойынша ең қарапайым болып табылады. Олардың беттік жарықтылығы центрінен шеттеріне қарай біртіндеп, кенет өзгеріссіз азаяды. Олар құрамындағы ең жарық жұлдыздар - қызыл алыптар, жарқырауы жоғары жұлдыздар (аса алыптар) ішінде жоқ болады. Жұлдыздар бұл галактикалар ішінде кез келген бағыттарда жоғары (~200 км/с) жылдамдықтармен қозғалады. Эллипстік галактикалардың жарқырауы мен массасы кең аралықта: $\sim 10^{38}$ - 10^{45} эрг/с және 10^5 - 10^{13} $M_{\text{күн}}$ сәйкесінше өзгереді.

2. Зерттелген галактикалардың шамамен 50% (оның ішінде біздің Галактика да) *шиыршықты* (спиральді) болып табылады. Мұндай галактикалардың ерекшелігі - оларда екі не одан көп сілемді шиыршықты тармақтар түріндегі құрылым бақыланады. Тармақтар ортасында балдж деп аталатын сфератәрізді жуандалуы бар жазық (қалыңдығы диаметрінен бірнеше есе аз) дискті құрайды (яғни галактикаға жоғарыдан қарағанда, шиыршық тәрізді құрылымды, ал бүйірінен қарағанда дискті көреміз). Балдж ішінде галактиканың ядросы орналасады. Дискті оның радиусына жақын сфератәрізді (дәлірек айтсақ, эллипс тәрізді) гало қоршайды. Шиыршықты тармақтардағы жұлдыздардың саны олардың арасындағы және галодағы санынан көп болмайды, тармақтарында галактиканың ең жарық ыстық жұлдыздар, жас жұлдыздық шоғырлар және жарқырайтын газдық тұмандықтар топталатындықтан үздік

көрінеді. Ал галода көбінесе ескі, жарқырауы аз жұлдыздар орналасқан.

Біздің Галактика дискінің Күн орналасқан аймағынын (Күн Галактика дискінде, центрден шамамен $2R_{\text{диск}}/3$ қашықтықта орналасқан) айналу жылдамдығы максимал болып табылады (220-250 км/с құрайды). Күн мен оның төңірегіндегі жұлдыздар Галактика центрі бойымен толық бір айналымды шамамен 230 жыл ішінде жасайды. Бұл жұлдыздардың дөңгелектік қозғалыстан ауытқулары 20 км/с-н көп емес жылдамдықтармен сипатталады. Галактика центрінен Күнмен бірдей қашықтықта орналасқан (Күн қасында орналасқан), бірақ галоға кіретін жұлдыздардың ортақ реттелген айналуының жылдамдығы диск жұлдыздарынан көрі шамамен бес есе аз болып табылады. Олардың үлгілі жылдамдықтары 200-300 км/с құрайды. Шиыршықты галактикалардың жарқырауы $\sim 10^{41}$ - 10^{44} эрг/с, ал массалары 10^8 - $10^{12} M_{\text{Күн}}$ аралықта өзгереді.

3. Зерттелген галактикалардың шамамен 20% линзатәрізді болып табылады. Олар эллипстік пен шиыршықты галактикалар ортасында аралық орынды алады: олардың пішіні эллипсоид тәрізді болады, ал беттік жарықтылығы центрінен шеттеріне қарай сатылы түрде өзгереді. Мұндай галактикаларда ядроны, «линзаны» және «жиекті» айырады. Линзаның сыртқы бөлік- терінде кейде шиыршықты тармақтардың «ұрықтары», мандайшалар және сыртқы жарық сақина көрінеді.

4. Галактикалардың қалған 5% дұрыс емес галактикалар болып табылады. Мұндай галактикалардың дұрыс (симметриялы) пішіні әдетте жоқ болады. Жалпы айтқанда, бұл топқа жоғарыда айтылған топтың үшеуіне де жатпайтын барлық галактикаларды шартты түрде кіргізеді. Мысалы, пекулярлы (яғни ерекше, әр қайсысының пішіні өзгеше, қайталанбас болатын) галактикаларды да, оның ішінде әсерлесетін галактикаларды, әдетте дұрыс емес галактикаларға жатқызады (кейде оларды жеке топқа бөледі). Дұрыс емес галактикалардың жарқырауы $< \sim 10^{43}$ эрг/с, ал массалары $\leq 10^{10} M_{\text{Күн}}$ болады.

Галактика балджы – (ағылшын тілінен bulge – ісіну) – спиральды галактикалар құрылымының элементі. Бірнеше жүз парсектен бірнеше килопарсекке дейінгі галактиканың сфералық компонентінің ішкі, ең жарқын бөлігі осылай аталады. Галактикалардың балдждары негізінен галактикада ұзартылған орбиталарда қозғалатын өте ескі жұлдыздардан тұрады.

Бар – (ағылшын тілінен *bar*, жалғастырғыш) - көптеген спиральды және тұрақты емес галактикалардың құрылымдық элементі; диск жазықтығында жатқан жұлдыздар мен жұлдызаралық газдың сопақша нығыздауға ұқсайды. Бардың ортасы әдетте дискінің ортасына сәйкес келеді. Егер галактикада бар болса, онда спиральды тармақтар галактиканың орталығынан емес, бардың ұштарынан басталады.

Блазарлар – кейбір галактикалардың ядроларындағы супермассивті қара құрдымдардың айналасындағы электромагниттік сәулеленудің қуатты көздері осылай аталады. Олар оның барлық диапазондарында (гамма, рентген, ультракүлгін, оптикалық, инфрақызыл және радио) үздіксіз спектрмен және өте әлсіз, кейде көрінбейтін, спектрлік сызықтармен сипатталады. Оларға сондай-ақ бірнеше күн немесе тіпті сағат ішінде спектрдің барлық диапазондарындағы жарықтылықтың жылдам және айтарлықтай өзгеруіне тән. Бұл нысандар өз атауына бұрын айнымалы жұлдыз болып саналып, содан кейін эллиптикалық галактиканың ядросы ретінде анықталған Кесіртке шоқжұлдызындағы VL айнымалы көзіне байланысты ие болды.

Өзара әрекеттесетін галактикалар - күрт асимметриялық құрылым, жалпы жұлдызды «тұман», газ немесе жұлдызды «құйрықтар» және жалғастырғыш сияқты пішіні бұрмаланудың айқын белгілері бар, кеңістікте жақын орналасқан екі немесе бірнеше галактикалар. Бұрмаланудың негізгі себебі бір-біріне жақындаған галактикалар арасындағы гравитациялық (тыныс алу) күштерінің әсерінен болады. Галактикалардың өзара әрекеттесуі көбінесе оларда жұлдыздар қалыптасуының күшеюіне және белсенді ядроның пайда болуына әкеледі.

Галактика - бұл шамамен 200 миллиард жұлдыздан тұратын алып жұлдыздар жүйесі (олардың қатарына біздің Күн де кіреді). Оның құрамында сондай-ақ газ бен шаңның едәуір мөлшері бар; Галактика магнит өрістерімен шаншылып, жоғары энергия бөлшектерімен – *гарыштық сәулелермен* толтырылған.

Жұлдызаралық газ - жұлдыздар арасындағы барлық кеңістікті толтыратын сиретілген газ ортасы. Галактикадағы жұлдызаралық газдың жалпы массасы 10 миллиард Күн массасынан асады, алайда жұлдызаралық газ атомдарының орташа концентрациясы $см^3$ -та 1 атомнан аз. Жұлдызаралық газдың негізгі массасы Галактика жазықтығына жақын жерде қалыңдығы бірнеше жүз парсек болатын

қабатта орналасқан. Газдың химиялық құрамы көптеген жұлдыздармен бірдей: ол ауыр элементтердің аз қоспасы бар сутегі мен гелийден (сәйкесінше атомдар саны бойынша 90% және 10%) тұрады. Температура мен тығыздыққа байланысты жұлдызаралық газ молекулалық, атомдық немесе иондалған күйде болады. Суық молекулалық бұлттар, сиретілген бұлтаралық газ, температурасы шамамен 10 мың K болатын иондалған сутегі бұлттары (мысалы, Орион тұмандығы) және температурасы миллионға жуық Кельвин болатын сиретілген және өте ыстық газдың кең аумақтары байқалады.

Қалыпты емес галактика - типтік эллиптикалық немесе спиральды галактикаларға тән емес асимметриялық пішіні мен жұлма құрылымы бар галактика. Галактикалардың морфологиялық жіктелуінің әртүрлі жүйелерінде қалыпты галактикалар *I*, *Ir* немесе *Irr* (ағылш. *irregular*, дұрыс емес) деп белгіленеді. Қалыпты емес галактикалардың мысалы – Магелландық Бұлттар. Біздің Галактикамен салыстырғанда, әдетте, қалыпты емес галактикалардың өлшемдері мен массалары аз, құрамында жұлдызаралық газдар мен жас жұлдыздар көп. Галактиканың ядросы және олардағы балдж әлсіз немесе жоқ.

Ергежейлі галактика - массасы, өлшемі және жарықтығы орташа деңгейден едәуір төмен галактика. Көбінесе ергежейлі галактикалар қалыпты және алып галактикалардың серіктері болып табылады.

Беттік жарықтығы төмен галактика - орталық беттік жарықтығы V жолағында $23^m/\square''$ әлсіздеу (кейбір авторларда - $22^m/\square''$ әлсіздеу) болатын галактика. Әдебиетте беттік жарықтығы төмен галактикалар *LSB* галактикалары ретінде де белгіленеді (*low surface brightness galaxies*). *LSB* галактикаларында жұлдыздардың пайда болу қарқыны қалыпты галактикаларға қарағанда орташа төмен. Олардың орташа алғанда жарықтылығы дәл сондай қалыпты галактикаларға қарағанда беттік жарықтылығы және үлкен диск шкаласы төмен. Әр түрлі морфологиялық типтегі *LSB* галактикалары байқалады, олар негізінен ергежейлі галактикалар, бірақ беттік жарықтығы төмен алып галактикалар да кездеседі.

Сейферт галактикасы – белсенді ядролары бар спиральды галактикалардың түрі. Олар мұндай галактикаларды алғаш рет 1940-42 жылдары Маунт-Вилсон (АҚШ) обсерваториясында ергежейлі зерттеген американдық астроном Карл Сейферттің (1911-

1960) құрметіне аталған. Олардың айрықша байқау ерекшеліктері – жарық жұлдыз тәрізді ядроның және кең спектрлі сәулелену сызықтарының болуы, ол ядродағы газдың мыңдаған км/с жылдамдықпен жылдам қозғалуын көрсетеді, Сейферт галактикаларының қатарына бақыланатын спиральды галактикалардың шамамен 1% жатады.

Спиральды галактика – негізгі бақыланатын элементі – спиральды бұтақтары бар айналмалы диск болатын галактика. Мұндай галактикалардың қатарына біздің Галактика және ең жақын ірі галактикалар – Андромеда тұмандығы (M31) және Үшбұрыш тұмандығы (M33) жатады.

Эллипстік галактика - жарқын жұлдыз дискісі де, спиральды тармақтары да жоқ галактикалардың көптеген класы. Эллипстік галактикалардың ішінде ең массивті галактикалар (массасы Күннің 10^{12} массасына дейін) және ең аз массивті галактикалар (Күннің $10^7 \div 10^9$ массасы) да бар. Эллипстік галактикалардың нақты шекаралары жоқ, олардың жарықтығы орталықтан алыстаған сайын монотонды түрде төмендейді. Мұндай галактикаларда суық жұлдызаралық газ және жас жұлдыздар жоқ. Әдетте ондай галактикалардағы жұлдыздардың жасы 10 миллиард жылдан асады. Бірқатар жақын ергежейлі эллипстік галактикалар біздің Галактиканың серіктері болып табылады. Бикеш шоқжұлдызындағы бізге жақын орналасқан галактикалардың үлкен шоғырында жоғары жарықтығы бар көптеген эллипстік галактикалар бар.

Галактика дискісі – айналмалы галактиканың жалпақ жұлдызды-газды ішкі жүйесі. Дискіде жұлдызаралық газ бен жас жұлдыздардың барлығы дерлік шоғырланған. Олардың қозғалысы өте реттелген: олар галактиканың центрін бір жазықтықта жатқан дөңгелек орбиталар бойымен айналып өтеді. Галактика дискісі оны қоршап тұрған сфералық құрамдас галактикамен (тәж, гало, балдж) салыстырғанда жоғары тығыздыққа ие, оны ретсіз қозғалатын ескі жұлдыздар мекендейді. Галактикалық дискілерде галактикалық орталықтан периферияға қарай спиральды толқындар («жеңдер») жиі байқалады; олар әсіресе жұлдызаралық газ бен жас жұлдыздардың тығыздығы жоғары.

Галактикалық орталық – радиусы 1 кпк, галактиканың басқа бөліктерінен сипаттамалары өзгеше болатын галактиканың орталық аймағы. Галактикалық орталық Мерген (Sagittarius) шоқжұлдызының бағытында Күннен 10 кпк қашықтықта

орналасқан. Галактикалық жазықтықта жұлдызаралық шаңның болуы галактикалық орталықты оптикалық бақылауға кедергі келтіреді (Галактикалық центрге қарай жарықтың жұтылуы 27^m -нен асады), бірақ спектрдің ИҚ, радио-, рентген және гамма-аймақтарындағы бақылауларға іс жүзінде кедергі келтірмейді. Галактиканың орталық бөлігі туралы барлық қолда бар деректер ИҚ және радиодиапазондарында диффузиялық ортаның – газ бен шаңның сызықтық және үздіксіз сәулеленуін түсіндіру арқылы алынады. Галактикалық орталықтағы жұлдыздар тікелей байқалмайды (радиусы 1 *кпк* болатын аймақта), дегенмен жанама деректер жұлдыздарда сол аймақтың массасының 99%-дан астамы шоғырланғанын көрсетеді (қалған зат-шаңның шамалы қоспасы бар газ).

Галактикаларды классификациялаудың гарвардтық жүйесі – осы классификациялау жүйесіне сәйкес галактикалар 5 сыныпқа бөлінеді:

- *A*-сыныбы - 12^m -нен жарық галактикалар.
- *B*-сыныбы - 12^m -нен 14^m -ге дейінгі галактикалар.
- *C*-сыныбы - 14^m -нен 16^m -ге дейінгі галактикалар.
- *D*-сыныбы - 16^m -нен 18^m -ге дейінгі галактикалар.
- *E*-сыныбы - 18^m -нен 20^m -ге дейінгі галактикалар.

Сондай-ақ схемада галактикалардың эллипстілігі және концентрациясы есепке алынады. Эллипстілік $10b/a$ қатынасынан анықталады, мұндағы *a* – галактиканың үлкен жартылай осі, ал *b* – галактиканың кіші жартылай осі; алынған мән бүтін мәнге дейін дөңгелектенеді. Концентрация *a, b, c, d, e, f* кіші латын әріптерімен галактиканың орталыққа шоғырлану дәрежесінің өсу ретімен белгіленеді. Көрнекті спиральды құрылымы бар галактикалар үшін *S* индексі де қосылады, пішіні немесе концентрациясы тұрақты емес галактикалар үшін *i* индексі қосылады. Мысалы, *sCb10* – 14^m - 16^m беттік жарықтылығы біркелкі, дөңгелек формалы спиральды галактика (яғни шетінен көрінеді).

Глобулалар – жеңіл тұмандықтардың фонында көрінетін, көбінесе тұрақты сфералық пішінді шағын қара газ-шаң тұмандары. Көмір қапшығы сияқты бірқатар үлкен глобулалар Құс жолының жарқын жұлдызды бұлттарының фонында көрінеді. Глобулалар созылыңқы тұмандықтардағы тығыздағыштар болып табылады (әдетте *III* аймақтарында). Глобуланың шекаралары әрдайым нақты, көбінесе жарқыраған жиектермен (*рима*) анықталған.

Глобулалардағы жарықтың жұтылуы бірнеше шамаларға жетуі мүмкін; глобула неғұрлым аз болса, соғұрлым оның жұтуы артады. Типтік глобулалардың өлшемдері парсек бөлшектерінен бірнеше парсекке дейін болады. Глобуладағы заттың тығыздығын глобуладағы суық газдың қысымы қоршаған ыстық газдың қысымымен теңестірілген деп есептеуге болады. Типтік глобулалардағы бөлшектердің концентрациясы $\sim 10^4 \div 10^6 \text{ см}^{-3}$. Глобулалардың массасы $\sim 10 - 100$ Күн массасы. Глобулалар көбінесе қараңғы конустардың («піл тұмсық») төбелерінде орналасады, олар әдетте аналық тұмандықтың ортасына бағытталады. «Піл тұмсықтарында» заттың жиналуы магнитогравитациялық тұрақсыздықтың (Рэлей Тейлордың тұрақсыздығы) салдары болуы мүмкін. Газ баяу, км/с үлестері сипаттамалық жылдамдығымен тұмандықтың ортасына қарай ағып кетеді, ал максималды тығыздыққа конустың жоғарғы жағында, яғни глобулада жетеді. Егер қоршаған тұмандықта газды иондайтын ыстық жұлдыздар бар болса, онда ыстық газдың сыртқы қысымы глобуланы қысады. Глобуладағы заттың конденсациясы қосымша сыртқы қысым кезінде онда жаңа жұлдыздардың түзілуіне алып келуі мүмкін: кейбір глобулаларда Торпақтың *T* типті жас жұлдыздар және *Хербига-Аро деп аталатын объектілер* байқалады, олар жұлдыз түзілу жүретін облыстардың индикаторы деп саналады.

Квазаг – (ағылшын тілінен *quasag – QUASi stellAr Galaxy*) – квазарларға ұқсас нысандар, тек оларда радио сәулеленуі байқалмайды. 1965 жылы А. Сэндидж ашқан.

Квазар – (ағылшын тілінен *quasar – QUASi stellAR radio source*, яғни жұлдыз тәрізді радио көзі). Бұл өте жоғары жарықтығымен және өте кіші бұрыштық өлшемімен ерекшеленетін галактикадан тыс объектілер класы, олардың бұрыштық өлшемінің кіші болғандығы соншалық, олар ашылғаннан кейін бірнеше жыл ішінде нүктелік көздер – «жұлдыздардан» ажыратыла алмады. Квазарлар алғаш рет 1960 жылы әлсіз жұлдыз тәрізді нысандармен оптикалық диапазонда сәйкес келетін радио көздері ретінде табылды. Астрофизик ғалымдардың көпшілігі бұл қоршаған затты сіңіретін алып масштабтағы қара құрдым деп болжайды. Тағы бір гипотеза квазарларды олардың қалыптасу кезеңіндегі жас галактикалар деп санайды. Екі нұсқаны біріктіретін нұсқа бар, оған сәйкес қара құрдым галактиканың жаңадан пайда болған затын сіңіреді.

Тулли-Фишер тәуелділігі – Tully және Fisher (1977) жұмысында орнатылған галактикалар үшін жарқырау мен айналу жылдамдығы арасындағы эмпирикалық тәуелділік. Галактиканың жарықтығы ондағы жұлдыздардың массасымен, ал айналу жылдамдығы галактиканың толық массасымен (көрінетін және қараңғы зат) байланысты. Осылайша, тәуелділік көрінетін және қараңғы заттардың массасын байланыстырады. Тулли-Фишер тәуелділігі галактикаларға дейінгі қашықтықты анықтауда, сондай-ақ галактикалардың пайда болуы мен эволюциясының модельдерін құруда қолданылады. Бариондық заттың массасы мен максималды айналу жылдамдығы арасындағы тәуелділік *Тулли-Фишердің бариондық тәуелділігі* деп аталады.

Шоғыр - өзара гравитациялық тартылыс салдарынан тұрақты жүйені құрайтын жұлдыздар немесе галактикалар тобы. Жұлдыздар шоғырларының арасында *шарлық* және *шашыраңқы*; галактика шғыюдаоығың арасынан *қалыпты* және *қалыпты емес* шоғырлар болады. Шашыраңқы жұлдыздар шоғырлары мен галактикалардың қалыпты емес шоғырлары әдетте шоғырдың ортасына әлсіз шоғырланған 1000-нан аспайтын заттарды қамтиды. Шарлық жұлдыздар шоғыры мен галактикалардың қалыпты шоғыры сфера пішініне ие және көбінесе тығыз ядро түзе отырып, шоғырдың ортасына қатты шоғырланған 10 мыңнан астам объектілерді қамтиды.

Шашыраңқы шоғыр – әдетте жас немесе орташа жастағы (10-100 миллион жыл) бірнеше жүз немесе мыңдаған жұлдыздардан тұратын спиральды және тұрақты емес галактикалардың дискілеріндегі жұлдыздар шоғыры. Тығыздығы төмен және шарлық шоғырларға қарағанда сирегірек болып көрінеді. Олардың ескірген «галактикалық шоғырлар» атауы Галактика жазықтығына, яғни Құс жолына көрінетін шоғырлануын көрсетеді. Шашыраңғы шоғырдың ағылшын тіліндегі атауы (*open cluster*) кейде ғылыми-көпшілік әдебиеттерде «ашық шоғыр» деп қате аударылып жүр. Қазіргі орыс тілді астрономияда мұндай термин жоқ. Он мыңдаған шашыраңқы шоғырлар белгілі. Бізге ең жақын орналасқан шоғырлар – Плеида мен Гиада шоғырлары – Торпақ шоқжұлдызында қарапайым көзбен анық көрінеді.

Жұлдыздар қауымдастығы - жасы бірнеше ондаған миллион жылдан аспайтын жас жұлдыздардың сиретілген топтары. Жұлдыздар қауымдастығының типтік өлшемі 50÷100. Бақыланатын

жұлдыздар саны бірнеше бірліктен бірнеше жүзге дейін. Қауымдастықтар жас жұлдыздар шоғырынан үлкен өлшемімен (ондаған парсек) және жұлдыздардың аз тығыздығымен ерекшеленеді. Жұлдыздар арасындағы тартылыс күші көптеген жағдайларда жұлдыздарды бірге ұстау үшін жеткіліксіз. Қауымдастықтардың пайда болуы молекулалық бұлт кешендерінде жұлдыздардың пайда болуымен байланысты. Кейіннен газ қауымдастықтан шығып кетуі мүмкін, бұл оның баяу кеңеюіне және жұлдыздардың ұшуына әкелуі мүмкін. Қауымдастықтардың мысалы – Орион шоқжұлдызындағы жас көк жұлдыздар құрған жұлдыздар қауымдастығы болып табылады. Қауымдастықтар біздің Галактикада ғана емес, көршілес галактикаларда да байқалады. Қауымдастықтардың үш түрі бар:

- *OB*-қауымдастықтар *O* және *B* спектрлік кластарының жарқын массивтік жұлдыздарды қамтиды, бірақ мұқият іздеу кезінде оларда массасы аз жұлдыздар да кездеседі;

- *T*-қауымдастықтардың әдеттегі түрғындары – бұл Торпақтың *T* типті аз массивті жас айнымалы жұлдыздар;

- *R*-қауымдастықтар - оларда *B0* – *A2* спектрлік кластарының жұлдыздары шағылысатын газ-шаң тұмандықтарымен қоршалған (*R* деген рефлексия-шағылысу дегенді білдіреді). Соңғы уақытта бұл қауымдастықтар жеке топқа бөлініп жүрген жоқ.

Галактикаларды классификациялаудың Йерк жүйесі – Йерк обсерваториясында Уильям Морган жасаған. Бұл классификациялау жүйесі жұлдыздардың интегралды спектрін және галактиканың морфологиясын, сондай-ақ оның орталыққа шоғырлану дәрежесін ескереді. Қай спектрлік кластағы жұлдыздар толық жарықтылыққа максималды үлес қосатынына байланысты галактикалар *a*, *af*, *f*, *fg*, *g*, *gk* немесе *k* типтеріне бөлінеді. Пішіні бойынша галактикалар мына сыныптарға бөлінеді: *S* (спиральды), *B* (барлары бар спиральды галактикалар), *E* (эллипстік), *I* (қалыпты емес), *Eр* (шаңы бар эллипстік галактикалар), *D* (айқын спиральды немесе эллипстік құрылымы жоқ айналмалы симметриялы галактикалар) *L* (беттік жарықтығы төмен галактикалар), *N* (үлкен емес шағын ядролы галактикалар). 1-ден 7-ге дейінгі цифрлармен галактиканың көру сәулесіне көлбеу бұрышы белгіленеді, бұл ретте 1 тегіс позициясына (көру сәулесіне 0 көлбеу бұрышы), ал 7 – көру сәулесіне 90° көлбеу бұрышына сәйкес келеді. Мысалы, жанынан көрінетін,

жарықтығына F және G сыныпты жұлдыздар максималды үлес қосатын спиральды галактика $Sfg7$ деп белгіленді.

Жұлдызаралық шаң – жұлдызаралық газдағы қатты микроскопиялық бөлшектердің қоспасы. Жұлдызаралық шаңның жалпы массасы газдың шамамен 1%-ын құрайды. Жұлдызаралық шаң бөлшектерінің мөлшері 0,01-ден 0,02 мкм-ге дейін болады. Шаң түйіршіктерінде органикалық заттармен немесе мұз қабығымен қоршалған отқа төзімді ядро (графит, силикат немесе металл) болуы ықтимал. Шаң жұлдыздардың оптикалық сәулеленуіне әсер етеді, нәтижесінде жұлдыздардың жарығының жұтылуына, қызаруына және поляризациялануына әсер етеді. Планетааралық шаңнан туындаған жарықтың әлсіреуі жарық көзі неғұрлым алыс болса, сәулеленудің толқын ұзындығы соғұрлым қысқа болады. Жарықтың ең күшті әлсіреуі Күс жолы жолағына жақын жерде болады, өйткені ондағы жұлдызаралық ортаның концентрациясы максималды және жарық 1 кпк жолында бірнеше рет әлсіреді. Шаңның әсерінен ең тығыз газ бұлттары мүлдем мөлдір емес көрінеді. Жұлдыздардың жарығы шаңды бірнеше ондаған кельвинге дейін қыздырады, соның салдарынан жұлдызаралық шаң ұзақ толқынды инфрақызыл сәулеленудің көзіне айналады.

Жарықтың жұлдызаралық жұтылуы (экстинкция) - жұлдызаралық орта арқылы таралатын оптикалық сәулеленудің әлсіреуі. Жарықтың шашырауы мен жұтылуы негізінен жұлдызаралық шаңға байланысты, сондықтан ол Галактика дискісінде шоғырланған тығыз газды-шаңды жұлдызаралық бұлттар бағытында максималды мәнге жетеді. Галактика жазықтығында Күн маңында визуалды диапазондағы жұту (сүзгі V) орта есеппен 1 кпк-ға 2^m -ды құрайды. Бұл бізден 1 кпк қашықтықта орналасқан жұлдыздың жылтырауы $2,512^2 \approx 6,3$ есе жұлдызаралық жұтумен әлсіретілгенін білдіреді. Ал егер жұлдыз Галактиканың ортасында, Күннен шамамен 8 кпк қашықтықта орналасқан болса, онда оның жалтырлауы жұлдызаралық жұтумен 16^m -ге, яғни $2,512^{16} \approx 2,5$ млн. есе әлсіретілген. Сол себептен біз оптикалық сәулелерден Галактикамыздың орталық бөлігін көрмейміз. Жарықтың жұлдызаралық жұтылуы таңдамалы сипатқа ие, яғни оның шамасы сәулелену толқынының (түсінің) ұзындығына байланысты: толқын ұзындығы қысқа болған сайын, жұту күштірек. Сондықтан көгілдір сәулелер қызылға қарағанда көбірек жұтылады және жұлдызаралық

шаң бұлттары арқылы көрінетін жұлдыздар шын мәнінде қарағанда қызыл болып көрінеді.

Жұлдызаралық тұмандықтар - телескопта жарық дақтары (ашық тұмандықтар) немесе қара дақтар (қара тұмандықтар) ретінде көрінетін жұлдызаралық газ бұлттары. Ашық тұмандықтардың екі түрі бар: кейбіреулері алыстағы жұлдыздар шоғыры мен галактикалар (мысалы, Андромеда тұмандығы), басқалары иондалған жұлдызаралық газ бұлттары. Біріншісінен айырмашылығы, олар сызық тәрізді спектрге ие. Қараңғы тұмандықтар мөлдір емес газ-шаң бұлттары болып табылады.

Құс Жолы - аспанды үлкен шеңбермен қоршап тұрған жеңіл, біркелкі емес жолақ. Бұл көптеген әлсіз жұлдыздардың жарқырауымен байланысты, олардың көпшілігі кез-келген телескопта жеке-жеке ерекшеленбейді. Осылайша, біз өз Галактикамыздың жұлдызды дискісін көреміз, оны біз диск жазықтығына жақын жерде іштен байқаймыз. Құс жолына жұлдызаралық газ, жұлдызаралық шаң және жас жұлдыздардың топтары шоғырланған. Жұлдызаралық жарықтың жұтылуы Құс Жолының жарықтығын айтарлықтай төмендетеді және Аққу шоқжұлдызы аймағында Құс Жолы жолағының айқын екіге бөліну себебі болып табылады. Көбінесе Құс Жолы термині біздің бүкіл Галактикамыздың атауы ретінде қолданылады.

Жұлдызды тұрғындар - галактиканың жұлдыздық құрамының түрлері; жұлдыздар тұрғындарға бірқатар сипаттамалық белгілері бойынша: кеңістіктік таралуы, қозғалыс ерекшеліктері, Герцспрунг-Рессел диаграммасындағы орны бойынша бөлінеді. Бірінші типтегі жұлдызды тұрғындарға (*I* тұрғындар) спиральды тармақтарда жиі кездесетін галактиканың жазық ішкі жүйесін құрайтын объектілер жатады: *O* және *B* спектрлік сынып жұлдыздары, супергиганттар, цефеидтер, жас шоғырлардың жұлдыздары. *II* тұрғындарға эллипстік галактикалардың жұлдыздары, ал біздің Галактикамызда - шамамен сфералық симметриялы таралатын және үлкен (Күнге қатысты) кеңістіктік жылдамдықтары бар объектілер, соның ішінде субергежейлілер, Лираның *RR* типті айнымалы жұлдыздар, шарлық жұлдыздар шоғыры. Галактикалардың тұрғындарын екі түрге бөлу шартты түрде жүреді. Шындығында, тұрғындардың әрқайсысы өзіне тән ерекшеліктері бар бірнеше компоненттерден тұрады. Мысалы, *I* тұрғындар жас, аралық және ескі болып, *II* тұрғындар экстремалды және аралық болып бөлінеді. Қазіргі түсініктерге сәйкес,

Галактикада бірнеше тұрғындардың болуы оның эволюциясына байланысты: II тұрғындар Галактиканың дамуының алғашқы кезеңінде – сфералық кезеңінде, баяу айналатын және қысқаратын протогалактикада пайда болған сияқты. Протогалактиканың қысылуы және оның газ галосының энергиясының диссипациясы жылдам айналатын газ-шаң дискісінің пайда болуына әкелді, онда содан кейін I тұрғын жұлдыздары пайда болды. Галактика дискісінде жұлдыздардың түзілуі жалғасып жатыр.

N-галактикалар (NG) - оптикалық диапазонда тұманды созылыңқы қабықпен қоршалған жарқын жұлдыз тәрізді ядросы бар түзілімдерге ұқсайтын және радио диапазонында күшті созылыңқы радио көздері ретінде көрінетін экстрагалактикалық объектілер. Олар өз атауына *nucleus* – ядро деген латын тіліндегі сөзді бірінші әрібінен алды. NG-ді 1958 жылы Б.А. Воронцов-Вельяминов ашты, 1983 жылға қарай бірнеше ондаған объектілер белгілі болды, ал күшті радио көздері болып табылмайтын шағын галактикалар жүздеген есе көп ашылды. NG кеңістіктік шоғырлануы шамамен 10^{-6} Мпк⁻³, бұл қалыпты галактикалардың шоғырлануынан миллион есе төмен. NG-дің аздығы оларды *квazarлармен* және қуатты *радио галактикалармен* байланыстырады. NG – бұл квазарлар мен радио галактикалар арасындағы аралық популяция немесе тіпті олардың эволюциясының аралық сатысы болуы ықтимал. NG-бұл ерекше жарқын ядросы бар алып эллипстік жұлдыздық жүйелер.

Плазма - атомдары ішінара немесе толық иондалған газ. Ғаламдағы газдың негізгі мөлшері плазма күйінде болады, өйткені жұлдыздар мен жұлдызаралық ортаның едәуір бөлігі плазмадан тұрады. Плазманың маңызды ерекшелігі – оның электр тогын өткізу қабілеті. Бұл плазманың қозғалыс сипаты индукция мәніне және газ орналасқан магнит өрісінің индукция сызықтарының пішініне байланысты болатындығына әкеледі. Магниттелген плазманың қасиеттері әртүрлі астрономиялық объектілердің көптеген байқалатын ерекшеліктерін – жұлдызаралық газ бұлттарының пішінінен бастап күн сәулесінің пайда болуына дейін ерекшеліктерін анықтайды.

Планетарлық тұмандық – оның атмосферасының жоғарғы ағып жатқан қабаттарынан пайда болған ескі жұлдыздың айналасындағы жарық тұмандық; бұл әдетте алып жұлдыз тастаған қабық. Тұмандық оптикалық диапазонда кеңейіп, жарқырайды, өйткені оның газы орталық жұлдыздың ыстық ядросының

ультракүлгін сәулеленуімен қыздырылған (температура 10^4 К кұрайды) және қоздырылған. Алғашқы планетарлық тұмандықтарды В. Гершель (және оның әпкесі Каролина Гершель) шамамен 1783 жылы ашқан және олар планеталардың дискілеріне сыртқы ұқсастығы үшін осылай аталған. Алайда, планетарлық тұмандықтардың барлығы бірдей диск тәрізді емес: көбісі сақина тәрізді немесе белгілі бір бағытта симметриялы түрде созылған (биполярлық тұмандықтар). Олардың ішінде ағындар, спиральдар, ұсақ глобулалар түріндегі жұқа құрылым байқалады. Планетарлық тұмандықтардың кеңею жылдамдығы 20-40 км/с, диаметрі $0,01 \times 0,1$ пк, әдеттегі массасы шамамен 0,1 Күн массасы, өмір сүру уақыты шамамен 10 мың жыл. Қарапайым көзбен планетарлық тұмандықтар көрінбейді. «Ұлу» деп аталатын ең жақын планетарлық тұмандықтың (Суқұйғыш шоқжұлдызында) диаметрі шамамен $1/4$ градусқа тең.

Плеядалар - Торпақ шоқжұлдызындағы шашыраңқы жұлдыздар шоғыры (M45), оның 5-7 жұлдызы қарапайым көзбен көрінеді және ай дискісінен сәл үлкенірек кішкентай «шелекті» кұрайды. Халық Плеядаларды көбіне «Жеті қыз» немесе «Үркер» деп атайды. Плеядаларда бинокльмен ондаған жұлдыздар көрінеді, ал телескоппен осы шоғырға жататын 500-ге жуық жұлдыздарды табуға болады. Оның ең жарқын тоғыз жұлдызына титан Атлас, океанида Плейона және олардың жеті қызы: Альцион, Астероп, Майя, Меропа, Тайгета, Целено және Электра есімдері берілген. Плеядалар – бізге ең жақын жұлдыздар шоғырының бірі (410 жарық жыл); оның жасы шамамен 100 миллион жыл.

Рош қуысы - жұлдыздың айналасындағы аймақ, оның сыртқы шекарасы *Лагранждың бірінші нүктесі* деп аталатын тең потенциалды беті болып табылады.

Герцшпрунг-Рессел диаграммасы (Г-Р диаграмма) - 1910 жылы астрономдар Э.Герцшпрунг (Голландия) және Г. Рассел (АҚШ) дербес ұсынған диаграмма, онда жұлдыздардың жарықтығы (немесе абсолютті жұлдыздық шамалар) олардың тиімді температурасымен немесе спектрлік класымен салыстырылады. Г-Р диаграммасында жұлдыздар *тізбектер* деп аталатын жеке топтарды кұрайды. Бақыланатын жұлдыздардың шамамен 90%-ы жоғары жарықтылықтағы ыстық жұлдыздардан төмен жарықтылықтағы суық ергежейлі жұлдыздарға дейін тар жолақпен созылатын *Негізгі тізбектегі* жұлдыздар. Бұл сутектің гелийге айналуының ядролық

реакциялары есебінен жарқырайтын жұлдыздар. Алпауыт жұлдыздардың, супергигант жұлдыздардың және басқаларының тізбегі де ерекшеленеді. Жұлдыздың $G-R$ диаграммасындағы орны оның массасымен, жасымен және химиялық құрамымен анықталады. $G-R$ диаграмма астрономияда жұлдыздар шоғырының жасын анықтау, жұлдыздардың эволюциялық теорияларын бақылаулармен салыстыру және жұлдыздар жүйелеріне дейінгі қашықтықты бағалау үшін кеңінен қолданылады.

Радиогалактика - ерекше күшті радио сәулеленуімен сипатталатын галактика. Бұл әдетте тығыз орталық аймағы-ядросы бар үлкен ауқымды галактикалар. Ең қуатты радио галактикаларда радио диапазонындағы жарқырау оптикалық жарықтылықтан асып түседі. Радио галактикалармен байланысты радио көздер әдетте жеке компоненттерден тұрады (ядро, радиогало, радиоджет деп аталатын радиошығарындылар). Олардың радио сәулелену механизмі синхротронды, яғни галактиканың белсенді ядросынан шығарылған энергетикалық электрондардың магнит өрісіндегі қозғалысымен байланысты. Ең жақын радиогалактикалар – Центавр шоқжұлдызындағы Центавр A (NGC 5128) және Бикеш шоқжұлдызындағы галактикалар шоғырының ортасындағы Бикеш A (NGC 4486) галактикасы.

Галактикаларды классификациялаудың де Вокулер жүйесі – классификациялаудың бұл жүйесінде Хабл жүйесіндегідей галактикалар эллипстік, линзатәріздес, спиральды және қалыпты емес деп бөлінген. Барсыз спиральды галактикалар SA деп белгіленеді және қарапайым деп аталады, барлы галактикалар SB деп белгіленеді, ал SA және SB қасиеттері бар галактикалар SAB класына жатады. Дәл жіктелмеген галактикалар тек S белгісімен белгіленеді. Осыған ұқсас, барсыз линзатәріздес галактикалар SAO деп, барлы линзатәріздес галактикалар – SBO , өтпелі түрі – $SABO$ деп белгіленеді. Линзатәріздес және спиральды галактикалардың сақина тәрізді түрлері r индексін қосу арқылы, спиральдылар s индексін қосу арқылы, ал өтпелі түрлері rr_s индексін қосу арқылы белгіленеді. Сыртқы сақиналардың болуы R индексімен белгіленеді. Сонымен қатар, спиральды жеңдер саны және олардың қасиеттері көрсетіледі – массивті (m индексі) және талшық тәрізді (f индексі). Сондай-ақ, Sd класы және құрылымы жұлма және әлсіз анықталған ядросы бар галактикалар үшін оған өтпелі Scd класс қосылды. Қалыпты емес галактикалар $I(m)$ деп, жарықтық беті төмен

ергежейлі галактикалар dI деп белгіленеді. Мысалы, $SA (s)_2 c_m$ – екі массивті спиральді жеңдері бар кеш типті спиральды галактика. Эллипстік галактикалар Хаббл жүйесіндегідей классификацияланып, белгіленеді. Спиральды емес галактикалардың кеш және ерте түрлері + және – индекстері арқылы белгіленеді. Осылайша, E^+ - E - ден $S0$ -ге өту сыныбы.

Галактикалар шоғыры - мүшелер саны ондаған, жүздеген, кейде мыңдаған болатын гравитациялық байланысқан галактика жүйесі. Галактика шоғырының оларға тән мөлшері – бірнеше мегапарсек. Бізге ең жақын орналасқан, мыңдаған галактикалардан тұратын галактикалардың үлкен шоғыры Бикеш шоқжұлдызында орналасқан және аспанда радиусы 20° -тан асатын облысты алып жатыр.

Шарлық шоғыр - шашыраңқы жұлдыздар шоғырынан жұлдыздардың көп санымен, олардың шоғырдың орталығына қарай неғұрлым жоғары концентрациясымен және Галактика жасына жақын едәуір үлкен жасымен ерекшеленетін жұлдыздар шоғыры. Әдетте шарлық шоғырларда $10^5 - 10^6$ жұлдыз қамтылған. Біздің Галактикамызда шамамен 150 шарлық шоғырлар табылған; жалпы олардың саны 200-ден аспауы ықтимал. Шарлық шоғырлар Галактиканың сфералық құрамдауышына жатады. Басқа галактикаларда (мысалы, Магеллан Бұлттарында) ескілерімен бірге жас шарлық шоғырлар да байқалады. Кішкентай галактикаларда шарлық шоғырлар мүлдем жоқ немесе олардың бірнешеуі ғана бар. Ал алып эллипстік галактикаларда мыңдаған шарлық шоғырлар кластерлер бар. Солтүстік жартышарда шарлық шоғырлар қарапайым көзге көрінбейді. 4 жұлдыздық шамасы бар ең жарқын шарлық шоғыр – Центавр Омегасы тек оңтүстік ендіктерде байқалады.

Галактикалардың спиральды тармақтары - спиральды галактикалар құрылымының элементі. Галактикалардың спиральды тармақтары оларда жарықтығы жоғары жұлдыздардың және жұлдызды шоғырлардың шоғырлануына байланысты галактикалық дискілердің фонында асқан жарықтылығымен ерекшеленеді. Спиральды тармақтарда жұлдызаралық газ бұлттары шоғырланған және жұлдыздар туатын аймақтар бар. Спиральды тармақтар біздің Галактикада да байқалады. Көп жағдайда тармақтар галактиканың газ жұлдызды дискісі арқылы үлкен көлемдегі қысу және разряд толқындарының таралуы нәтижесінде пайда болады.

Тұмандықтар - өздерінің сәулеленуі, шағылысуы немесе жұлдыздардың жарығын сіңіруі арқылы көрінетін жұлдызаралық газ бен шаңның бұлттары. Бұрын тұмандықтар деп жұлдыздарға бөлу мүмкін болмаған жұлдыздар шоғыры немесе галактикалар да аталған. Бұл объектілердің барлығын жұлдызаралық тұмандықтар деп те атайды. Галактикадан тыс тұмандықтар бұрын Құс Жолы жолағынан тыс (яғни галактикалық белдеуден тыс) орналасқан жеңіл тұманды дақтар деп аталатын. Абсолютті көпшілігінде бұл біздің Галактика сияқты алыс жұлдыздық жүйелер екендігі анықталған кезде, бұл ұғымға жаңа– алыстағы алып жұлдыздық жүйелер деген мағынаны қоса отырып, олар біраз уақыт «галактикадан тыс тұмандықтар» деп аталып жүрді. Қазір «галактикадан тыс тұмандықтар» термині енді қолданылмайды.

Хербиг-Аро объектісі - Орион шоқжұлдызында орналасқан жұлдыздардың пайда болуының ең жақын ошағын қарап-тексеру кезінде 1950 жылы Г. Аро мен Г.Хербиг ашқан тұрақты емес пішінді эмиссиялық тұмандықтар. Сәулеленудің көп бөлігі тұмандықтың өзінде, онда пайда болатын соққы толқындарында пайда болатыны анықталды, олар жұлдыздардың пайда болу процесімен бірге жүреді; сәулеленудің өте аз бөлігі ғана жұлдыздардың шағылысқан жарығын білдіреді. Хербиг-Аро объектілері оптикада, ультрафиолетте, инфрақызыл (алыс инфрақызыл да) және радио диапазонда сәулелендіреді; олар 200 км-с-қа дейінгі жылдамдықпен байқалатын жеке қозғалыстарына ие. Қашықтығы әдетте бір жарық жылы (және одан аз) болатын орталық көз – жас жұлдыз объектісі болып табылады. Хербиг-Аро объектілерінің пайда болу процесін қандай да бір жолмен түсіндіретін бірнеше теориялар (модельдер) бар: 1) «жұлдызды оқтар» теориясы; 2) соққы толқындарының пайда болуы және өзара әрекеттесуі; 3) дыбыстан жоғары жұлдызды желдің қоршаған ортамен өзара әрекеттесуі; 4) жұлдызды желдің фокусы объектілерді құрайды; 5) зат ағындарын тудыратын жас жұлдыз айналасындағы дискіде тығыздықтың таралуының әркелкілігі; 6) объектілер эруптивті жұлдызының айналасында туады.

Галактикалар ядролары - жоғары жарықтығымен ерекшеленетін шағын бұрыштық өлшемдегі галактикалардың орталық аймақтары. Жарықтылығы жоғары спиральды және эллипстік галактикаларда байқалады. Ядроның негізгі массасы әдетте жұлдыздарда болады. Галактика ядроларында галактиканың

ортасында айналатын жүздеген парсек радиусы бар газ дискілері жиі кездеседі. Көптеген ядролар (соның ішінде біздің Галактика да) қарқынды жұлдыз түзетін аймақтар болып табылады.

Салыстырмалы түрде жақын галактикалар қатары үшін ядроларда массасы бірнеше миллиард Күн массаларына дейін болатын, аса массивті қара құрдымдардың болуын болжауға мүмкіндік беретін массаның өте жоғары шоғырлануы табылды. Барлық спиральды және эллипстік галактикалардың бірнеше пайызы белсенді ядроларға ие. Оларға, мысалы, Сейферт галактикалары мен радиогалактикалар жатады.

Галактикалық ядролардың белсенділігі әртүрлі көріністерге ие және қуатты электромагниттік сәулелену, энергетикалық қарапайым бөлшектер және жылдамдығы секундына мыңдаған шақырым болатын газ бұлттарының белсенді қозғалысы түрінде көп энергияның бөлінуімен байланысты.

Ядро белсенділігінің табиғаты толық ашылмаған. Бұл ядродағы жұлдызаралық газдың жиналуымен және оның супермассивті қара құрдымға жиналуымен байланысты деп болжанады.

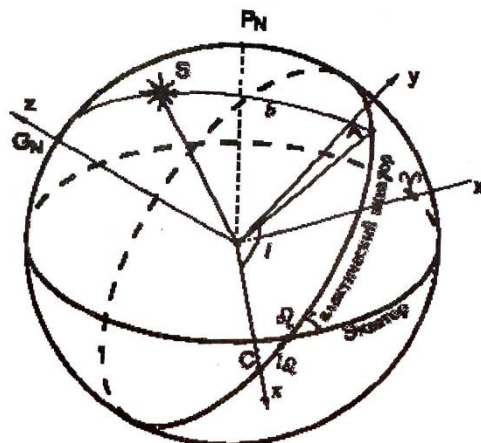
2. Галактикалық координаттарының жүйесі. Галактикалық концентрация

Күн Галактиканың шетіне жақын (центрінен шамамен 28000 жарық жыл қашықтықта) орналасқан және Галактика дискін кұрайтын жұлдыздардың бірі болып табылады. Біз Галактикаға ішінен, оның дискісінде орналасып қарағандықтан, бұл диск бізге аспан сферасында жұлдыздар жолағы (Күс жолы) түрінде көрінеді. Оған жақын жұлдыздармен бірге Күн шамамен 250 км жылдамдықпен Акку шоқжұлдызының бағытында қозғалады. Бұл қозғалыс галактикалық дискінің айналуымен түсіндіріледі. Күн Галактика центрі бойымен бір толық айналымды ~200 млн. ішінде жасайды.

Галактикадағы жұлдыздардың қозғалысын зерттеу үшін галактикалық координаттар жүйесінің негізгі жазықтығы ретінде Галактика дискінің жазықтығын алуға ыңғайлы. Бұл жазықтықтың экваторлық координаттар жүйесіне қатысты орналасуы галактикалық полюстердің біреуінің координаттары көмегімен беріледі.

HIPPARCOS жобасының нәтижелерін өңдеу барысында

галактикалық координаттар жүйесі былай анықталады: J2000.0 дәуірінде экваторлық координаттары $\alpha=192^{\circ},85948$, $\delta=27^{\circ},12825$ болған нүктені G_N деп белгілейік және галактикалық солтүстік полюс деп, ал оған диаметралды қарама-қарсы нүктені G_S -галактиканың оңтүстік полюсі деп атайық. Бұл полюстерді жалғастыратын түзуге перпендикуляр үлкен шеңберді галактикалық экватор деп атайық (1-сурет). Құс жолының орталық шеңберінің жазықтығы *Галактикалық жазықтық* деп аталады.



Сурет 1. Галактикалық координаттарының жүйесі

S шырақтан және Галактика полюстерінен өтетін үлкен шеңбер галактикалық ендік шеңбері болсын.

Жұлдыздардың аспанда орналасу тәртібі ретсіз емес. Мынадай заңдылық байқалады: белгілі бір бойлықта жұлдыздардың орналасу тығыздығы галактикалық ендікке тәуелді болады: мысалы, 20° галактикалық ендікте жұлдыздардың саны галактикалық жазықтықтағыдан 1,5 есе, 40° ендікте - 2,5 есе, полюс маңында - 3,5 есе кіші. Бұл заңдылық ғаламдық *галактикалық концентрация* деп аталады. Жұлдыздар түрлерінің әрқайсысы үшін галактикалық концентрацияны есептеп, орналасу заңдылығын анықтауға болады, ол N_0/N_{90} қатынасымен анықталады. N_0 - галактикалық экватор маңындағы жұлдыздардың орналасу тығыздығы. N_{90} -галактиканың полюсі маңындағы жұлдыздардың орналасу тығыздығы. Мысалы, әлсіз жұлдыздар галактикалық экваторға жақындаған сайын көбейеді. Және жұлдыздар неғұрлым әлсіз болса, соғұрлым олардың галактикалық концентрациясы жоғары.

Ауыр химиялық элементтер шашыранды шоғырларда көбірек байқалады. 3. Жұлдыздардың шоғырлары – жұлдыздардың өте тығыз топтары. Құрамындағы жұлдыздардың қозғалыстары ортақ, бір-бірімен тартылыс күштерімен байланысқан. Олардың 2 түрі болады:

а) Шар тәрізді жұлдыз шоғырлары барлығы – 130

ә) Шашыранды жұлдыз шоғырлары.

а) Шар тәрізді шоғырдың негізгі ерекшелігі: центрге жақындағанда жұлдыздардың өте күшті шоғырлануы. Бұл шоғырдың құрамында жүздеген мыңға дейін жұлдыз бар ($8 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^7$ жұлдыз) Мысалы, Күн маңында 10 пс^3 көлемде 1 жұлдыз болса, шар тәрізді шоғырда – ондаған мың жұлдыз болады. Олардың орналасуында байқалатын ерекшелік: Ғалам центріне көбірек шоғырлануы байқалады.

Шар тәрізді жұлдыз шоғырларға дейінгі қашықтықты анықтап, олардың біздің галактикалық жүйемен байланысы барлығын білуге болады. Бұл үшін олардың құрамындағы цефеидаларды зерттейді. Олардың m – жұлдыздық шамасы мен оның өзгерісінің T -периодын өлшеп, Δ қашықтықты анықтауға болады. Жалпы массасы шамамен 1 млн M_{\odot} , диаметрі 40–100 пс, орташа есеппен 30пс.

ә) Шашыранды жұлдыз шоғырларының формасы алуан түрлі, құрамында ондаған, жүздеген жұлдыз болады.

Шашыранды шоғырларда жұлдыз саны азырақ, – ондаған, жүздеген жұлдыз болады. Барлығы 1200 шоғыр табылған. Оларды маңындағы басқа жұлдыздардан бөліп алу үшін кейде спектрлерін, кейде меншікті қозғалыстарын салыстырып табуға тура келеді. Диаметрлері бірнеше парсек – 20 пс ке дейін.

Шашыранды және сфералық газ шоғырларының айырмашылықтары олардың құрамындағы жұлдыздар үшін жасалған спектр-жарықтық диаграммаларынан көрінеді. Шашыранды шоғырлардың диаграммаларында басты тізбектің барлық участкелері көрініп тұрады. Шар тәрізді шоғырлардың диаграммаларында басты тізбектің тек G класынан басталатын бөлігі көрінеді.

3. Жұлдыз ассоциациялары. Бұдан басқа шашыранды шоғырлардан іріректеу *жұлдыздар ассоциациялары* деп аталатын жұлдыз топтары кездеседі. Бұл топқа бірдей типті жұлдыздар кіреді. Ал олардың орналасу тығыздығы аспанның басқа аумақтарындағы сондай типті жұлдыздардың орналасу тығыздығынан әлдеқайда жоғары. Олар, шамасы, біруақытта, бірге пайда болған болуы керек.

Жұлдыздар ассоциацияларында жұлдыздардың құрылу процесстері жүреді деп есептеледі. Жұлдыздар ассоциациялары 0 және В класындағы жұлдыздардан және Телец типті жұлдыздардан құралып, өлшемдері 30-200 пс болады, характеристикалары жағынан өте жас жұлдыздар шоғыры болып табылады. Оларды 1947 ж Амбарцумян ұсынды.

4. Тұмандықтар, жұлдызаралық орта

Материя жұлдыз аралық ортада да жайылған, және, негізінен, жұлдызаралық шаң және газ түрінде болады. Жұлдызаралық шаң Галактикада қараңғы диффуздық тұмандықтар түрінде байқалады. Бұл тұмандықтар өзінен өткен жарықтың бір бөлігін жұтып, шашыратады, сол арқылы жарықты әлсіретіп, қызартады. Тұмандықтардың өлшемдері 15 пс шамалас, арақашықтары 40 пс-ке жуық. Ал жалпы массасы Күн массасынан бірнеше есе үлкен болады.

Ғаламда бұдан басқа өте кішкене тығыз бұлттар – глобулалар (0.5пс - 0.1пс) түрінде де байқалады. Зат тығыздығы 10^{-25} г/см³ шамалас. Галактикалық экваторға шоғырланған.

Кейбір жұлдыздарға (В5-В9 класындағы) жақын орналасқан тұмандықтар жарықталынады. Спектрі жұлдыздың спектріндей болуы тұмандықтың шаңнан тұратындығын дәлелдейді. Бұларды *шағылдыратын тұмандықтар* деп атайды. Өлшемдері кем, жарықтығы аз. ([11], 348б)

Бұл тұмандықтардан басқа өздері жеке спектр шығаратын ашық диффуздық тұмандықтар да кездеседі. Олардың ортасында әрқашан ыстық жұлдыз (О класындағы) орналасады. Ортасындағы температура 8000-10 000 К Бұл тұмандықтардың өздігінен жарық шығаруы олардың газдық табиғатын көрсетеді. Орталық жұлдыздардың қуатты ультракүлгін сәулелері газдарды иондайды. Диффуздық тұмандықтар ыстық газ қысымының әсерінен ұлғайяды. Бірақ жұлдызаралық шаң және газдың кейбір тығыз облыстарын орап өтеді. Осының нәтижесінде глобулалар, жарық доғалар рималар, созылған жіпшелер (жгуттар) пайда болады.

Біздің Ғаламда газдық тұмандықтарының екінші түрі *планетарлық тұмандықтар* кездеседі, формасы дұрыс сақина тәрізді. Өлшемдері 0.05 пс, ұлғаю жылдамдығы 10-30 км/с. Сфералық бұлт, ортасында көгілдір күшті жұлдыз. Планетарлық тұмандықтар қызыл алыптар эволюциясының қорытындысы болып табылады. Қызыл алып өмірінің ақырында сыртқы газ қабатын атып

шығарады. Ол газ жайлап ұлғайып бара жатқан қабатшаны құрайды. Ал жұлдыздың ішкі бөліктері суи келе ақ ергежейліге айналады. (1000 нан астамы белгілі)

Эмиссиялық тұмандықтардың бір түрі асқын жаңалардың жарқылының қалдықтары. Бұл – жарығы әлсіздеу, созылыңқы тұмандықтар, жұқалаң құрылымы байқалады. Асқын жаңаның жарқылы жұлдыз эволюциясының соңғы кезеңдерінде болатын катастрофиялық процесс. Жұлдыз массасының біраз бөлігін құрайтын қабықша бөлініп өте үлкен жылдамдықпен атылып, ішкі бөлігі сығылады. Бұл кезде сфералық соққы толқыны пайда болып, 10000 км/с жылдамдықпен тарайды. Жүздеген жылдан кейін оның орнында тұмандық байқалады. Мысалы: Шаян тәрізді және Кассиопея А (Қаракұрт). Спектрлік бақылаулар тұмандық затының 5 мың - 10 мың км/с жылдамдықпен тарап бара жатқандығын көрсетеді. Ол жұлдыздардан 1-2 пс қашықтықта орналасқан. Сфералық соққы толқыны біртіндеп баяулайды. Ол жұлдызаралық газды ысырып, 20-40 пс қашықтықта қалың газ қабықшасы пайда болады. Осы газ қабықшалары келешекте тығыз газ- шаң комплекс түрінде жас жұлдыздардың пайда болуына түрткі болуы мүмкін.

Газ жұлдызаралық кеңістікте барлық жерде таралған және негізінен бұлттар болып шоғырланады. Температурасы 10000-20000 К, тығыздығы 1000 г/см³.

Ең алдымен жұлдыздардың үздіксіз спектрдегі жұтылу спектрі бойынша сирек кездесетін Са, Na, K, Ti, Fe сызықтары табылды. Одан кейініректе жұлдызаралық сутегі де анықталды. Ол 21 см ұзындықтағы толқындарды жұтады.

5. Біздің Галактика

Аспанда жай көзбен көрінетін жұлдыздық объектілердің бәрі де (3 тұмандықтан басқа) бір жүйеге жатады. Бұл жүйе *Галактика* деп аталады. Статистикалық зерттеулер мынадай қорытындыға келтіреді:

а) Күннен алыстаған сайын жұлдыздардың орналысу тығыздығы белгілі бір бағытта келіп, нөлге айналады. Бұл Галактиканың кеңістікте шектелгендігін көрсетеді.

ә) Галактика жазықтығына жақындаған кезде жұлдыздар тығыздығы артады. Бұл жүйеміздің жалпақтығын көрсетеді.

б) Галактика жазықтығында жұлдыз тығыздығы белгілі бір бағытта өседі. Бұл бағыт галактика центріне нұсқайды.

Осы қорытындыдан біздің жүйенің жалпақ диск пішінді екендігін байқауға болады. Галактика - диаметрі 30000пс, қалыңдығы 2500 пс диск болып табылады. Ғаламдағы жұлдыздардың жалпы саны - 100 млрд. Күн Ғалам жазықтығынан 25 пс қашықтықта, Ғаламның бір шетінен 10000 пс, екінші шетінен 5000 пс қашықтықта жатыр. Ғалам құрылысының маңызды элементтері: сфералық құраушысы, орталық ұйтқысы немесе балдж, жұлдыздардан, газдан, шаңнан құралған диск, спиральдік тармақтары немесе спиральдік жеңдері.

Сфералық құраушысын ескі жұлдыздар мен шар тәрізді шоғырлар құрайды, олар сиретілген, ыстық, шамалы магниттелген газбен қоршалған.

Орталық облысы немесе балдж - Ғаламның орталық аумақтарын алып жатқан және күнгірт, мөлдір емес материямен көрсетілмей қалған ұйтқысы болып табылады. Балдждың ортасында - бейтарап және молекулалық газдан құралған, диаметрі бірнеше жүздеген парсек, 200 км/с жылдамдықпен айналған диск бар.

Жұлдыздар дискісінде біздің Ғаламның жұлдыздарының басым көпшілігі орналасқан. Жазық подсистемаларды құрайтын газды- шаңды орта және жас жұлдыздар спиральдік тармақтарды құрайды.

Жұлдыздар сырт қарағандағы берекетсіз қозғалысын талдап қарағанда, жұлдыздар, жалпы алғанда, Ғаламның центрін айналып қозғалатыны көрінеді. Ғаламның күрделілігінен жеке жұлдыздардың қозғалыс заңдарын табу мүмкін емес. Әрбір жұлдызға әсер ететін күштер көп: Ғалам центрінен әсер ететін күштер, әрі басқа жұлдыздар тарапынан әсер ететін күштер. Сол себепті жұлдыздар қозғалысы Кеплер заңдарына бағынбайды, қатты дененің айналысына да ұқсамайды. Күн, көршілерімен бірге, 240 км/с жылдамдықпен қозғалып, 200 млн. жылда Ғаламда толық айналым жасайды.

Ұзақ периодты цефеидалар, ыстық алыптар, шашыранды жұлдыз шоғырлары, диффузиялық тұмандықтар және жұлдызаралық орта Ғалам жазықтығына шоғырланып жазық подсистемаларды құрайды. Ал қысқа периоды цефеидалар мен шар тәрізді шоғырлар Ғалам центріне шоғырланған, яғни сфералық подсистемаларды құрайды.

Ал планетарлық тұмандықтар және ұзақ периодты айналыстардың орналасуы нәтижесінде аралық подсистемалар

құрылады. Бұл подсистемалардың түрлеріне байланысты жұлдыздардың қозғалыс сипаттамалары да әртүрлі болады. Мысалы: сфералық подсистемалардағы жұлдыздардың жылдамдықтары үлкен және тәртіпсіз. Сонымен, подсистема дегеніміз тектес объектілердің жиынтығы, басқаларынан өзінің кеңістіктік бөлінуімен, кинематикалық сипаттамаларымен, химиялық құрамымен, жасымен және т.с.с. сипаттамаларымен ерекшеленеді.

Галактикада радиосәулелер көздері де бар. Негізінен бұл - жұлдызаралық газ орта. Онда радиосәулелер 2 түрлі себептен пайда болады:

а) Иондалған сутегінің сәуле шығаруынан болады. 1951 жылы бейтарап сутегінің 21см толқын ұзындықта сәулесі табылды. Жердегі қалыпты жағдайларда бұндай толқын ұзындықтағы сәулешығару кванттық заңдармен тыйым салынған. Бірақ ғарыш кеңістігінде олар мүмкін болып тұр.

ә) релятивистік бос электрондардың Галактиканың магнит өрісінде қозғалып, сәуле шығаруынан болады. Екінші түрін синхротронды сәулелену деп атайды.

Бұдан басқа кейбір дискретті радиокөздер байқалған. Мысалы Краб тәрізді тұмандықтың сәулеленуі. Бұл сәулелердің табиғаты синхротронды болып шықты. Бұл сәулелерді радиотелескоптардың көмегімен қабылдап зерттейді.

Он төртінші дәріс бойынша бақылау сұрақтары:

1. Галактикалар түрлерін атаңыз.
2. Галактикалардың ұандай қасиеттері бар?
3. Галактикалық координаттарының жүйесі.
4. Галактикалық концентрация дегеніміз не?
5. Жұлдыздар ассоциациялары дегеніміз не?
6. Тұмандықтар дегеніміз не?
7. Жұлдызаралық орта дегеніміз не?
8. Біздің Галактика туралы ақпарат беріңіз? Оның құрамы мен құрлымына сипаттама жасаңыз.
9. Галактикалық жазықтық қалай орналасқан?

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии: Учебное пособие / Под ред. В. В. Иванова. Изд. 2-е, испр. - М.: Едиториал УРСС, 2004. - 544 с. ISBN 5-354-00866-2

2. Кенжалиев Д. И. Астрономия: Жоғарғы оқу орындарының студенттеріне арналған оқу құралы. – Алматы: Эверо, 2020. – 416 б. ISBN 978-601-240-246-9

3. Жаңабаев З.Ж., Наурызбаева А.Ж., Ізтілеуов Н.Т. Жалпы астрономия: Жоғарғы оқу орындарының студенттеріне арналған оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2010. – 184 б. ISBN 9965-30-995-7

4. <http://www.astronet.ru/db/msg/1190817/node15.html>