

Дәріс 2.

Әлемнің кеңеюі

Дәрістің мақсаты – Әлемнің кеңеюінің негізгі тұжырымдамалары мен теориялық принциптерді, тәжірибелік дәлелдемелерді қарастыру және осы құбылыстың қазіргі космология үшін салдарын зерттеу.

Дәрістің жоспары:

1. Әлемнің кеңею теориясы.
2. Ғарыштық кеңею жылдамдығы.
3. Әлемнің кеңею тұжырымдамасының дәлелдері.
4. Әлемнің кеңеюін өлшеу әдістері.
5. Жалпы салыстырмалылық теориясы және оның космологиядағы рөлі. Фридманның космологиялық теңдеуі. Космологиялық қызыл ығысу туралы түсінік.

Әлемнің кеңею теориясы

Әлемнің кеңеюі – галактикалар мен басқа ғарыш объектілері арасындағы кеңістіктің ұлғаю процесі. Бұл – уақыт өте келе Әлемдегі объектілер арасындағы қашықтық артады дегенді білдіреді [1].

Әлемнің кеңеюі идеясы ғарыш туралы түсінікті өзгертті және қазіргі космологияның негізгі тұжырымдамасына айналды. Кеңейіп жатқан Әлемнің тұжырымдамасы шамамен 13,8 миллиард жыл бұрын Әлем өте тығыз және ыстық күйден пайда болған үлкен жарылыс теориясымен тығыз байланысты [2].

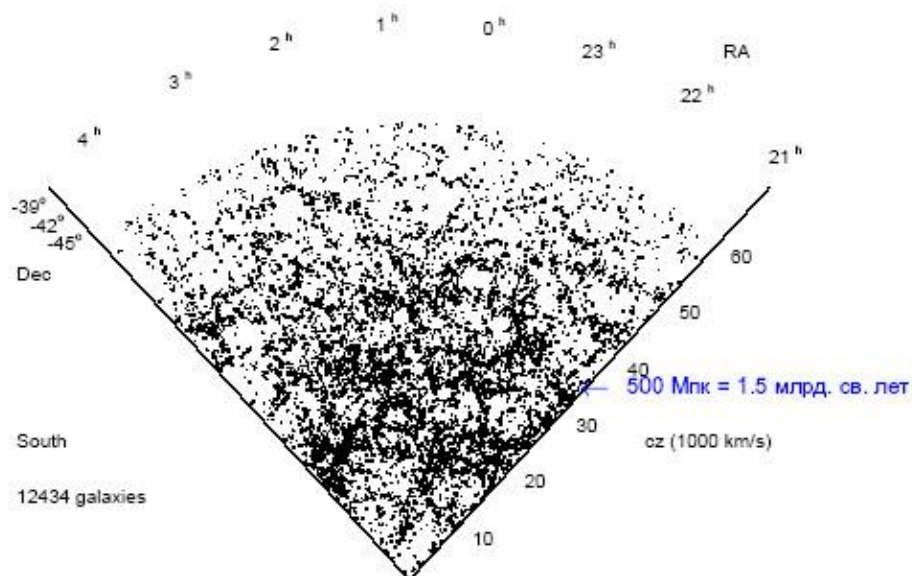
Кеңейіп жатқан әлемнің ашылуы ғалымдарды үлкен жарылыс теориясын жасауға итермеледі, оған сәйкес Әлем – өте ыстық және тығыз күйден пайда болды, оны сингулярлық деп атайды. Бұл теорияға сәйкес, барлық материя, энергия, кеңістік пен уақыт бір сәтте пайда болып, біздің Әлемнің негізін қалады.

Әлемнің кеңею идеясын алғаш рет 20 ғасырдың басында астрономдар галактикалардың таралуы мен қозғалысын зерттей бастаған кезде Альберт Эйнштейн өзінің жалпы салыстырмалылық теориясында ұсынған.

Кеңейіп жатқан әлем идеясы XX ғасырдың басында пайда болды. 1912 жылы американдық астроном Весто Мелвин Слайфер болашақ ашылуларға негіз болатын маңызды бақылау жасады [3]. Слайфер бірнеше галактикалардың қызыл ығысуларын өлшеп, олардың көпшілігі ұзын толқындарға қарай доплерлік ығысуды көрсететінін анықтады, бұл бақылаулар олардың жерден алыстағанын көрсетеді. Алайда, Әлемнің кеңеюін растайтын бақылауларды 1920 жылдары американдық астроном Эдвин Хаббл жасады. Хабблдың алыс галактикаларды бақылаулары олардың қызыл ауысуы мен олардың қашықтығы арасындағы корреляцияны анықтады, бұл қазір Хаббл заңы деп аталады [1, 3].

Әлем тұтастай біртекті, яғни Әлемдегі барлық аймақтар бірдей көрінеді. Әрине, бұл кішігірім аймақтарға қатысты емес: көптеген жұлдыздар бар галактикалар аймағы; галактикалар шоғыры; галактикалар аз болатын аймақтар

— алып бос кеңістіктер. Бірақ 300 миллион жарық жылы және одан үлкен аумақтар бәрі бірдей көрінеді. Мұны астрономиялық бақылаулар айқын көрсетеді, нәтижесінде бізден шамамен 10 миллиард жарық жылы қашықтыққа дейін Әлемнің "қартасы" жасалған (Сурет-1).



Сурет-1. Бізден шамамен 10 млрд жарық жылына дейінгі Әлемнің картасы

Айта кету керек, бұл «карта» қазіргі Әлем туралы ең құнды ақпарат көзі ретінде қызмет етеді, өйткені ол Әлемдегі заттың қалай таралатынын сандық түрде анықтауға мүмкіндік береді.

Осы картаның бөлігі Әлемнің салыстырмалы түрде аз көлемін қамтиды. Бұл картадан өте үлкен құрылымдар бар екенін көруге болады, бірақ тұтастай алғанда галактикалар біртекті «шашыраңқы» болып табылады.

Ғарыштық кеңею жылдамдығы

Ғарыштық кеңею жылдамдығы – бұл Әлемнің қандай жылдамдықпен кеңейетінін анықтайтын көрсеткіш. Бұл Әлемнің эволюциясы мен алдағы уақыттағы күйін зерттеу үшін қолданылатын негізгі параметрлердің бірі. Ғарыштық кеңею жылдамдығының өлшем бірлігі - (км/с/Мпс). Ол бір-бірінен мегапарсек қашықтықта орналасқан екі алыс галактиканың бір-бірінен қаншалықты жылдам алыстап бара жатқанын көрсетеді.

Хаббл Заңы – Әлемнің кеңеюін сипаттайтын астрономияның негізгі заңдарының бірі. Оны 1929 жылы американдық астроном Эдвин Хаббл және оның әріптесі Милтон Хаммет ашты.

Хаббл заңы Әлемдегі галактикалар бір-бірінен алыстап бара жатқанын және галактика бізден неғұрлым алыс болса, соғұрлым тезірек алыстайтынын түсіндіреді. Бұл ғаламның кеңеюін білдіреді.

Хаббл заңының ашылуындағы маңызды сәттердің бірі галактикалардың қызыл ығысуын өлшеу болды. Қызыл ығысу – бұл Әлемнің кеңеюіне байланысты алыстағы объектілердің жарығы спектрдің қызыл бөлігіне

ауысатын құбылыс. Хаббл және оның әріптестері бірнеше галактикалар үшін қызыл ығысуды өлшей алды және оның галактикаларға дейінгі қашықтыққа қарай өсетінін анықтады [1].

Осы бақылауларға сүйене отырып, Хаббл маңызды жаңалығын тұжырымдады – ол галактикалардың бір-бірінен алыстап бара жатқанын анықтады, ал бұл өз кезегінде Әлемнің кеңеюін көрсетеді деп болжады, яғни галактика бізден неғұрлым алыс болса, соғұрлым ол тезірек алыстайды деп тұжырымдады. Өзінің гипотезасын растау үшін Хаббл қосымша бақылаулар жүргізіп, көбірек деректер жинады. Ол көптеген галактикалар үшін қызыл ығысуды өлшеп, галактикаларға дейінгі қашықтық пен олардың қызыл ығысуы арасында тікелей байланыс бар екенін анықтады. Бұл Хаббл Заңын дәлелдеуге негіз болды.

Әлемнің кеңею жылдамдығы H деп белгіленген Хаббл константасымен сандық түрде анықталады, оның мәні галактикалардың бір-бірінен алыстау жылдамдығын көрсетеді. Хаббл константасының нақты мағынасын анықтау ғылыми қоғамдастықта қарқынды зерттеулер мен пікірталастардың тақырыбына айналды. Аса жаңа жарылысты бақылау немесе ғарыштық микротолқынды фондық сәулеленуді зерттеу сияқты әртүрлі өлшеу әдістері біршама өзгеше нәтиже береді, бұл осы өлшемдердің дәлдігіне үнемі ұмтылуға әкеледі [1-3].

Ғарыштық кеңею жылдамдығын қашықтағы галактикалардан жарықтың қызыл ығысуын зерттеу сияқты арнайы әдістер арқылы өлшеуге болады. Қызыл ығысу – бұл Әлемнің кеңеюі кезінде жарық толқындарының созылуына байланысты алыстағы объектілерден түсетін жарық спектрдің қызыл бөлігіне ауысатын құбылыс.

Сонымен қатар, соңғы бақылаулар – Әлемнің кеңеюінің артқанын көрсетті. 1990 жылдардың аяғында ашылған бұл жаңалық 2011 жылы физика бойынша Нобель сыйлығымен марапатталды. Кеңеюдің үдеуі қараңғы энергия деп аталатын жұмбақ күштің әсерінен түсіндіріледі, ол Әлемнің жалпы энергетикалық құрамының шамамен 68%-ын құрайды. Қараңғы энергияның нақты табиғаты белсенді зерттеулердің тақырыбы болып қала береді.

Ғарыштық кеңею жылдамдығын өлшеу ғалымдарға Әлемде болып жатқан процестерді жақсы түсінуге және болжауға мүмкіндік береді. Мысалы, егер кеңею жылдамдығы уақыт өте келе жоғарыласа, бұл Әлемнің шексіздікке қарай кеңейе беретінін көрсетуі мүмкін. Егер кеңею жылдамдығы баяуласса, бұл Әлемнің ақырында тоқтап, кішірейе бастайтынын білдіруі мүмкін.

Әлемнің кеңею тұжырымдамасының дәлелдері

Ондаған жылдар бойы кеңейіп жатқан әлем тұжырымдамасының пайдасына көптеген дәлелдер пайда болды. Ең сенімді дәлелдердің бірі - ғарыштық микротолқынды фондық сәулелену. Ғарыштық микротолқынды фондық сәулелену (ҒМФС) – үлкен жарылыстан қалған әлсіз сәуле. ҒМФС біртектілігі мен изотроптылығы уақыт өте келе кеңейген ерте, жоғары біртекті Әлемнің болуы туралы идеяны негіздейді. Ғалымдар Әлемнің құрылымы мен эволюциясы туралы ақпарат алу үшін осы сәулеленулердің ауытқуларын

зерттейді, олардың ауытқуларын өлшеу ғалымдарға Әлемнің кеңею параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді.

Тағы бір маңызды дәлел – бұл әлемде кездесетін сутегі мен гелий сияқты жеңіл элементтердің көптігі. Үлкен жарылыс теориясы бастапқы кеңеюден кейінгі алғашқы бірнеше минутта пайда болған осы элементтердің арақатынасын дәл болжайды. Сонымен қатар, Әлемнің ауқымды масштабты құрылымы оның кеңеюінің қосымша дәлелі болып табылады. Галактикалардың, жіптердің және бос кеңістіктің кластерлерін бақылау - миллиардтаған жылдар бойы гравитациялық өзара әрекеттесу нәтижесінде пайда болған “өрмекші торы” тәріздес құрылымның болуын көрсетеді.

Әлемнің кеңеюін өлшеу әдістері

Ғалымдардың әлемнің кеңеюін өлшеу үшін қолданатын бірнеше әдістері бар:

-Галактикалардың қызыл ығысуы

Әлемнің кеңеюін өлшеудің кең таралған әдістерінің бірі – галактикалардың қызыл ығысуын зерттеу. Қызыл ығысу – бұл Әлемнің кеңеюінен туындаған жарықтың толқын ұзындығының өзгеруі. Ғалымдар галактикалардың қызыл ығысуын олардың спектрлерін белгілі спектрлік сызықтармен салыстыру арқылы өлшейді. Қызыл ығысу неғұрлым үлкен болса, галактика соғұрлым алыс болады және әлем соғұрлым тез кеңейеді [1].

-Аса жаңа жарылыстар

Аса жаңа жарылыстар-жұлдыздар жарылған кезде пайда болатын жарықтың жарқын жарқылдары. Ғалымдар алыс галактикаларға дейінгі қашықтықты өлшеу үшін аса жаңа жарылыстарын "стандартты шамдар" ретінде пайдаланады. Аса жаңа жарылыстарының жарықтығын олардың қызыл ығысуларын салыстыру арқылы ғалымдар Әлемнің кеңею жылдамдығын анықтай алады [1, 2].

-Гравитациялық линзалар

Гравитациялық линзалар – бұл массивтік объектінің гравитациялық өрісі жанынан өтетін жарық траекториясырының қисаю құбылысы. Қазіргі уақытта ғалымдар алыс галактикаларға дейінгі қашықтықты өлшеу және Әлемнің кеңею жылдамдығын бағалау үшін гравитациялық линзаларды зерттеу үстінде. Әлемнің кеңеюін өлшеудің бұл әдістері ғалымдарға Әлемнің құрылымы мен эволюциясы туралы толық түсінік алуға мүмкіндік береді [1].

Әлемнің болашағы

Әлемнің болашағы қазіргі идеяларға сәйкес, кеңеюі шексіз жалғасады. Бүгінгі күні бұл кеңею қарқыны аз болып саналады, барлық қашықтықтар шамамен 15 миллиард жыл ішінде екі есеге артады, бірақ бұрын кеңею қарқыны әлдеқайда көп болған. Әлемдегі заттың тығыздығы уақыт өте келе төмендейді және болашақта Әлем барған сайын сирек болады. Керісінше, бұрын Әлем қазіргіден әлдеқайда тығыз болатын.

Дегенмен, ғарыштың кеңею жылдамдығы мен түпкілікті тағдыры материя мен энергия мөлшерінің және қара энергияның табиғатының өзара әрекеттесуіне байланысты. Осы факторларға байланысты Әлем "үлкен алшақтықты" сезінуі мүмкін, онда кеңею - галактикалар, жұлдыздар және тіпті

атомдар бөлінетін деңгейге дейін жеделдетіледі. Әйтпесе, егер қараңғы энергия уақыт өте келе азайса немесе өзгерсе, кеңею баяулауы мүмкін. Нәтижесінде Әлем біртіндеп салқындап, бұлыңғыр болады, өйткені жұлдыздар сөніп, галактикалар оқшауланған болады.

Әдебиеттер тізімі:

1. Вейнберг С. Гравитация и космология. – М.: Мир, 1975
2. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 240 с.
3. Зельдович Я. Б. Теория крупномасштабной структуры Вселенной. Избранные труды. Кн. 2. — М.: Наука, 1985. — С. 280—289.