

К. Е. НУРГАЛИЕВА

КЕШКІ ЖӘНЕ ТАҢҒЫ УАҚЫТТАҒЫ АТМОСФЕРАДАҒЫ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫНЫҢ ТЕПЕ-ТЕҢСІЗДІК ЕРЕКШЕЛІГІ

Алматы ғарыш сөулелері станциясында өлшенген ауа қысымының мәндеріне сүйеніп, күн шығатын және күн бататын мерзімдеріндегі акустика-гравитациялық толқындардың динамикалық спектрі сарапталады. Таңертенгі сағаттарда толқындардың жиіліктері кешкіге қарағанда жоғарырақ болып келетіні байқалды. Бұл нәтижелерді тепе-тенсіз термодинамика теориясына сүйене отырып түсіндіру ұсынылып отыр.

Атмосферадағы толқынды құбылыстар оның негізгі динамикалық қасиеті болып сипатталады. Оның себебі атмосферадағы үйітқуларды сырттан әсер ету нәтижесінің салдарынан пайда болған толқындар ретінде қарастыруға болады. Сол себептен де атмосферадағы толқындарды зерттеудін маңызы өте зор.

Атмосфералық толқындарды зерттеу басталған кезде-ақ бүкіл атмосферадағы секундті периодағы толқындардан бастап бірнеше сағатқа созылатындарына шейін акустикалық-гравитациялық толқындар қатарына жатқызуға болатыны анықталды [1]. Бұл толқындардың түзілігінің себебшісі қысым мен ауырлық күшінің өзгеруі.

Ионосфера биектіктеріндегі электронды концентрация үйітқуларын зерттеу нәтижесінде [2] басым жағдайда газдағы ауыр келетін нейтрал құраушысы электронды бөлшектерді өзімен қоса алып жүргөнінің салдарынан бұл үйітқуларды атмосфералық гравитация толқындарына (АГТ) жатқызуға болатындығы анықталды. Ионосфералық үйітқуларды зерттеу нәтижелері атмосфераның түрлі қабаттарында АГТ таралу теорияларының дамуына алып келді.

Атмосфера сыртқы үйітқұларға сезімтал болып келеді, дегенмен көп жағдайда атмосфера үйітқұларының көздері өлсіз деп пайымдалады. Сол себептен де, бастапқы кезеңде атмосфералық динамиканың негізгі сипаттарын анықтау үшін әртүрлі үйітқұлардың көздерінің бейсызық әсері есепке алынбады.

Откен ғасырдың басында гидродинамика тендеулерінің диссипативті мүшелерін есепке алмай адиабаталық жуықтауда акустика гравитациялық толқындар теориясы құрылды [1,3,4]. Бастапқыда бұл теория атмосфералық толқындар көзіне байланысты қөптеген мәселелерге жауап береді алды. Мысалы, бұл теория атмосфералық ағымның таулы бөгеттерді орағытып өтүін, ауа районының фронталды шекарасындағы түзілетін

толқындарды және т.б. түсіндіріп берді. Осы теорияның арқасында атмосферадағы желдін, қысымның, тығыздықтың құбылуын түсіндіре алдық. Олардың көмегімен радиотолқындар таралуына әсер ететін ионосфералық үйітқулар өз түсіндірілмесін тапты [5,6,7,8].

Дегенмен зерттеулердің ары қарай дамуы үшін тек адиабаталық жуықтау талабымен шектелу мүмкін емес екендігі айқындалды. Және де адиабаталық шектеу койып бейсызық толқындар теориясын жетілдіру мүмкін емес. Оның себебі бұл эффектілерде диссипативті процесстер үлкен рөл ойнайды. Сол себептен де жүйенің энтропиясы газодинамика тендеулерінде есепке алынды [9]. Бұл тендеулер көмегімен кезкелген жылу көзі болып табылатын толқын көздерін қарастыруға мүмкіндік туды. Күн терминаторы теориясының қалыптасуы атмосфера да кездесетін құбылыстардың эксперименталды зерттеулер нәтижелерімен жақсы сәйкестік тапты [10]. Алайда бұл тендеулерде күн тек толқын көзі болып табылады, алайда ары қарай атмосфераның эволюциялық моделін күру үшін бұл жеткіліксіз. Атмосфера иерархивті құрылымы бар диссипативті ашық жүйе болып табылады. Атмосфера арқылы өтетін күн радиациясы атмосфераның құрылымы мен динамикасына үлестіріледі [11,12,13,14]. Көрсетілген жұмыстарда энтропияның атмосфераның энергетикалық балансындағы орны мен энтропияның өндірілуін дұрыс есепке алуын және қайтысyz процестерді атмосфераны модельдеу жұмыстарында қарастыру керектігі жайлі мәселелер қозғалған.

Тұжырымдай келе, қазіргі уақытта атмосфера динамикасына газ бел күн радиациясының энтропия мен энергиямен алмасу процестері қандай ықпал етеді деген мәселені зерттеу керектігі туындалап тұр. Бұл мәселені біз егжей-тегжейлі [15] қарастырып өтіп, атмосфераның

толқындарының спектріндегі тепе-тенсіз эффектілерді теория жүзінде болжаған едік. Күндізгі спектр тұнгіден өлденеше есе өзгеше болатынын көрсеткенбіз. Ұсынылып отырған жұмыста бұл теория жүзінде болжаған эффектіні эксперимент жүзінде дәлелдеп отырымсыз.

Сөйтіп теориялық есептеулердің дұрыстырыны анықтау үшін атмосфераның өзіндік тербелістері ұзак жылдар өлшеніп келе жатқан қысымның өзгеріс мәндерінің көмегімен есептелінді. Бұл цифрлі мәліметтер Қазақстан Республикасының Білім жөне ғылым министрлігінің Ионосфера институтының Жоғарытау бектерінде орналасқан Космостық станцияда өлшенген. Біздің қолданған мәліметтеріміз 2002 жылдың қантар айларында өлшенген. Өлшенген мәліметтерді уақытына қарай таңғы және кешкі мәліметтер деп бөлдік. Өлшемдерді өндеп сараптамалау үшін спектралды анализ бен кен қолданбалы программалық жүйелер қолданылды [16,17]. Біздің қызықтырған жоғарғы жиілікті қатар 5 мин – 180 мин диапазонында жатыр. Осы диапазонды бөліп алу үшін сандық қатарды бір сағат қадаммен төрт сағаттан тұратын қылып, оны динамикалық тәсіл көмегімен Фурье түрлендіреміз. Спектрлердің сандық айырмашылығын көру үшін интегралды шама – спектрдің «ауырлық центрі» енгізілді. Оны тәмендегідей өрнек арқылы есептейміз:

$$\sigma_{cp} = \frac{\sum_i f_i \cdot \omega_i^*}{\sum_i f_i} \quad (8)$$

мұнда f_i - спектралды тығыздықтың i -ші мәні, ω_i^* - жиіліктің i – ші мәні.

Таңғы уақыт аралығында 2002 ж. қантарының 12 күні қарастырылды. Оның 9-ы жоғарыжілікті ауданға салыстырмалы өзгергенін байқатты. Ол мүмкіндіктің 75% құрайды. Тұнгі спектр өдөтінен тыс жоғарыжілікті болған жағдайда бұл тенденция бұзылады (1-кесте).

Кешкі уақыт аралығында 2002 ж. қантарының 8 күнін 5-інде тәменгіжілікті ауданға салыстырмалы өзгергені байқалды. Ол мүмкіндіктің 62% құрайды (2-кесте).

1- кесте. Өндөлген қатарлардың таңғы спектрінің ортастистикалық жиіліктерінің мәндері

	01.00- 05.00	02.00- 06.00	03.00- 07.00	04.00- 08.00	05.00- 09.00
01.01.02	7,92	8,379	8,59	8,229	8,776
02.01.02	9,514	9,58	9,394	9,754	10,303
03.01.02		7,719	8,638	9,062	8,996
04.01.02	9,842	9,453	10,246	9,18	7,747
06.01.02	8,229	8,776	8,411	8,437	9,505
08.01.02	9,45	7,88	6,561	6,833	6,773
09.01.02	6,691	7,273	7,615	7,591	
10.01.02	5,724	5,876	5,561	6,414	6,63
11.01.02	4,746	4,468	4,843	4,944	5,467
12.01.02			3,758	3,717	4,037
13.01.02	4,657	5,036	5,05	5,189	5,663
15.01.02	13,742	8,369	8,133	8,099	8,009

2- кесте. Өндөлген қатарлардың кешкі спектрінің ортастистикалық жиіліктерінің мәндері

	13.00- 17.00	14.00- 18.00	15.00- 19.00	16.00- 20.00	17.00- 21.00	18.00- 22.00
04.01.02	7,238	7,006	6,349	6,699	5,672	5,385
05.01.02	11,785	12,335	11,862	10,983		
06.01.02		7,792	8,182	7,05	6,972	7,145
07.01.02	8,897	9,924	8,974	9,081	9,63	8,087
09.01.02	7,329	7,052	7,114	7,58	9,319	9,174
11.01.02	7,261	6,788	7,133	6,424	6,197	5,791
13.01.02	6,511	6,704	7,634	7,498	7,211	7,487
14.01.02	8,579	7,907	7,849	7,713	8,598	

Алынған нәтижелер бойынша кешкі уақыт аралығында спектр тәменгіжілікті ауданға салыстырмалы өзгергені, ал таңғы уақытта жоғарғы жиілікті ауданға өзгеретін тенденцияның байқалатының тұжырымдауға болады.

Бұл өзгерісті диссипативті процестермен түсіндіруге келмейді, себебі бұл жағдайда өзгеріс тек тәменгіжілікті аймаққа ғана бағытталған болар еді. Алайда бұл құбылысты тепе-тенсіз процестермен түсіндіре аламыз. Шынымен де [18] жұмыста көрсетілгендей, күндізгі спектр тұнгіге қарағанда жоғары жиілікті. Бұл нәтиже эксперимент жүзінде айғақталды. Яғни таңғы уақыттағы диссипативті өшу атмосфераның өзіндік спектрінің жоғарғы жиілікті ауданға өту құбылысымен компенсацияланады. Міне, тәжірибе де осыны көрсетті.

Кешкі уақытта диссипация да, спектр өзгерісі де тәменгіжілікті ауданға бағытталған. Бұны да тәжірибе мақұлдан отыр.

Айтып өтетін жәйт, бұл нәтижелер бастапқы қадам ғана. Егжей-тегжейлі бұл мәселені атмосфераның өртүрлі қабатына және өртүрлі жыл мезгілдеріне қарастыру қажет.

ЭДЕБИЕТ

1. Lamb H. Hydrodynamics, Dover, New York, 1945.
2. Hines C.O. Internal atmospheric gravity waves at ionospheric heights, Can.J.Phys., 38, 1441-1481, 1960.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц В.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1988. 733с.
4. Дикий Л.А. Теория колебаний земной атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1969.
5. Hines C.O. Internal atmospheric gravity waves at ionospheric heights, Can.J.Phys., 38, 1441-1481, 1960.
6. Гершман Б.Н. Динамика ионосферной плазмы. М.: Наука, 1974, 256 с.
7. Дробжев В.И., Куделин Г.М., Нургожин Б.И. и др.// Волновые возмущения в ионосфере, Алма-Ата: Наука, 1975. С. 9.
8. Волновые возмущения в ионосфере/Дробжев В.И., Чакенов Б.Д., Сомсиков В.М., Яковец А.Ф. Алма-Ата: Наука. 1987, 171с.
9. Сомсиков В.М. Солнечный терминатор и динамика атмосферы. Алма-Ата, Наука, 1983. 192 с.;
10. Антонова В.П., Дробжев В.И. и др. Комплексное экспериментальное исследование волн в атмосфере генерируемых солнечным терминатором.// Изв. АН СССР Физика атмосферы и океана. Т.24, 1988, с.72-117
11. Голицын Г.С., Мохов И.И. Об устойчивости и экстремальных свойствах моделей климата // Физика атмосферы и океана. 1978 Т. 14. N4. С. 378 – 387.
12. Essex C. Radiation and irreversible thermodynamics of climate // Journal of the atmospheric sciences. 1986. V. 41. N 12. P. 1985 – 1991

13. Изаков М.Н. Самоорганизация и информация на планетах и в экосистемах // Успехи физических наук. 1997. Т. 167. N 10. С. 1087 – 1094.;

14. Сомсиков В.М. Гидродинамическое описание атмосферы, как открытой неравновесной системы// Проблемы эволюции открытых систем. Алматы, Вып. 3. 2001г. с. 44-49

15. Сомсиков В.М., Гангули Б., Дунгенбаева К.Е. Акусто-гравитационные волны в неравновесной атмосфере// Геомаг. и аэрон. 2004, Т 44. N3, с.407-411.;

16. Инчин А.С., Асламбекова И.П., Курбангалиев Н.М., Погорельцева И.В. Система комплексного анализа космических и наземных данных для оценки сейсмической ситуации/Космические исследования в Казахстане/под ред. акад. У.М. Султангазина- Алматы, РОНД, 2002, 488с.

17. Инчин А.С. Математические и методические аспекты использования космических и наземных наблюдений для оценки сейсмической опасности/Космические исследования в Казахстане/под ред. акад. У.М. Султангазина- Алматы, РОНД, 2002, 488с.

18. Antonova V.P., Dungenbaeva K.E., Zaliaovskii A.V., Inchin A.S., Kryukov S.V., Somsikov V.M., Yampol'skii Yu. M. Difference between the spectra of Acoustic Gravity Waves in Daytime and Nighttime Hours due to Nonequilibrium Effects in the atmosphere// Geomag. & Aeron, 2006, V. 46, No 1, pp. 101-109.

Резюме

Исследованы вариации давления, измеренные на высокогорной станции космических лучей г. Алматы в переходные часы суток. Установлено, что имеется асимметрия наблюдаемых динамических спектров акусто-гравитационных волн по данным регистрации давления в утренние и вечерние часы суток. Утром наблюдается тенденция сдвига спектра акусто-гравитационных волн в высокочастотную область, а в вечерние часы в низкочастотную область. Предложена интерпретация полученных результатов, которая опирается на теорию неравновесной термодинамики.

Summary

The variations of pressure measurements in cosmic rays station Almaty at transition period of time investigated in this work. It was established that there is an asymmetry in dynamical spectrum of wave disturbances on sunset and sunrise periods of time. There is a tendency for low frequency region at evening-time spectra and high frequency region at morning-time spectra. The interpretation of result in the frames of non-equilibrium thermodynamics was offered.

Ионосфера Институты МЕК

Алматы қ-сы

Поступила 15.06. 2008 г.