

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

3 (301)

МАМЫР – МАУСЫМ 2015 ж.

МАЙ – ИЮНЬ 2015 г.

MAY – JUNE 2015

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

N E W S

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 3, Number 301 (2015), 86 – 91

**EFFECT OF MAGNETIC FIELD
ON THE OSCILLATIONS OF THE DUST PARTICLES**

K. N. Dzhumagulova¹, T. S. Ramazanov¹, R. U. Masheyeva¹, Z. Donkó²

¹ Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

²Institute for Solid State Physics and Optics, Wigner Research Centre of the Hungarian Academy of Sciences,
H-1525 Budapest, P.O. Box 49, Hungary.

E-mail: dzhumagulova.karlygash@gmail.ru

Key words: dusty plasma, velocity, autocorrelation functions, spectral function, Fourier transform.

Abstract. In this paper the results of theoretical investigations of dust particles fluctuations on the basis of Fourier analysis of the velocity autocorrelation function were presented. The method of molecular dynamics was used to solve the dust particles equations of motion. The Yukawa potential was used as an interaction potential. The results were obtained in a wide range of system parameters. The position of the dominant peak in the frequency spectrum of the velocity autocorrelation function confirms the onset of a joint effect of the magnetic field and strong correlations at high coupling.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КОЛЕБАНИЯ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ

К. Н. Джумагулова¹, Т. С. Рамазанов¹, Р. У. Машеева¹, З. Донко²

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

²Институт физики твердого тела и оптики, Вигнеровский исследовательский центр Академии наук Венгрии,
H-1525 Будапешт, Венгрия.

E-mail: dzhumagulova.karlygash@gmail.ru

Ключевые слова: пылевая плазма, автокорреляционная функция скоростей, спектральная функция, фурье-преобразование.

Аннотация. В работе показаны результаты теоретических исследований колебаний пылевых частиц с помощью Фурье анализа автокорреляционных функции скоростей. В работе был использован метод молекулярной динамики. В качестве потенциала взаимодействия был взят потенциал Юкава. Результаты получены в широком диапазоне изменения параметров системы. Показано, что на положение доминирующего пика в спектральной функции автокорреляционных функции скоростей оказывают совместное влияние, как магнитное поле, так и сильные корреляции при больших связях.

Введение. В силу необходимости фундаментальных и теоретических исследований природных явлений и разновидностей практических приложений пылевой плазмы непрерывно растет интерес к ее изучению. Сегодняшний интерес к пылевой плазме связан, прежде всего, с процессами самоорганизации и образования упорядоченных структур, так называемых плазменно-пылевых кристаллов. В последние годы влияние магнитного поля на сильно связанную пылевую плазму является одним из важных предметов исследования [1-5], например, влияние магнитного поля на распространение волн было изучено в работах [1].

Целью данной работы является исследование Фурье-преобразования автокорреляционных функций скоростей пылевых частиц, расположенных в двумерном слое и подвергающихся влиянию внешнего однородного магнитного поля, которое направлено перпендикулярно к слою пылевых частиц. Компьютерное моделирование движения пылевых частиц было проведено с помощью решения уравнений движения Ньютона в рамках взаимодействия Юкава.

Метод моделирования. Для исследования влияния магнитного поля на частицы плазмы сложного состава был использован метод молекулярной динамики. В качестве межчастичного потенциала взаимодействия частиц был взят потенциал Юкава:

$$\phi(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\exp(-r/\lambda_D)}{r}, \quad (1)$$

здесь Q – заряд частиц и λ_D – дебаевская длина экранировки, $\Gamma = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a k_B T}$ – параметр связи,

T – температура, $\kappa = a/\lambda_D$ – коэффициент экранировки, $a = (1/\pi n)^{-1/2}$ – двумерный радиус Вигнера-Зейтца и n – плотность частиц.

Для интегрирования уравнения движения частиц в присутствии магнитного поля использован метод, описанный в работе [6]. Число частиц $N = 4000$. Частицы двигаются в плоскости (x, y) и предполагается, что магнитное поле однородное и направлено перпендикулярно двумерному слою (2D) частиц, то есть $\vec{B} = (0, 0, B)$. Влияние магнитного поля на свойства системы выражается с помощью следующего параметра:

$$\beta = \frac{\omega_c}{\omega_p}, \quad (2)$$

где $\omega_c = QB/m$ – циклотронная и $\omega_p = \sqrt{nQ^2/2\epsilon m a}$ – 2D плазменная частота.

С помощью данных вычисления автокорреляционных функции скоростей частиц можно исследовать спектральную функцию пылевых частиц на основе Фурье-преобразования автокорреляторов скоростей следующим образом:

$$A_{vv}(\omega) = \int_0^{\infty} A_{vv}(t) e^{i\omega t} dt, \quad (3)$$

Результаты. Влияние внешнего магнитного поля на спектральную функцию автокорреляционных функции скоростей представлено на рисунке 1 при $\Gamma = 120$ и $\kappa = 2$. В случае $\beta = 0$ спектральная функция имеет только один пик при $\omega / \omega_p \approx 0.48$. Данный пик, как известно, можно связать с продольными флуктуациями [7]. При $\beta > 0$ формирование магнетоплазмонов сдвигает пик на более высокие значения $\omega / \omega_p \approx 0.74$ (рисунок 1). Также мы наблюдали формирование маленького пика при $\omega / \omega_p \approx 0.5$ который соответствует циклотронной частоте пылевых частиц.

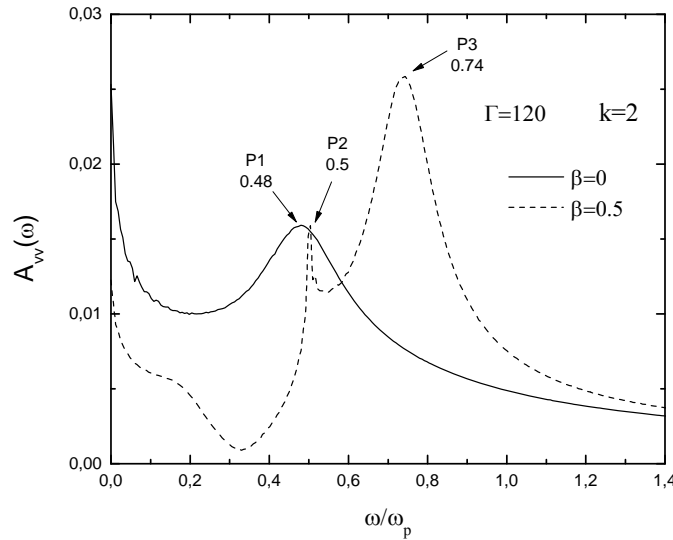


Рисунок 1 – Фурье-преобразование автокорреляционных функции скоростей при $\beta = 0$ и $\beta = 0.5$, для $\Gamma = 120$, $\kappa = 2$

На рисунке 2 показаны соответствующие $A_{vv}(\omega)$ функции для разных значения параметра магнитного поля при фиксированных значениях $\Gamma = 120$ и $\kappa = 1$. Данные показывают, что доминирующие частоты увеличиваются с увеличением β . В работе [1] было показано что, при сильной связи в системе доминирующий пик продольного спектра колебаний принимает вид:

$$\omega_1^2 = \omega_c^2 + 2\omega_E^2 = \beta^2 \omega_p^2 + 2\omega_E^2, \quad (4)$$

где ω_E – частота Эйнштейна, который определяется как частота колебания пробной частицы в замороженной среде других частиц. При $\kappa = 1$ получено $\omega_E \cong 0.52\omega_p$. Сравнения результатов теоретических данных, вычисленных по формуле (4) с положениями пиков, наблюдаемых на рисунке 2, представлены в таблице I. Мы нашли очень хорошее согласие (только несколько % отклонения) между двумя наборами данных, которые подтверждают теоретические данные работы [1], в соответствии с которыми доминирующая частота колебаний образуется при совместном действии магнитного поля и сильной связи, увеличивая фундаментальную частоту выше циклотронной частоты $\omega_c = \beta\omega_p$.

Далее мы исследовали влияние сильной связи на Фурье-образ автокорреляционных функции скоростей частиц при фиксированном значении параметра магнитного поля $\beta = 0.5$. Эти резуль-

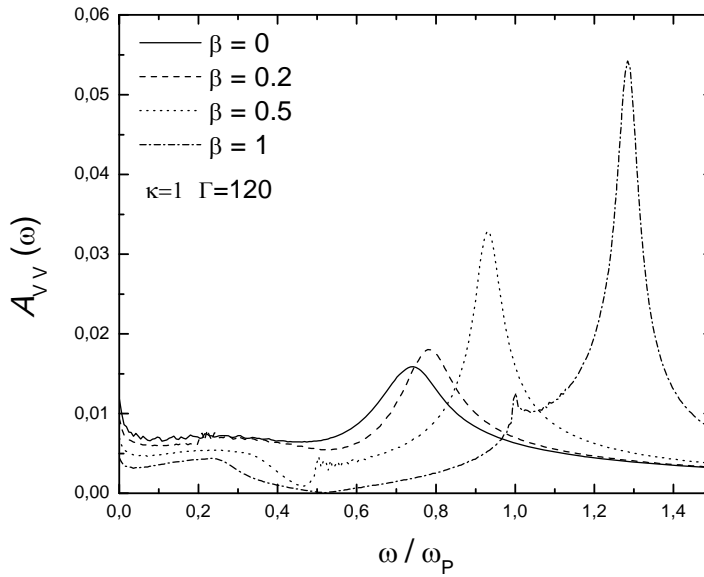


Рисунок 2 – Фурье-преобразование автокорреляционных функции скоростей при $\Gamma = 120$, $\kappa = 1$ и разных значениях β

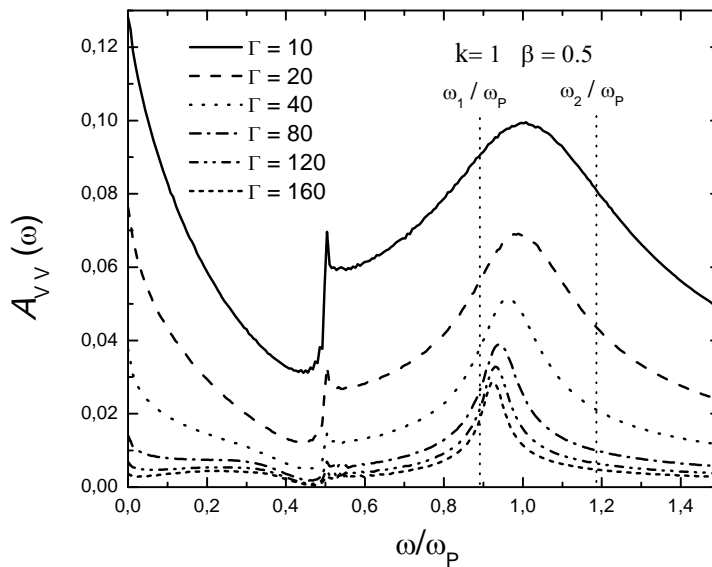


Рисунок 3 – Фурье-преобразование автокорреляционных функции скоростей при $\beta = 0,5$, $\kappa = 1$ и разных значениях параметра связи Γ

таты показаны на рисунке 3 для $\kappa = 1$. Данные показывают, что частотный спектр $A_{vv}(\omega)$ показывает сдвиг доминирующего пика вверх с уменьшением параметра Γ .

Соотношение (4) которое обсуждалось выше, справедливо только при больших связях. В пределе малых корреляции (слабо связанный предел плазмы, $\Gamma \rightarrow 0$) частота результирующей гибридной моды в намагниченной плазме (направление распространения перпендикулярно направлению магнитного поля) как известно, превращается в значения приближения случайных фаз (RPA) (детали см. [8]).

$$\omega_2^2 = \omega_c^2 + \omega_p^2 = \omega_p^2(\beta^2 + 1) \tag{5}$$

При $\beta = 0.5$ частота, определенная с помощью уравнения (5), есть $\omega_2 \cong 1.19\omega_p$. Это значение не было достигнуто с помощью данных нашего моделирования с уменьшением связи, из-за значительного расширения спектральной частоты, как отмечено на рисунке 3 для $\Gamma = 10$, $\kappa = 2$, $\beta = 0,5$.

Зависимость частоты доминирующего пика $A_{\nu\nu}(\omega)$ для $\Gamma = 120, \kappa = 1$

β	ω / ω_p	Теоретический ω_1 / ω_p , (7) уравнение
0	0.74	0.74
0.2	0.78	0.76
0.5	0.92	0.89
1.0	1.28	1.24

Здесь магнетоплазмы становятся едва заметными при уменьшении волновых чисел, где спектр колебаний практически ровный.

Заключение. Было исследовано влияние внешнего магнитного поля на Фурье-образ автокорреляционных функции скоростей частиц в двумерной сильно связанной системе Юкава с помощью численных методов. Показано, что, доминирующий пик в $A_{\nu\nu}(\omega)$, связанный с продольными колебаниями тока в жидкости, появляется при больших значениях параметра связи и при частотах, которые определяются путем совместного эффекта магнитного поля и сильной связи в системе [1]. С уменьшением параметра связи положение пика сдвинуто к RPA пределу, который не был достигнут нами за счет увеличения ширины пика.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bonitz M., Donkó Z., Ott T., Kählert H., Hartmann P. // Phys. Rev. Lett. – 2010. – Vol. 105. – P. 055002.
- [2] Hartmann P., Donkó Z., Ott T., Kählert H., Bonitz M. // Phys. Rev. Lett. – 2013. – Vol. 111. – P. 155002.
- [3] Ott T., M. Bonitz, Hartmann P., Donkó Z. // Phys. Rev. E. – 2011. – Vol. 83. – P. 046403.
- [4] Ott T., Kählert H., Reynolds A., Bonitz M. // Phys. Rev. Lett. – 2012. – Vol. 108. – P. 255002.
- [5] Ott T., Baiko D.A., Kählert H., Bonitz M. // Phys. Rev. E. – 2013. – Vol. 87. – P. 043102.
- [6] Uchida G., Konopka U., Morfill G. // Phys. Rev. Lett. – 2004. – Vol. 93. – P. 155002.
- [7] Farokhi B., Shahmansouri M., Shukla P.K. // Phys. Plasmas. – 2009. – Vol. 16. – P. 063703
- [8] Jiang K., Song Y.-H., Wang Y.-N. // Phys. Plasmas. – 2007. – Vol. 14. – P. 103708.
- [9] Ott T., Bonitz M. // Phys. Rev. Lett. – 2011. – Vol. 107. – P. 135003.
- [10] Dzhumagulova K.N., Ramazanov T.S., Masheyeva R.U. // Physics of Plasmas. – 2013. – Vol. 20, №11. – P. 113702 – 113704.
- [11] Spreiter Q., Walter M. // Journal of Computational Physics. – 1999. – Vol. 152. – P. 102–119.
- [12] Dzhumagulova K.N., Ramazanov T.S., Masheyeva R.U., Ussenov Y.A., Dosbolayev M.K. // Contrib. Plasma Phys. – 2013. – Vol 53. – № 4 – 5. – P. 419 – 425.
- [13] Dzhumagulova K.N., Ramazanov T.S., Masheyeva R.U. // Contr. Plasma Phys. - 2012. – Vol. 52, № 3. – P. 182 – 185
- [14] Ohta H., Hamaguchi S. // Phys. Plasmas. – 2000. – Vol. 7. – P. 4506.
- [15] Jiang K., Hou L.-J., Xu X., Wang Y.-N. // New J. Phys. – 2007 – Vol. 9. – P. 57.

REFERENCES

- [1] Bonitz M., Donkó Z., Ott T., Kählert H., Hartmann P. Phys. Rev. Lett. 2010. Vol. 105. P. 055002.
- [2] Hartmann P., Donkó Z., Ott T., Kählert H., Bonitz M. Phys. Rev. Lett. 2013. Vol. 111. P. 155002.
- [3] Ott T., M. Bonitz, Hartmann P., Donkó Z. Phys. Rev. E. 2011. Vol. 83. P. 046403.
- [4] Ott T., Kählert H., Reynolds A., Bonitz M. Phys. Rev. Lett. 2012. Vol. 108. P. 255002.
- [5] Ott T., Baiko D.A., Kählert H., Bonitz M. Phys. Rev. E. 2013. Vol. 87. P. 043102.
- [6] Uchida G., Konopka U., Morfill G. Phys. Rev. Lett. 2004. Vol. 93. P. 155002.
- [7] Farokhi B., Shahmansouri M., Shukla P.K. Phys. Plasmas. 2009. Vol. 16. P. 063703
- [8] Jiang K., Song Y.-H., Wang Y.-N. Phys. Plasmas. 2007. Vol. 14. P. 103708.
- [9] Ott T., Bonitz M. Phys. Rev. Lett. 2011. Vol. 107. P. 135003.
- [10] Dzhumagulova K.N., Ramazanov T.S., Masheyeva R.U. Physics of Plasmas. 2013. Vol. 20, №11. P. 113702 – 113704.
- [11] Spreiter Q., Walter M. Journal of Computational Physics. 1999. Vol. 152. P. 102–119.
- [12] Dzhumagulova K.N., Ramazanov T.S., Masheyeva R.U., Ussenov Y.A., Dosbolayev M.K. Contrib. Plasma Phys. 2013. Vol 53, № 4–5. P. 419 – 425.
- [13] Dzhumagulova K.N., Ramazanov T.S., Masheyeva R.U. Contr. Plasma Phys. 2012. Vol. 52, № 3. P. 182 – 185.
- [14] Ohta H., Hamaguchi S. Phys. Plasmas. 2000. Vol. 7. P. 4506.
- [15] Jiang K., Hou L.-J., Xu X., Wang Y.-N. New J. Phys. 2007. Vol. 9. P. 57.

ТОЗАҢДЫ БӨЛШЕКТЕРДІҢ ТЕРБЕЛІСТЕРІНЕ СЫРТҚЫ МАГНИТ ӨРІСІНІҢ ӘСЕРІ**Қ. Н. Жұмағұлова¹, Т. С. Рамазанов¹, Р. У. Машеева¹, З. Донко²**¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан²Қатты дене және оптика физикасы институты, Венгрияның ғылым академиясының Вигнер атындағы зерттеу орталығы, H-1525 Будапешт, Венгрия

Тірек сөздер: тозаңды плазма, жылдамдықтардың автокорреляциялық функциясы, спектрлік функция, фурье-түрлендіру

Аннотация. Жұмыста жылдамдықтардың автокорреляциялық функциясын Фурье-түрлендіру арқылы, тозаңды бөлшектердің тербелістерін теориялық тұрғыдан зерттеу нәтижелері көрсетілген. Есептеу барысында молекулалық динамика әдісі қолданылды. Әсерлесу потенциалы ретінде Юкава потенциалы қолданылды. Нәтижелер жүйенің параметрлерінің өзгерісінің кең аумағында алынған. Жылдамдықтардың автокорреляциялық функциясының спектрлік функциясындағы басым максимумның орналасуы бөлшектерге магнит өрісінің де, күшті байланыстың да бірдей әсер ететіндігін көрсетеді.

Поступила 25.02.2015 г.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

physics-mathematics.kz

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 9.06.2015.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

15,7 п.л. Тираж 300. Заказ 3.