

составляющими марковских уравнений с выбранными элементами. В работе показано, что при выборе переменных необходимо привести уравнение марковских процессов к такому виду аппроксимации, в которой среди выбранных переменных имеются дальнедействующие составляющие. Однако такой выбор должен включать постоянные переменные. Как показывают многочисленные исследования выбор не может быть осуществлен для начального уравнения движения с динамическими переменными, и требуется анализ функции памяти. Известно, функция памяти высокого порядка может быстро убывать и в итоге ее можно аппроксимировать дальнедействующими составляющими марковских уравнений с выбранными элементами. В работе доказана флуктуационно-диссипационная теорема, устанавливающая связь между Фурье преобразованием автокорреляционной функции и мнимой частью динамической восприимчивости.

Ключевые слова: корреляция, преобразование Фурье, Броуновское движение, уравнение Маркова, разупорядоченная система, динамические переменные, флуктуация, флуктуационно-диссипационная теорема.

Әдебиеттер

- [1] Asthagiri D., Pratt Lawrence R., Kress J.D. Free energy of liquid water on the basis of quasichemical theory and ab initio molecular dynamics // *Phys. Rev.* – 2003. -№4. -P.64–68. <https://doi.org/10.1103/physreve.68.041505>
- [2] Alemany M.M.G., Jain Manish, KronikLeeor, Chelikowsky James R. Real-space pseudopotential method for computing the electronic properties of periodic systems // *Phys. Rev. B.* – 2004.-№7.- P.64–70. <https://doi.org/10.1103/physrevb.69.075101>
- [3] Шаихова Г.С., Қасымова Л.Ж., Махметова Г.Ш., Заттың балқытылған күйінің динамикалық қасиеттері туралы // Труды университета, Караганда.- 2018.- №1.- С. 36-40.
- [4] Васильев А.Н. Метод диагонализации парных корреляционных функций для многокомпонентной жидкой системы // *Теор. и мат. физ.* – 2005. – №3. – P. 569-576.
- [5] Fantoni R., Pastero G. Direct correlation function of the Widom – Rowlinson model // *Physical A.* – 2004. - V. 332. – P. 349-359.
- [6] Li Huabing, Lu Xiaoyan, Fang Haiping, Qian Yuehong. Force evaluations in lattice Boltzmann simulations with moving boundaries in two dimensions // *Phys Rev. E.* – 2004. – №2.-P. 22-30. <https://doi.org/10.1103/physreve.70.026701>
- [7] Shaikhova G. S., Shaikhova G. N. Traveling wave solutions for the two-dimensional. Zakharov-Kuznetsov-Burgers equation // *Math series. Bulletin of the Karaganda University.* – 2018.-Vol.92, №2 - P.94-98. <https://doi.org/10.31489/2018m4/94-98>
- [8] Kazhikenova S.Sh., Ramazanov M.I., Khairkulova A.A., Shaikhova G.S. Approximation of the temperatures model of inhomogeneous melts with allowance for energy dissipation. *Math series. Bulletin of the Karaganda University.* - 2018.-Vol.90, №2 - P.297-299. <https://doi.org/10.31489/2018m2/93-100>
- [9] Issagulov A.Z., Belomestny D., Shaikhova G.S., Zhurov V.V., Kassymova L.Zh., Zhetimekova G. Zh. "Functions of atoms radial distribution and pair potential of some semiconductors melts // *The Bulletin the National Academy Of Sciences of the Republic of Kazakhstan.* - 2019. Almaty. - Vol.4. P.6-13. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.86>
- [10] Issagulov A. S., Kazhikenova S.Sh., Shaikhova G.S., Mahmetova G.Sh., Kassymova L.G. Evaluation of pressure and volumetric modules in melted systems // *Chemistry series. Bulletin of the Karaganda University.* - 2018. Vol. 90, №2. -P.51-57.
- [11] Volodin V. N., Tuleushev Y. Zh., Kenzhaliyev B. K., Trebukhov S. A. (2020). Thermal degradation of hard alloys of the niobiumcadmium system at low pressure. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo syr'â/Complex Use of Mineral Resources/Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu*, 1(312), 41–47. <https://doi.org/10.31643/2020/6445.05>
- [12] Kenzhaliyev, B. K., Surkova, T. Y., & Yessimova, D. M. (2019). Concentration of rare-earth elements by sorption from sulphate solutions. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo syr'â/Complex Use of Mineral Resources/Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu*, 3(310), 5–9. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.22>
- [13] Kenzhaliyev, B. K., Kul'deev, E. I., Lukanov, V. A., Bondarenko, I. V., Motovilov, I. Y., & Temirova, S. S. (2019). Production of Very Fine, Spherical, Particles of Ferriferous Pigments from the Diatomaceous Raw Material of Kazakhstan. *Glass and Ceramics*, 76(5-6), 194–198. <https://doi.org/10.1007/s10717-019-00163-w>
- [14] Адильбеков Н.А., Шайхова Г.С., Журов В.В., Шегебаева Г.Е. Численное решение одной системы интегральных уравнений фредгольма третьего рода в задаче об опорном давлении вблизи очистной выработки // *Новости науки Казахстана.* - 2019. - № 3, -С.98-103.

References

- [1] Asthagiri D., Pratt Lawrence R., Kress J.D. Free energy of liquid water on the basis of quasichemical theory and ab initio molecular dynamics. *Phys. Rev.* – 2003. 4, 64–68. (in Eng.). <https://doi.org/10.1103/physreve.68.041505>
- [2] Alemany M.M.G., Jain Manish, KronikLeeor, Chelikowsky James R. Real-space pseudopotential method for computing the electronic properties of periodic system. *Phys. Rev. B.* 2004. 7, 64–70. (in Eng.). <https://doi.org/10.1103/physrevb.69.075101>

- [3] Shaikhova G.S., Mahmetova G.Sh., Kasymova L.G. On the dynamic properties of the molten state of a substance. *Work of the University, Karaganda*. 2018. 1, 36-40. (in Kaz.).
- [4] Vasilyev A.N. Metod diagonalizatsii parnykh korrelyatsionnykh funktsiy dlya mnogokomponentnoy zhidkoy sistemy. *Teor. i mat. fiz.* 2005. 3, 569-576. (in Russ.).
- [5] Fantoni R., Pastero G. Direct correlation function of the Widom – Rowlinson model. *Physical A*. 2004. 332, 349-359 (in Eng.).
- [6] Li Huabing, Lu Xiaoyan, Fang Haiping, Qian Yuehong. Force evaluations in lattice Boltzmann simulations with moving boundaries in two dimensions. *Phys Rev. E*. 2004. 2, 22-30. (in Eng.). <https://doi.org/10.1103/physreve.70.026701>
- [7] Shaikhova G. S., Shaikhova G. N. Traveling wave solutions for the two-dimensional. Zakharov-Kuznetsov-Burgers equation. *Math series. Bulletin of the Karaganda University*. 2018. 92, 2, 94-98. (in Eng.). <https://doi.org/10.31489/2018m4/94-98>
- [8] Kazhikenova S. Sh., Ramazanov M.I., Khairkulova A.A., Shaikhova G.S.. Approximation of the temperatures model of inhomogeneous melts with allowance for energy dissipation. *Math series. Bulletin of the Karaganda University*. 2018. 90, 2, 297-299 (in Eng.). <https://doi.org/10.31489/2018m2/93-100>
- [9] Issagulov A.Z., Belomestny D., Shaikhova G.S., Zhurov V.V., Kasymova L.Zh., Zhetimekova G. Zh. Functions of atoms radial distribution and pair potential of some semiconductors melts. *The Bulletin the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2019. Almaty. 4, 6-13 (in Eng.). <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.86>
- [10] Issagulov A. S., Kazhikenova S.Sh., Shaikhova G.S., Mahmetova G.Sh., Kasymova L.G. Evaluation of pressure and volumetric modules in melted systems. *Chemistry series. Bulletin of the Karaganda University*. 2018. 90, 2, 51-57 (in Eng.).
- [11] Volodin V. N., Tuleushev Y. Zh., Kenzhaliyev B. K., Trebukhov S. A. (2020). Thermal degradation of hard alloys of the niobiumcadmium system at low pressure. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo syr'â/Complex Use of Mineral Resources/Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu*, 1(312), 41–47. (in Eng.). <https://doi.org/10.31643/2020/6445.05>
- [12] Kenzhaliyev, B. K., Surkova, T. Y., & Yessimova, D. M. (2019). Concentration of rare-earth elements by sorption from sulphate solutions. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo syr'â/Complex Use of Mineral Resources/Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu*, 3(310), 5–9. (in Eng.). <https://doi.org/10.31643/2019/6445.22>
- [13] Kenzhaliyev, B. K., Kul'deev, E. I., Luganov, V. A., Bondarenko, I. V., Motovilov, I. Y., & Temirova, S. S. (2019). Production of Very Fine, Spherical, Particles of Ferriferous Pigments from the Diatomaceous Raw Material of Kazakhstan. *Glass and Ceramics*, 76(5-6), 194–198. (in Eng.). <https://doi.org/10.1007/s10717-019-00163-w>
- [14] Adilbekov N.A., Shaikhova G.S., Zhurov V.V., Shegebayeva G.E. Chislennoye resheniye odnoy sistemy integralnykh uravneniy fredgolma tretyego roda v zadache ob opornom davlenii vblizi ochistnoy vyrabotki. *Novosti nauki Kazakhstana*. 2019. 3, 98-103 (in Russ.).