

# Statistical Properties of Ideal Ensemble of Disordered 1D Steric Spin-Chains

Ashot S. Gevorkyan, Hakob G. Abajyan and Hayk S. Sukiasyan

Institute for Informatics and Automation Problems of NAS of RA  
e-mail g\_ashot@sci.am, habajyan@ipia.sci.am, haikarin@netsys.am

## Abstract

The statistical properties of ensemble of disordered 1D steric spin-chains (SSC) of various length are investigated. Using 1D spin-glass type classical Hamiltonian, the recurrent trigonometrical equations for stationary points and corresponding conditions for the construction of stable 1D SSCs are found. The ideal ensemble of spin-chains is analyzed and the latent interconnections between random angles and interaction constants for each set of three nearest-neighboring spins are found. It is analytically proved and by numerical calculation is shown that the interaction constant satisfies Lévy's alpha-stable distribution law. Energy distribution in ensemble is calculated depending on different conditions of possible polarization of spin-chains. It is specifically shown that the dimensional effects in the form of set of local maximums in the energy distribution arise when the number of spin-chains  $M \ll N_x^2$  (where  $N_x$  is the number of spins in a chain) while in the case when  $M \propto N_x^2$  energy distribution has one global maximum and the ensemble of spin-chains satisfies Birkhoff's ergodic theorem. Effective algorithm for parallel simulation of problem which includes calculation of different statistic parameters of 1D SSCs ensemble is elaborated.

## References

- [1] K. Binder and A. P. Young, "Spin glasses: Experimental facts, theoretical concepts, and open questions", *Rev. Mod. Physics*, vol. 58, no. 4, pp. 801-976, 1986.
- [2] M. Mézard, G. Parisi, M. A. Virasoro, *Spin Glass Theory and Beyond*, World Scientific, Singapore, 1987.
- [3] A. P. Young (ed.), *Spin Glasses and Random Fields*, World Scientific, Singapore, 1998.
- [4] R. Fisch and A. B. Harris, "Spin-glass model in continuous dimensionality", *Phys. Rev. Lett.*, **47**, p.620, 1981.
- [5] A. Bovier, *Statistical Mechanics of Disordered Systems: A Mathematical Perspective*, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, p. 308, 2006.
- [6] Y. Tu, J. Tersoff and G. Grinstein, *Structure and Energetic of the Si and SiO<sub>2</sub> Interface*", *Phys. Rev. Lett.*, **81**, p. 4899, 1998.
- [7] K. V. R. Chary, G. Govil, "NMR in Biological Systems: From Molecules to Human", *Focus on Structural Biology 6*, Springer, p. 511, 2008.

- [8] E. Baake, M. Baake and H. Wagner, “Ising Quantum Chain is a Equivalent to a Model of Biological Evolution”, *Phys. Rev. Let.*, **78**(3), pp. 559-562, 1997.
- [9] A. S. Gevorkyan et al., “New Mathematical Conception and Computation Algorithm for Study of Quantum 3D Disordered Spin System Under the Influence of External Field”, *Trans. On Comput. Sci.*, VII, LNCS 132-153, Springer-Verlage, 10.1007/978-3-642-11389-58.
- [10] S. F. Edwards and P. W. Anderson, Theory of spin glasses, *J. Phys. F* **9**, p. 965, 1975.
- [11] J. von Neuman, “Physical applications of the ergodic hypothesis”, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, **18**(3): pp. 263-266 (1932).
- [12] G. D. Birkhoff, “What is ergodic theorem?”, *American Mathematical Monthly*, vol. 49, no. 4, pp. 222-226, 1931.
- [13] S. Flügge, *Practical quantum mechanics I*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg- New York, 1971.
- [14] M. R. Spiegel, “Theory and problems of probability and stochastics”, *New-York, McGraw-Hill*, pp. 114-115, 1992.
- [15] I. Ibragimov and Yu. Linnik, *Independent and Stationary Sequences of Random Variables*, Wolters-Noordhoff Publishing Groningen, The Netherlands, 1971.
- [16] J. P. Nolan, “Stable distributions: models for heavy tailed data (2009-02-21). [en.wikipedia.org/Stable/distribution](http://en.wikipedia.org/Stable/distribution).”
- [17] H. G. Katzgraber, A. K. Hartmann and A. P. Young, “New insights from one-dimensional spin glasses”, ArXiv:0803.3417v1 [cond-mat.dis-nn], 2008.

## Իդեալական 1D տարածական չկարգավորված սպին-շղթաների համույթի վիճակագրական հատկությունները

Ա. Գևորգյան, Հ. Աբաջյան և Հ. Սուքիասյան

### Ամփոփում

Աշխատանքում ուսումնասիրված են տարբեր երկարությամբ իդեալական 1D տարածական չկարգավորված սպին-շղթաների համույթի (Տ.Չ.Գ.Ս.Շ.Հ) վիճակագրական հատկությունները: Օգտագործելով 1D սպին-սպակի տիպի դասական համիլտոնիանը, գտնվել են ստացիոնար կետի ռեկուրենտ եռանկյունաչափական հավասարումները և համապատասխան պայմաններ՝ 1D կայուն Տ.Չ.Գ.Ս.Շ.Հ. կառուցելու համար: Վերլուծվել է սպին-շղթաների իդեալական համույթը և յուրաքանչյուր 3 ամենամոտ սպինների բազմության համար գտնվել են անկյունային և փոխազդեցության հաստատունի միջև թաքնված կապերը: Անալիտիկորեն սպացուցվել է և թվային հաշվարկների միջոցով ցույց է տրվել, որ փոխազդեցության հաստատունը բավարարում է Լեվիի ալֆա-կայուն բաշխման օրենքին: Համույթի էներգիայի բաշխումը հաշվված է կախված սպին-շղթաների տարբեր հնարավոր բևեռացվածության պայմաններից: Մասնավորապես ցույց է տրված, որ  $>$ ներգիայի բաշխման մեջ լոկալ մաքսիմումների բազմության տեսքով առաջանում են չափային  $>$ ֆեկտներ, երբ սպին-շղթաների քանակը  $M \ll (N_x)^2$  (որտեղ  $N_x$  շղթայում սպինների քանակն է): Այն դեպքում, երբ  $M \sim (N_x)^2$ , էներգիայի բաշխումն ունի 1 գլոբալ մաքսիմում և սպին շղթաների համույթը բավարարում է Բիրկհոֆի  $>$ բոդիկ թեորեմին: Ստեղծված է արդյունավետ ալգորիթմ խնդրի զուգահեռ մոդելավորման համար, որը ներառում է 1D Տ.Չ.Գ.Ս.Շ. համույթի տարբեր վիճակագրական պարամետրերի հաշվարկը: