



Міністерство освіти і науки України  
Мелітопольський державний  
педагогічний університет  
імені Богдана Хмельницького

# ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ ТА НАУЦІ

Збірник наукових праць

Випуск 10

Мелітополь - 2018



Міністерство освіти і науки України  
Мелітопольський державний педагогічний університет  
імені Богдана Хмельницького

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
В ОСВІТІ ТА НАУЦІ**

Збірник наукових праць

Випуск 10

Мелітополь – 2018



УДК 004:[001+37](058)

ББК 32.973-01я5

174

Рекомендовано до друку Вченою радою Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 16 від 27.06.2018 р.)

**Редакційна колегія:**

Осадчий В.В. – доктор педагогічних наук, професор, голова редакційної колегії;

Наумук І.М. – кандидат педагогічних наук, заступник голови редакційної колегії;

Гоменюк С.І. – доктор технічних наук, професор;

Горбатюк Р.М. – доктор педагогічних наук, професор;

Лазарєв М.І. – доктор педагогічних наук, професор;

Мачинська Н.І. – доктор педагогічних наук, доцент;

Меняйленко О.С. – доктор технічних наук, професор;

Спірін О.М. – доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України;

Сущенко А.В. – доктор педагогічних наук, професор;

Хоменко В.Г. – доктор педагогічних наук, професор.

**174 Інформаційні технології в освіті та науці: Збірник наукових праць.— Випуск 10. — Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2018. — 373 с.**

До збірника ввійшли матеріали, присвячені актуальним проблемам, що пов'язані із сучасним станом, перспективами розвитку, а також упровадженням та використанням інформаційних технологій у навчальний процес, наукові дослідження та економічну сферу.

Збірник буде корисним науково-педагогічним працівникам, аспірантам та студентам.

**ISBN 978-617-7566-33-4**

УДК 004:[001+37](058)

ББК 32.973-01я5

© Автори публікацій, 2018



2. Обзор платформы Eclipse - как её использовать.  
<https://hightech.in.ua/content/art-eclipse-platform>
3. Обзор IntelliJ IDEA 2017.1: Java 9, Kotlin 1.1, Spring, Gradle, JavaScript, Go и многое другое  
<https://habr.com/company/JetBrains/blog/324578/>

## UNIVERSAL TOOLS OF MODELING DIFFERENT NATURE COMPLEX SYSTEMS

*Soloviev Volodymyr Mykolayovych,*

*\*)Solovyova Viktoriya Volodymyrivna*

*Prof. Dr, Head of Department of Computer Science and Applied  
Mathematics*

*Kyryvi Rih State Pedagogical University*

*\*)Dr., Associate Professor of the Department of Economics and  
Entrepreneurship Economic Institute of Kyiv National Economic University  
named after Vadym Hetman, Kryviy Rih*

**Анотація.** Показано, що існує потужний набір інструментів для дослідження процесів самоорганізації у складних системах як природного, так і штучного походження. Вони характеризують багатоаспектність категорії складності - мультифрактальність, незворотність, нелінійність, рекурентність, нестійкість, емерджентність тощо, а кількісна оцінка динаміки окремих мір складності дозволяє проводити процеси моніторингу, прогнозувати та попереджувати небажані критичні чи кризові явища. Окрема увага приділяється мережним мірам складності, які у повній мірі застосовні для побудови мережних синергетичних педагогічних систем.

**Ключові слова:** складні системи, міри складності, мережі, синергетична мережна педагогіка, графи видимості, рекурентні мережі, моделювання мережної динаміки

**Summary.** It is shown that there is a powerful set of tools for the study of self-organization in complex systems, both natural and artificial origin. They characterize the multidimensional nature of complexity - multifractality, irreversibility, non-linearity, recurrence, nonstability, emergence, etc., and quantitative evaluation of individual dynamical



measures of complexity allows for monitoring, predicting and preventing unwanted critical or crisis. Particular attention is paid to measures of network complexity, which are fully applicable to build synergistic network of pedagogical systems.

**Keywords:** complex systems, complexity measures, networks, synergistic network pedagogy, visibility graphs, recurrent networks, network dynamics modeling

The instability, the transience of complex natural and artificial systems in relation to normal and natural perturbations, and their weak predictability indicate, first of all, the crisis of the methodology of modeling, prediction and interpretation of complex systems [1]. The doctrine of the unity of the scientific method states that for the study of events in such systems, the same methods and criteria as those used in the study of natural phenomena are applicable. It becomes clear that in the pedagogical sciences notable successes should be expected within the framework of interdisciplinary approaches and the theory of self-organization - synergetica [2], which is on the verge of a new, network paradigm generated by significant achievements in the study of complex networks (complex networks) [3]. Complex networks include electrical, transport, information, social, economic, biological, neural and other networks. The network paradigm has become dominant in the study of complex systems since it allows you to enter new quantitative measures of complexity not existing for the time series [4]. Moreover, the network paradigm provides adequate support for the main concepts of Industry 4.0 [5], modeling and quantifying not only cyber-physics, but also cyber-human systems that are associated with heterogeneous relationships in real and virtual spaces.

Previously, we introduced, formalized and adapted for systems of different nature, given their time series of their characteristics, quantitative measures of complexity, both for individual time series, and for networks built on their basis, in particular: algorithmic, fractal, chaos-dynamic, recurrent, non-existent, non-reversible, etc. [6, 7]. Significant advantage of the introduced measures is their dynamism, that is, the ability to monitor the change in time of the chosen measure and compare it with the corresponding dynamics of the output time series. This allowed us to compare the critical changes in the dynamics of the system, which is described by the time series, with characteristic changes in concrete measures of complexity [6, 7]. It turned out that quantitative measures of complexity respond to critical



changes in the dynamics of a complex system, which allows them to be used in the diagnosis process and prediction of future changes.

In this paper, on the example of network complexity we show how they can be used in the study of system dynamics. It is known that the most commonly used methods for converting time sequences to the corresponding networks are recurrent, visibility and correlation graphs [4]. The technology of recurrent diagrams for the visualization of recurrences in the phase space is based on Henry Poincare's idea of the recurrence of the phase space of dynamical systems. According to the Takens theorem, the equivalent phase trajectory that stores the structure of the original phase trajectory can be restored from one observation or time series by the method of time delays:  $\hat{x}(t) = (u_i, u_{i+\tau}, \dots, u_{i+(m-1)\tau})$ , where  $m$  is the dimension of the attachment,  $\tau$  - the time delay (the real time delay is defined as  $\tau \cdot \Delta t$ ). The recurrent diagram shows the existing repetitions in the form of a binary matrix  $R$ , where  $R_{i,j} = 1$ , if  $\bar{x}_j$  it is adjacent to the state  $\bar{x}_i$ ,  $R_{i,j} = 0$  otherwise. Neighboring (or recurrent) states are those  $\bar{x}_j$  that fall into a  $m$ -dimensional area with a radius  $\varepsilon$  and a center in  $\bar{x}_i$ . It is clear that the parameters  $m, \tau, \varepsilon$  are key for recurrent analysis. The recurrent diagram is easily transformed into a matrix of adjacency, on which the spectral and topological characteristics of the graph are calculated [4]. In fig. 1 shows a phase portrait and a corresponding recurrence diagram for a well-known Lorentz attractor.

The algorithm of the graph of visibility is realized as follows. Take a time series  $Y(t) = [y_1, y_2, \dots, y_n]$  of length  $N$ . Each time point data point can be considered as a vertex in an associated network, and the edge connects two vertices if two corresponding data points can «see» each other from the corresponding point in the time series (Fig. 2a). Formally, two values of the series  $y_a$  (at the time  $t_a$ ) and  $y_b$  (at the time  $t_b$ ) are connected, if for any other value  $(y_c, t_c)$ , which is placed between them (i.e.,  $t_a < t_c < t_b$ ), the condition  $y_c < y_a + (y_b - y_a) \frac{t_c - t_a}{t_b - t_a}$  is satisfied. A certain modification of the algorithm (Fig. 2b) is called a horizontal visibility graph. A multilayer network is a pair  $M = (G, C)$  where  $G = \{G_\alpha; \alpha \in \{1, \dots, M\}\}$  there is a family of graphs (whether directed or not, weighed or not)  $G_\alpha = (X_\alpha, E_\alpha)$ , called layers, and  $C = \{E_{\alpha\beta} \subseteq X_\alpha \times X_\beta; \alpha, \beta \in \{1, \dots, M\}, \alpha \neq \beta\}$  a set of links



between nodes of different layers  $G_\alpha$  and  $G_\beta$  at  $\alpha \neq \beta$ . Multiplex (multiplex) network is a partial interlayer case and contains a fixed number of nodes connected by different types of bonds.

Multiplex networks are characterized by correlations of different nature, which make it possible to introduce additional spectral and topological measures, which we call multiplexes.

Consider, for example, the overlapping of links between different layers.

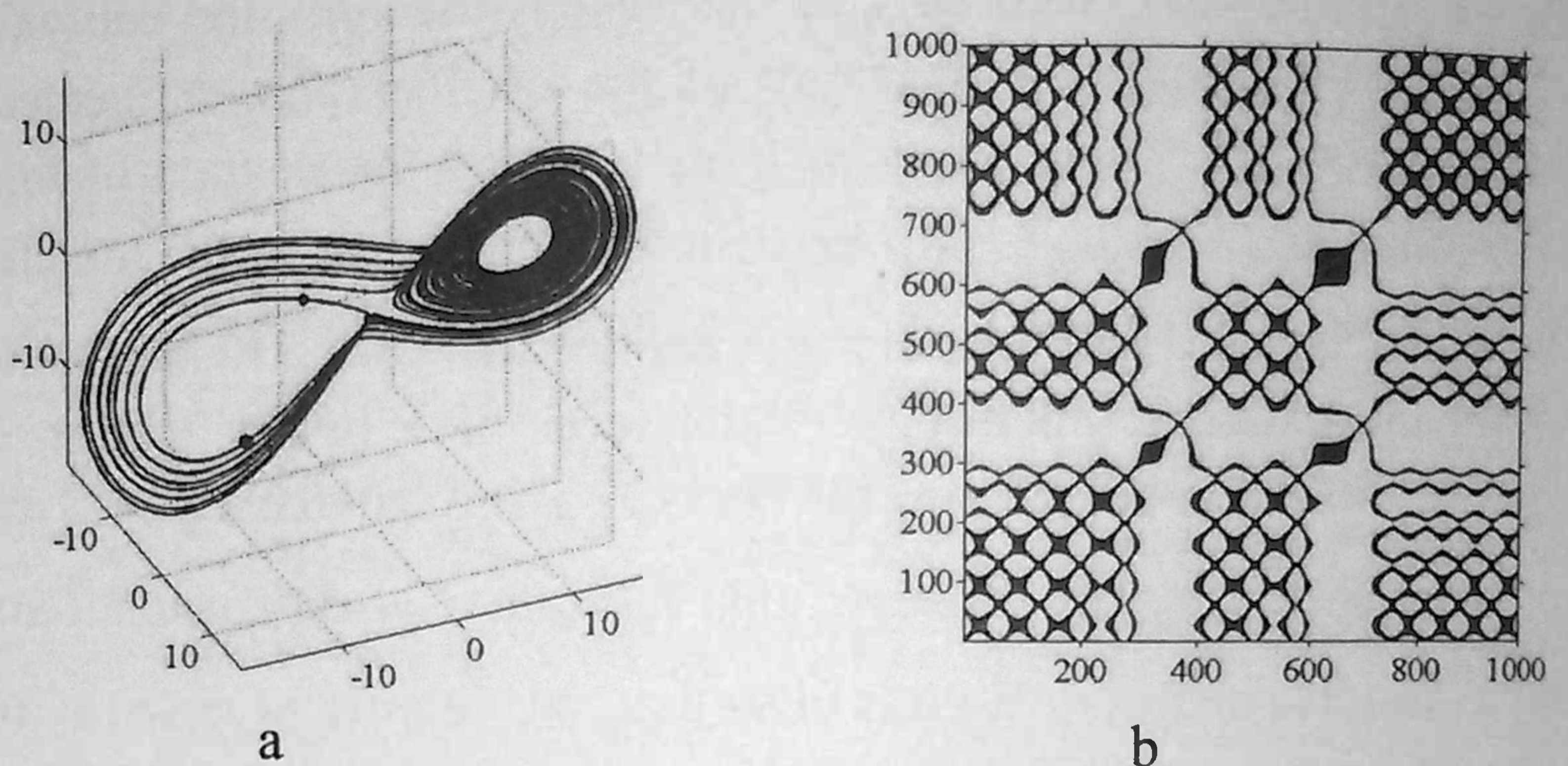


Fig. 1. Lorenz attractor (a) and his recurrence plot (b).

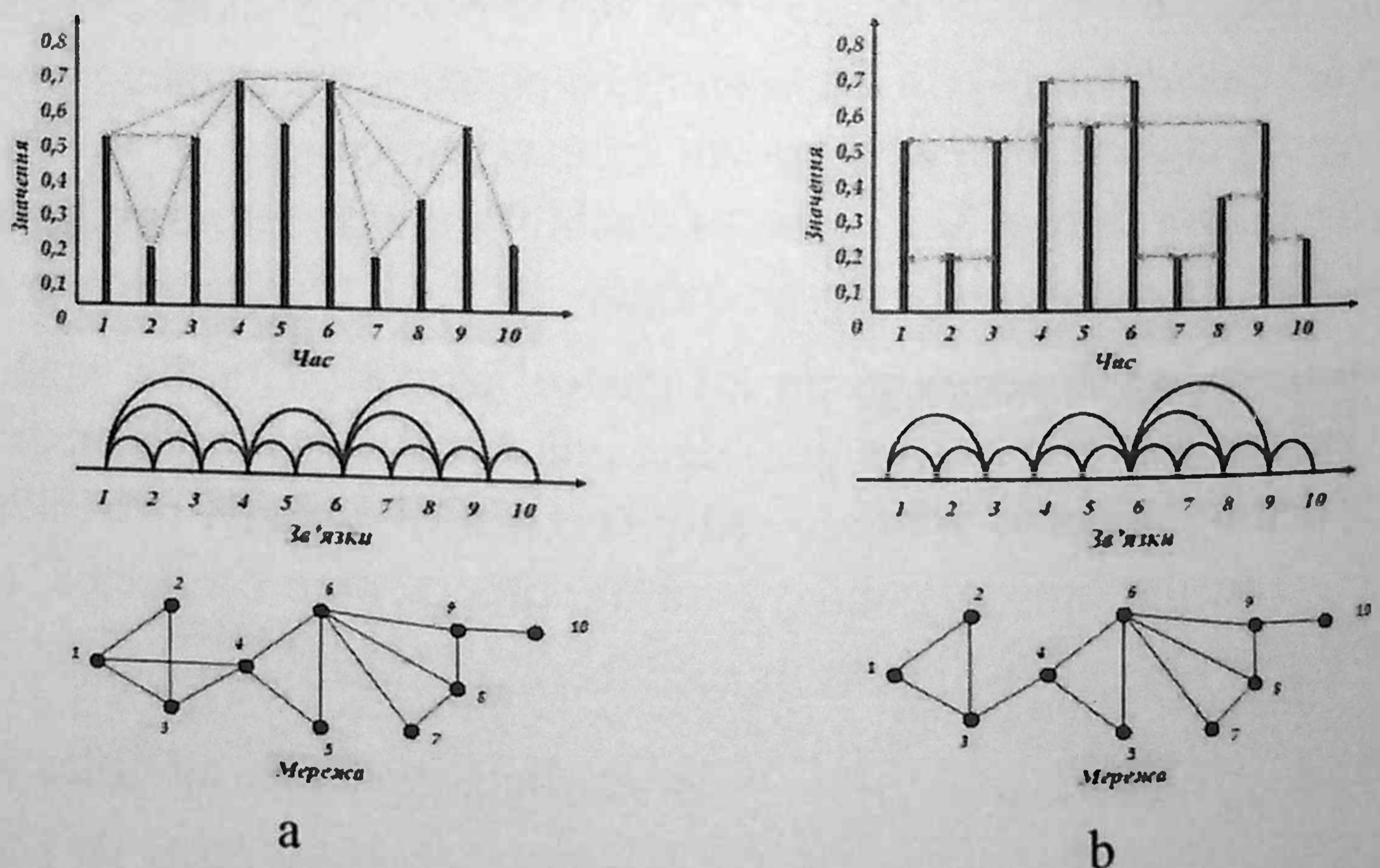


Fig. 2. Converting the time series to the graph by the visibility graph algorithm (a) and the horizontal visibility graph (b)



edge overlap obviously equals

The average

$$\omega = \frac{\sum_i \sum_{j>i} \sum_{\alpha} a_{ij}^{[\alpha]}}{M \sum_i \sum_{j>i} (1 - \delta_{0, \sum_{\alpha} a_{ij}^{[\alpha]}})}$$

and determines the number of layers in which this bond is present. Its value lies on the interval  $[1/M, 1]$  and equals  $1/M$  if the connection exists only in one layer, that is, if there is a layer  $\alpha$  such that  $a_{ij}^{[\alpha]} = 1, a_{ij}^{[\beta]} = 0 \forall \beta \neq \alpha$ . If all layers are identical, then  $\omega = 1$ . Consequently,

this measure can serve as a measure of the coherence of the output time series: high values  $\omega$  indicate a noticeable correlation in the structure of time series. The total overlap  $O^{\alpha\beta}$  between the two layers is defined as the total number of bonds that are shared between the layers  $\alpha$  and  $\beta$ :

$$O^{\alpha\beta} = \sum a_{ij}^{\alpha} a_{ij}^{\beta}, \text{ where } \alpha \neq \beta.$$

The peculiarities of the use of appropriate measures of complexity for systems of different nature are discussed.

### References

1. Saptsin V., Soloviev V. "Relativistic quantum econophysics - new paradigms in complex systems modelling" / arXiv:0907.1142v1 [physics.soc-ph], 2009.
2. Prigogine I., Stengers I. Order out of chaos. Mans new dialogue with nature / Heinemann. London. - 1984. - 432 p.
3. Vito Latora. Structural measures for multiplex networks / arxiv.org/pdf/1308.3182v3, 2013.
4. Soloviev V.M. Network measures of complexity of socio-economic systems // Herald of Cherkasy University, ser. «Applied Mathematics. Computer Science». - 2015, No. 38 (371) - P.67-79.
5. Marsh P. The new industrial revolution: consumers, globalization and the end of mass production. / Yale University Press - 2012. - 420 p.
6. Derbentsev V.D. Synergetic and econophysical methods of studying the dynamic and structural characteristics of economic systems: [Monograph] / V.D. Derbentsev, O.A. Serdyuk, V.M Soloviev, O.D. Sharapov - Cherkasy: Brama-Ukraine, 2010. - 300 p.
7. Soloviev V.M. Modeling of complex systems / V.M. Soloviev, O.A. Serdyuk, G. B. Danilchuk // Educational and methodical manual for



independent study of discipline. - Cherkasy: Publisher O. Yu. Vovchok, 2016. - 204 p.

## **ЕЛЕКТРОННЕ АНКЕТУВАННЯ ПЕРШОКУРСНИКІВ ЩОДО ЇХ АДАПТАЦІЇ В УМОВАХ КЛАСИЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

*Староста Володимир Іванович,  
доктор педагогічних наук, професор,*

*Попадич Олена Олександрівна,  
кандидат педагогічних наук, доцент,*

*ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*

**Анотація.** Проведено електронне анкетування першокурсників з метою дослідження адаптації студентів до освітнього процесу в умовах класичного університету. Описано переваги електронного анкетування та виявлено певні особливості у процесі адаптації першокурсників.

**Ключові слова:** адаптація, навчальна та соціальна адаптація, студенти-першокурсники, електронне анкетування, класичний університет.

Проблема адаптації особистості в суспільстві є завжди актуальною в галузі різних наук (філософія, соціологія, психологія, педагогіка та ін.), оскільки зміна умов життєдіяльності людини спричиняє відповідне реагування. Завершення навчання в школі та вступ до закладу вищої освіти є надзвичайно важливим етапом в житті молоді людини. З одного боку, першокурсники поступово пристосовуються до умов вищої школи, а з іншого боку, – студенти самі впливають на нове освітнє середовище, на викладачів у процесі освітньої діяльності. Дослідження різних аспектів адаптації студентів першого курсу дає можливість оперативно реалізувати зворотній зв'язок і покращувати умови життєдіяльності молодих людей.

Мета роботи полягає у виявленні певних особливостей адаптації до освітнього процесу першокурсників в умовах класичного університету методом електронного анкетування.

Відомий вітчизняний психолог Г. Балл (1989) [1, с. 99] зауважує, що поняття адаптації здатне зіграти важливу роль у психологічному пізнанні, якщо трактується не вузько (як пристосування до середовища),