

Мережева парадигма складних систем

Леся Угрин, Мар'яна Баран

Кафедра інформаційних систем та технологій, Національний університет «Львівська політехніка» Інститут підприємництва та перспективних технологій, УКРАЇНА, м.

Львів, вул. Горбачевського, 18,

E-mail: uhlesya@ukr.net¹, marion2008@ukr.net²

Within the limits of the network paradigm, the possibilities of investigation of complicated social and economic systems that exist in the society have been analyzed. The characteristics of networks are examined, taking into consideration stability, effects of dissemination of information, static qualities of systems, considering the typology of these networks. On the basis of the health resort "Truskavets" the correlational and recurrent methods of transformation of time succession in the network in the period of 2000-2015 are realized, the model for researching the dynamics of quarterly incomes and investments in this period is suggested. It is shown, that this social and economic system is effected by the state of investment in the region. The expediency of introduction and usage of the network approach is proved, which provides the opportunity of the development of new spectrum of network measure of complexity using cloud technologies is proved in the studying of system dynamics.

Ключові слова – Давоський форум, складні мережі, часові ряди, міра складності, мережева парадигма, регресійний аналіз.

Давоський форум 2016 року актуалізував питання технологій «четвертої індустріальної революції», яка продовжує концепцію першої, другої та третьої індустріальних революцій. Особливості кожної з них описав економіст і еколог Джеремі Ріфкін [1]. Ми живемо у час, коли акцент робиться на інноваціях, стираються відмінності між фізичною, цифровою і біологічною сферами. Швейцарський економіст Клаус Мартін Шваб, проаналізувавши розвиток сучасної економічної системи, ввів термін цифрової «четвертої індустріальної революції».

Метою роботи є аналіз можливості дослідження складних соціально-економічних систем у рамках мережевої парадигми складності.

Впровадження інноваційних технологій в Україні, яку заповонив цілий спектр зовнішніх і внутрішніх проблем, відбувається неоднозначно і повільно. Простір для нових послуг і продуктів стає безмежним завдяки смартфонам, біотехнології, штучному інтелекту. Тому зараз основними носіями змін стають хмарні технології та розвиток способів збору і аналізу даних Big Data. Новим етапом дослідження складних систем може стати напрям, що опирається на парадигму мережевої синергетики та має назву “complex network” (складні мережі). Оскільки до складних мереж можна віднести інформаційні, економічні, соціальні, транспортні, нейронні, біологічні та багато інших, то і дослідження їх з точки зору мережевої парадигми набуває неабиякого значення. Цей напрям дає можливість вивчати характеристики мереж враховуючи стійкість, ефекти розповсюдження інформації, статичні властивості систем, виходячи при цьому із топології цих мереж [2-4]. Все перераховане дає можливість вводити нові кількісні міри

складності для часового ряду системи, що і робить мережеву парадигму домінуючою при дослідженні складних систем.

Алгоритмічні, хаосдинамічні, фрактальні, логічні, обчислювальні – кількісні міри складності для окремих часових рядів, особливістю яких є динамічність. Тобто, можна порівнювати зміну обраної міри з динамікою вихідного часового ряду і відстежувати її розвиток у часі. Алгоритмічна міра приймає систему як функцію, яка може бути оброблена за допомогою написаного алгоритму, а логічна – базується на аналізі предикатів, які характеризують систему. Все це дозволяє для систем, що описуються часовим рядом, співставляти критичні зміни динаміки із змінами конкретних досліджуваних мір складності.

В даній роботі реалізовано метод перетворення часових послідовностей у відповідній мережі – рекурентний та кореляційний. Базами даних для реалізації даної технології і проведення розрахунків стали часові ряди щоквартальних доходів за період 2000-2015 рр. курортполісу «Трускавець» та інвестицій в цей період. Обирався період (рік – чотири квартали) і для нього будувалась модель (1)

$$Y_t = b_0 + b_1 X_t + b_2 Y_{(t-1)} + u_t \quad (1)$$

Наступним кроком було зміщення часового ряду і процедура оцінки параметрів, які рекурентно повторювали. Дохід в період t залежав від інвестицій в цей період та від доходів в період $(t-1)$ кожного мережевого регіону курортполісу. Використовуючи мережні міри складності взятої системи, їх було адаптовано для дослідження системної динаміки доходів окремих регіонів. Враховуючи топологічні властивості мережі та результати розрахунків і аналізу, видно, що соціально-економічна система є чутливою до стану інвестування в регіоні.

Таким чином, можна стверджувати про доцільність введення і використання мережних мір складності та їх адаптацію при дослідженні системної динаміки. Мережевий підхід є альтернативою нелінійним методам аналізу динаміки часових рядів і передбачає можливість розроблення нового спектру мережевих мір складності, для обробки яких, доцільно використовувати хмарні технології та технології обробки великих об'ємів даних Big Data. Дані технології можна використовувати і для мереж які взаємодіють між собою.

Література

1. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом / Джейми Рифкин; Пер. с англ. – М.: Альпина нон фикшн, 2014. – 410 с.;
2. Соловійов В.М. Мережні міри складності соціально-економічних систем // Вісник Черкаського університету, сер. «Прикладна математика. Інформатика», 2015. №38(371) – С.67-79;
3. Малинецький Г.Г. Теория самоорганизации. На пороге IV парадигмы / Г.Г.Малинецький // Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. Т.5, №3. – С.315-366;
4. Соловійова В.В. Динаміка мережевих мір складності в умовах фінансових криз // Вісник Університету банківської справи Національного банку України, 2013. №3(18) – С.276-280.