

А. М. Баранов

baranov@gsu.by

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь

ИНФОРМАЦИОННО-СЕТЕВЫЕ СИСТЕМЫ В МНОГОМЕРНОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В статье исследуется концепция социальных сетей с позиции структурированности взаимоотношения между домашними хозяйствами и организациями, рассматриваются глобальные сетевые структуры как элементы многомерного экономического пространства, используется модель цепей Маркова для анализа социально-экономической сети информационного общества.

Теория информационного общества неразрывно связана с концепцией социальных сетей, сформированной в конце XX века в работах *М. Кастельса, К. Фауста, Л. Фримана, С. Берковица, Б. Веллмана, Д. Ноука, П. Марседена*, и др. *Б. Веллман и С. Берковиц* отмечают, что различные структуры общества «могут быть представлены как сети, то есть как совокупность узлов (или участников социальной системы) и совокупность связывающих звеньев, обеспечивающих их взаимодействие». Формируется так называемое **новое многомерное экономическое пространство**, которое характеризуется возможностью *разделять* производственный процесс по отдельным предприятиям, размещенным в различных местах, при этом обеспечивая *единство производственного процесса* через современные коммуникационные возможности [1]. *М. Кастельс* всё современное глобальное общество называет **обществом сетевых структур**, подчеркивая их, с одной стороны, всеобъемлющий, а с другой – определяющий характер. Особенностью современного общества в трактовке *М. Кастельса* является не столько доминирование информации, сколько *преобразование вариантов её использования*, когда ведущую роль в обществе приобретают **глобальные сетевые структуры**, вытесняющие традиционные формы взаимоотношений [2–4].

Гипотетическую информационно-социальную сеть можно представить в матричном виде, чтобы пояснить, как происходят различные взаимодействия между ее участниками, что отражено в таблице 1.

Между акторами существует связь, если последовательные шаги распространения информации соединяют их. Длина пути, который проходит информация в социальной сети от одного актора к другому, измеряется минимальным количеством шагов, необходимым для их соединения. Так, например, длина пути от I до A равна трём: I направляет информацию G, G направляет информацию E, а E уже направляет информацию A, – итого: 3 шага. Акторы считаются достижимыми в отношении друг друга, если они соединены прямым или пошаговым путем. Так, акторы A и E достижимы по отношению к 8 из 9 других членов сети, в то время как актор J недостижим. Акторы сети могут быть лучше или хуже соединены с другими, что определяет их место в социальной сети. В нашем примере наилучшие получатели информации – A и E, каждый из них может получать информацию от 4-х других акторов, но у актора E все эти четыре варианта взаимны, то есть E может также и отправлять

этим четырём акторам информацию, а у актора А – *асимметричны, или односторонни*. Е – самый крупный распространитель информации, за ним идут В, С, D, каждый из которых может отправлять информацию трём акторам [5].

Таблица 1 – Описание гипотетической социальной сети в матричном виде

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	в целом
A		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
B	1		1	1	0	0	0	0	0	0	3
C	1	1		1	0	0	0	0	0	0	3
D	1	1	1		0	0	0	0	0	0	3
E	1	0	0	0		1	1	1	0	0	4
F	0	0	0	0	1		0	0	0	0	1
G	0	0	0	0	1	0		0	0	0	1
H	0	0	0	0	1	0	0		0	0	1
I	0	0	0	0	0	0	1	0		0	1
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
в целом	4	2	2	2	4	1	2	1	0	0	18

Модели социальных сетей чаще всего изображаются в матричном виде, но их можно также представлять *в графическом виде*. Используем сетевой принцип построения экономических взаимоотношений на практике. Построим *сетевую модель обмена частными трансфертами между домохозяйствами*, которые интерпретируются как *акторы сетей*. В качестве источника информации используем стандартный массив социоэкономических данных, из которых реконструируем сетевые переменные. Определены следующие типы ресурсов, которыми обмениваются домохозяйства: (1) денежные; (2) труд; (3) продукты и вещи; (4) информация. Для каждого вида ресурсов выделены следующие типы домохозяйств, участвующих в обмене: (1) донор (только отдаёт данный ресурс и ничего не получает); (2) реципиент (только получает данный ресурс и ничего не отдаёт); (3) обменный актор (и получает и отдаёт данный трансферт); (4) независимый актор (вообще не участвует в обмене данным ресурсом).

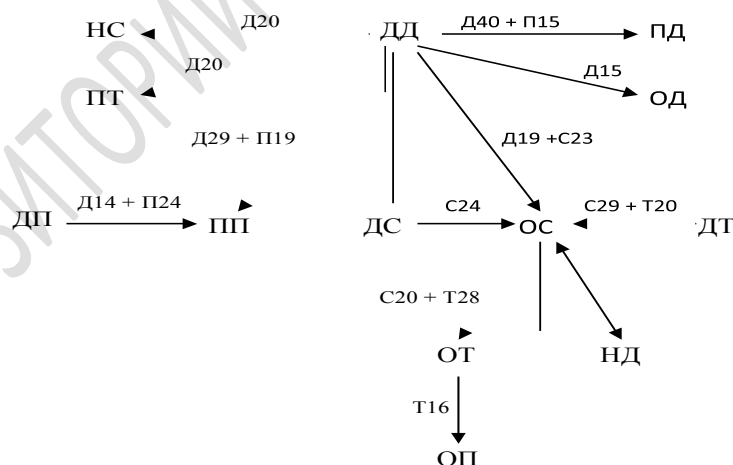


Рисунок 1 – Минимальное сетевое дерево обмена между домохозяйствами

В денежно–продуктовом обмене участвуют следующие вершины сети: «доноры денег», «доноры продуктов», «потребители денег», «потребители продуктов», «независимые по связям», «обмен денег», «обмен связями». Минимальное остоное дерево сети распадается на две части с двумя центрами: «донор денег» является центром денежных и продуктовых потоков, «обмен связями» — центр трудовых и информационных потоков.

Два этих центра связаны двойным потоком денег и связей (компромиссный вариант), который направлен от «доноров денег» к «обмену связями» (рисунок 1) [3].

Исходя из графической модели денежные и продуктовые потоки являются наиболее устойчивыми в обменах между домохозяйствами.

Используем Модель цепей Маркова для анализа социально-экономической сети. Например, завод по изготовлению телевизоров, находясь в состоянии 1, может увеличить спрос путем увеличения количества и качества поступающей ему социальной информации. Это требует добавочных затрат и уменьшает доход. В состоянии 2 завод может увеличить вероятность перехода в состояние 1 путем увеличения затрат на исследования. Выделим две стратегии. Первая состоит в отказе от затрат на социальную информацию и исследования, а вторая – в согласии на них. Пусть матрицы переходных вероятностей и матрицы доходов для данных стратегий имеют вид:

$$\begin{aligned} P_1 &= \begin{bmatrix} 0,5 & 0,5 \\ 0,4 & 0,6 \end{bmatrix} & R_1 &= \begin{bmatrix} 9 & 3 \\ 3 & -7 \end{bmatrix} \\ P_2 &= \begin{bmatrix} 0,8 & 0,2 \\ 0,7 & 0,3 \end{bmatrix} & R_2 &= \begin{bmatrix} 4 & 4 \\ 1 & -19 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (1)$$

В рассмотренной ситуации имеет место управляемая цепь Маркова. Управление соответствует выбору стратегии. Пусть каждому состоянию $i \in S = \{1, \dots, N\}$ соответствует конечное множество K_i решений (или альтернатив), элементы которого обозначим номерами $1, \dots, k_i$. Пространством стратегий K называется прямое произведение множеств решений $K = K_1 \times K_2 \times \dots \times K_N$. Пусть в i -м состоянии имеется не одно, а k_i множеств переходных вероятностей $\{p_{ij}^l\}, l = \overline{1, k_i}$. При $|K_i| = 1$ имеем случай неуправляемой цепи Маркова. Если система находится в состоянии $i \in S$ и принимается решение $k \in K_i$ то

- она получает доход r_i^k ;
- ее состояние в следующий момент времени определяется вероятностью p_{ij}^k , где

p_{ij}^k – вероятность того, что система из состояния $i \in S$ при выборе решения $k \in K_i$ перейдет в состояние $j \in S$.

Таким образом, смысл k -го решения в i -м состоянии заключается в выборе одного набора переходных вероятностей $\{p_{ij}^k\}$ из K_i возможных. Предполагается, что доход r_i^k ограничен при всех $i \in S$ и $k \in K_i$.

Кроме того,

$$\sum_{j=1}^N p_{ij}^k = 1, \quad p_{ij}^k \geq 0 \quad \text{при всех } i, j \in S \text{ и } k \in K_i. \quad (2)$$

Управляемой цепью Маркова называется конструкция, задаваемая параметрами $\langle K, P, r \rangle$, где K – решения, P – вероятности переходов, r – доходы. Доход, полученный за несколько шагов, является случайной величиной, зависящей от начального состояния и принимаемых в каждый момент времени решений.

Назовем решение, принимаемое в конкретный момент, частным управлением. Тогда управление есть последовательность решений в моменты $n = 1, 2, \dots$. Качество управления можно оценить средним суммарным доходом (при конечном времени) или средним доходом в единицу времени (при бесконечном времени).

Пусть $f = \langle k_1, \dots, k_N \rangle \in K$ (3)

Стратегией π называется последовательность решений

$$\pi = (f_1, \dots, f_n, \dots) \quad (4)$$

где f_n – вектор вида (2), i –я компонента которого, обозначаемая через $f_n(i)$, является решением, принимаемым в состоянии $i \in S$ в момент n . Другими словами, задание стратегии означает полное описание в каждый момент времени $t = 1, 2, \dots, n, \dots$ конкретных решений, которые должны были бы приниматься в i –м состоянии, если бы система находилась в нем в рассматриваемый момент. Стратегия $(f, \dots, f, \dots)$ обозначается через f^∞ и называется *стационарной*. Стратегия $\pi = (f_1, \dots, f_n, \dots)$ называется *марковской*, если решение f_n , принимаемое в каждом конкретном состоянии, не зависит от предшествующих состояний и принимавшихся в них решений. В случае марковской стратегии решения f_n могут зависеть только от момента времени n .

Обозначим произвольную конечную часть стратегии через ${}^n\pi = (f_1, \dots, f_n)$. Пусть зафиксированы произвольная стратегия $\pi = (f_1, \dots, f_n, \dots)$ некоторый момент времени n . Если в этот момент система находилась в состоянии $i \in S$, то в следующий $(n+1)$ –й момент времени она будет находиться в состоянии $j \in S$ с вероятностью p_{ij}^k , где $k = f_n(i)$. Тогда матрица переходных вероятностей в момент n имеет вид

$$P = P(f_n) = \begin{bmatrix} p_{11}^{f_n(1)} & \dots & p_{1N}^{f_n(1)} \\ \dots & \dots & \dots \\ p_{N1}^{f_n(N)} & \dots & p_{NN}^{f_n(N)} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Таким образом, при фиксированной стратегии π получаем цепь Маркова с матрицами перехода $P(n) = P(f_n)$, $n = 1, 2, 3, \dots$

Обозначим ${}^n\Gamma({}^n\pi)$ – вектор суммарных средних доходов, полученных до любого момента n включительно, для некоторой стратегии ${}^n\pi = (f_1, \dots, f_n)$. Стратегия ${}^n\pi^* = (f_1^*, \dots, f_n^*)$ максимизирующая ${}^n\Gamma({}^n\pi)$, то есть удовлетворяющая неравенству ${}^n\Gamma({}^n\pi^*) \geq {}^n\Gamma({}^n\pi)$ при любых ${}^n\pi = (f_1, \dots, f_n)$ называется оптимальной [6].

Методологический потенциал сетевых исследований чрезвычайно велик, так как они дают возможность *структурировать взаимоотношения между домашними хозяйствами и организациями в наиболее четкой форме*, а также *оперировать данными как на микроуровне, так и на макроуровне*, поэтому сетевые исследования в новой глобальной экономике стали базой для развития социально–экономических и экономических сетевых исследований. Сетевой подход универсален в том смысле, что в его рамках можно проводить анализ междисциплинарного характера.

Литература

1. Баранов А.М. Информационная экономика как основа новой экономической системы (теоретико–методологический аспект) : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.01; Моск. гос. ин-т электроники и математики (техн. ун-т). – М., 2010. – 23 с.
2. Castells M. The Network Society: From Knowledge to Policy. – New Canaan : Center for Transatlantic Relations, Jhu–Saïs, 2016. – 434 p.
3. Градосельская Г. В. Анализ социальных сетей : автореф. дис. ... канд. социол. наук : 22.00.01. – М, 2001. – 21 с.
4. Купер И.Р. Гипертекст как форма организации социального знания : дис. ... канд. социол. наук : 22.00.01. – М. : Ин-т социологии РАН, 2001.
5. Стрелец И. А. Социально–экономические последствия информационной глобализации: дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.01. – М., 2003. – 324 л.
6. Прохоренкова А.Т. Использование цепей Маркова в моделировании социально–экономических процессов // Смоленский институт бизнеса и предпринимательства [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа : http://www.sibe.ru/project_issled.aspx. – Дата доступа : 07.08.2017.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ