

УДК 338.4:007:004:330.342.146 (476)
JEL: D80; G14

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА И СЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ ЕЕ ФОРМИРОВАНИЯ

© 2015 г. *А.М. Баранов*

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь*

На основе теоретической модели развития сетевых структур глобальной экономики определены детерминирующие показатели формирования информационной экономики Беларуси, исследуется вариативность развития экономики Республики Беларусь с учётом использования антропогенных факторов. Рассматривается информационный сценарий развития экономики Беларуси.

Ключевые слова: информация, экономика, сети, модели, развитие.

INFORMATION ECONOMY AND THE NETWORK MODEL OF ITS FORMATION

©2015 г. *A.M. Baranov*

Gomel State University, Gomel, Republic of Belarus

On the basis of theoretical model of development of network structures of global economy determining indicators of formation of information economy of Belarus are defined, variability of development of economy of Republic of Belarus taking into account use of anthropogenous factors is investigated. The information scenario of development of economy of Belarus is considered.

Keywords: information economy, network model development

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. Марсдена, 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].

Поскольку в современной экономике количество связей между элементами сети достаточно велико, возникает проблема определения *релевантных (значимых) подгрупп в сетевом пространстве*. Комбинация доминирования и коммуникативности позволяет установить четыре типа сетевых структур глобальной экономики (рис. 1).

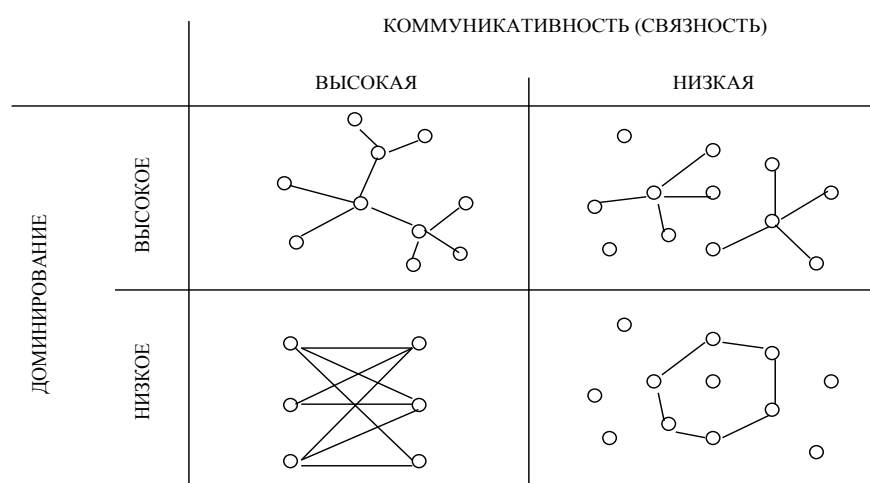


Рис. 1. Типы сетевых структур глобальной экономики

Высокая доминантность и высокая коммуникативность присущи *спутниковой структуре*, где экономические ресурсы перемещаются от центра к периферии. В системе с высокой связанностью и низкой доминантностью общее число связей распределено относительно равномерно таким образом, что потоки направлены от одного фрагмента системы к другому. Эта структура хорошо моделирует *гипертекстовую коммуникацию*, где не предусматривается контроля центра над периферией [3]. Система с низкой коммуникативностью и низкой доминантностью присуща *диффузным, слабоинтегрированным структурам*. Система с низкой коммуникативностью и высокой доминантностью сосредоточивает связи в определенных ареалах сообщества и обозначает его декомпозицию, поэтому она обозначается как *декомпозиционная система* [4].

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 среднем доходом в единицу времени (при бесконечном времени).

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

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

$${}^n\Gamma({}^n\pi^*) \geq {}^n\Gamma({}^n\pi) \text{ при любых } {}^n\pi = (f_1, \dots, f_n) \text{ называется оптимальной [5].}$$

Анализ статистической информации формирования информационной экономики стран ЕС и США позволяет установить, что основными показателями развития информационной экономики являются: наукоёмкость ВВП, уровень развития информационных технологий (ИТ) и степень развития сферы информационных услуг. По результатам наших исследований, *чем больше страна затрачивает финансовых средств на НИОКР, развитие сферы ИТ, тем соответственно более конкурентоспособна её национальная экономика* (данные сведены в таблицу 1).

Таблица 1

Корреляция рейтингов наукоёмкости, развития ИТ
и конкурентоспособности стран

Страна	Наукоёмкость ВВП	Место по индексу сетевой готовности (NetworkedReadinessIndex)	Глобальный индекс конкурентоспособности
	2011г.	2010-2011 гг.	2011 г.
Швеция	4,3%	1	3
Финляндия	3,5%	3	4
Япония	3,2%	19	9
США	2,5%	5	5
Германия	2,5%	13	6
Россия	1,4%	77	66
Беларусь	0,8%	—	—

В Евросоюзе в настоящее время действует VII Рамочная программа научных исследований и разработок на период до 2015 гг., в которой предусмотрен рост затрат на поддержку исследований, а также на развитие научно-инновационной инфраструктуры до 73,27 млрд. евро, что в 4,2 раза больше бюджета реализованной в 2000–2006 гг. VI Рамочной программы (17,5 млрд. евро).

В Швейцарии, занимающей 1-е место в мире по *глобальному индексу конкурентоспособности 2011 гг.*, – самая высокая доля затрат в ВВП на фундаментальную науку. Эта небольшая высокодоходная страна имеет самое большое количество лауреатов Нобелевской премии и лидирует по количеству патентов. Следующим успешным примером высоких затрат на фундаментальную науку является Сингапур, занимающий 5-е место по *глобальному индексу конкурентоспособности в 2011 г.*: доля затрат в ВВП на эти цели сопоставима с показателями США [6, 7].

Проведение НИОКР требует очень больших денежных и иных затрат, занимает достаточно много времени, отражается на конкурентоспособности отдельной фирмы и страны в целом. Поэтому, *как показывает мировой опыт*, обмен прогрессивными наукоёмкими технологиями на базе развития информационно-коммуникационной среды – наиболее рациональный путь повышения уровня технологического и экономического развития стран, а

совершенствование и широкое использование ИТ, в целом информатизации, позволяет минимизировать эти затраты, сделать их однократными, поскольку ликвидируется потребность в параллельном проведении каких-либо НИОКР одновременно несколькими фирмами или странами. При этом *информация* является своеобразным заменителем материальных ресурсов, дефицит которых ограничивает развитие страны в рамках индустриальной экономики.

По показателю занятости в нематериальной сфере экономики Беларусь вступила в постиндустриальную фазу развития. Доля занятых в сфере услуг в 2010 году составила 53,9%. По мнению экспертов, в большинстве белорусских продуктов добавленная стоимость достаточно низка. В информационных продуктах и смежных с ними услугах доля добавленной стоимости составляет 80–90%, поскольку в этой сфере она производится интеллектуальным капиталом. *Сфера информационных услуг* Беларуси недостаточно развита и доля занятых в ней составляет, по нашим расчётам, только 12,4%, при этом, по нашим прогнозам, к 2014 году она изменится незначительно [8].

В Беларуси существуют только предпосылки формирования информационной экономики. В стране *не получили должного развития отрасли электронной промышленности – важного сегмента ИТ*, в котором производятся средства аппаратного обеспечения. Не имея собственной индустрии аппаратных средств, Беларусь отстала от стран США и ЕС на несколько десятков лет, в связи с этим её информационный сектор экономики должен развиваться в направлении производства информационных продуктов и сферы информационных услуг, в которых *требуется высококвалифицированный труд*. Потенциал интеллектуальных ресурсов в Беларуси значителен благодаря сложившейся системе образования. Таким образом, *основным детерминантом развития информационной экономики Республики Беларусь является развитие человеческого капитала и создание условий для его трансформации в интеллектуальный капитал.*

Интеллектуальный капитал оказывает прямое влияние на динамику и структуру производства как в материальном, так и в нематериальном секторе экономики. При увеличении объёма производства увеличиваются затраты *информационного фактора производства* – интеллектуального капитала. При ограничении объёма *данного фактора* его стоимость возрастает, что приводит к росту себестоимости продукции. Степень ограничения определяется соотношением объёма интеллектуального капитала и объёма текущего производства. Для описания данного процесса используем модель О.С. Сухарева и С. В. Шманёва[9], которая включает три основные переменные:

- объём производства X_t ;
- объём доступных материальных ресурсов R ;
- объём интеллектуального капитала A .

Пусть в процессе производства используется объём материальных ресурсов ΔR , полученный в результате затрат созданного в прошедшем году

продукта в области материальных ресурсов. В результате создаётся новый объём производства:

$$X(t+1) = p\Delta R(t). \quad (6)$$

С ростом объёма интеллектуальных ресурсов величина p будет возрастать, следовательно, в модели используется зависимость:

$$P = P_0 + Ap_1. \quad (7)$$

Расходы на интеллектуальный капитал составляют $M = eX$, при этом специфика интеллектуальной сферы такова, что скорость её прироста принципиально ограничена. Окончательно объём интеллектуальных ресурсов в следующем году равен:

$$A(t+1) = qA(t) + f \frac{M}{1 + M/A}, \quad (8)$$

где коэффициент q показывает степень *распада интеллектуального капитала* (освоение знаний требует времени, знания могут устаревать); коэффициент f – скорость роста при эффективном (полноценном относительно потребности) финансировании; $1/(1+M/A)$ – результативность финансирования.

Объём материальных ресурсов R обычно имеет тот же масштаб, что и X . Ежегодно из него вычитается часть ΔR , затраченная на производство, часть ресурсов возобновляется естественным путём. В модели используется соотношение $\Delta R = X/(1 + g(X/R))$, где g – коэффициент, отражающий цену ресурсов. Кроме того, предполагается использовать функцию вида $b(A/A_c)^k$ для учёта возможности освоения обществом новых информационных ресурсов за счёт информационных факторов производства. Здесь b – параметр применения информационных инноваций; A_c – некоторый критический уровень развития интеллектуальной сферы. Величина k – параметр, определяющий *эффективность научной и образовательной деятельности*, t_k – время, требуемое на интеграцию работника в производственный процесс.

Окончательно получаем систему уравнений:

$$\begin{aligned} X(t+1) &= (p_0 + p_1 A(t)) \frac{XR}{R + gX}, \\ R(t+1) &= R(t) - \frac{XR}{R + gX} + h + [A(t) + \alpha A(t)(A_{\max} - A(t))], \\ A(t) &= \frac{k_1 eX}{k_2 - k_1} (e^{-k_2 t} - e^{-k_1 t}), \end{aligned} \quad (9)$$

где $X(t)$ – объём производства (эффективность деятельности);
 $R(t)$ – объём доступных ресурсов;
 $A(t)$ – уровень интеллектуального потенциала (объём достоверной информации);
 k_1, k_2 – константы интенсивности изменения параметров;
 α – коэффициент прироста интеллектуального потенциала;
 g, p – коэффициенты транзитивности;
 h – параметр применения информационных инноваций.

Применяя данную модель, можно рассмотреть **различные сценарии развития информационной экономики Республики Беларусь.**

На первоначальном этапе развития экономики Беларусь не располагает технологически развитым производством, однако имеет большой объём неиспользуемого человеческого и *интеллектуального капитала*. При **информационном сценарии развития экономики Беларуси**, допустим, что в экономике исходные параметры не изменились, но в институциональном плане произошли изменения, связанные с применением информационных инноваций. В модели это равнозначно увеличению параметра b до 1,5. Объём производства при этом падает до 30%, затем происходит его быстрое восстановление и наблюдается устойчивый рост. Таким образом, экономика достигает такого уровня технологического развития (за счёт высокой степени применения информационных инноваций, использования информационных факторов производства), что происходит замещение секторов экономики, основных факторов производства на информационные, а дальнейший рост обеспечивается исключительно информационно-интеллектуальной сферой (рисунок 1). **Эта ситуация и означает стратегию «инновационного прорыва»**, когда страна может выйти в число высокоразвитых стран. Для этого нужно преодоление дисфункциональных состояний всех экономических подсистем и структур управления, что означает создание условий, обеспечивающих *высокий уровень применения информационных инноваций, использования интеллектуального капитала как фактора производства*. Эта задача является институциональной, относится к сфере институционального планирования и даже проектирования экономической системы.

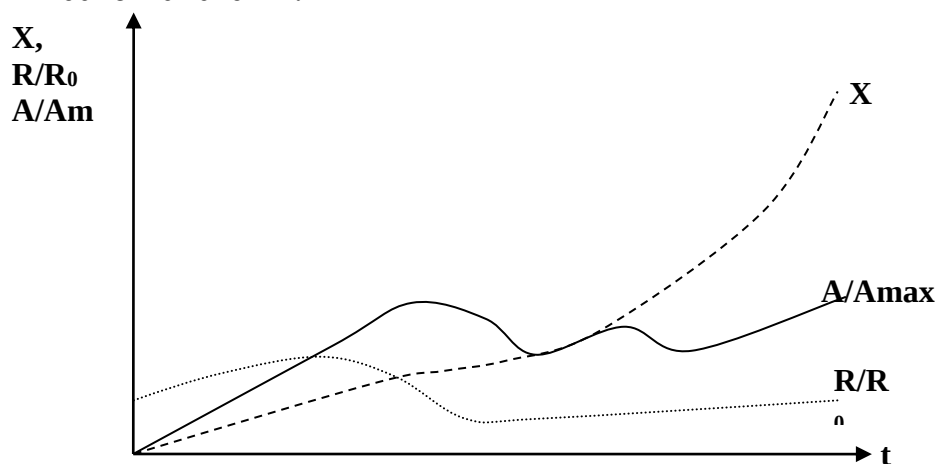


Рис. 1. Развитие экономики Беларуси при эффективном

При высокой степени применения информационных инноваций, но сокращении финансирования интеллектуальной сферы (например в 2 раза) наблюдается *деградация, стагнационное развитие* по причине того, что интеллектуальная сфера не достигает необходимого уровня. Если степень применения информационных инноваций недостаточна ($b=1,0$), но имеется достаточное финансирование интеллектуальной сферы, происходит выход их на уровень возобновляемых ресурсов.

Таким образом, по данной модели можно сделать следующие выводы:

Во-первых, *если интеллектуальный капитал отсутствует* или используется неэффективно (ниже некоторого порогового уровня), *то развитие экономики может быть только экстенсивным, или стагнационным*. Общая эффективность экономического развития при этом низка.

Во-вторых, имеется предел финансирования интеллектуальной сферы, положение системы ниже этого предела означает конвергентный кризис интеллектуальной сферы с перспективой неконтролируемой деградации.

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-Sais, 2006. – 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 ; Ин-т социологии РАН. – М., 2001. – 25 с.
5. Прохоренкова А.Т. Использование цепей Маркова в моделировании социально-экономических процессов // Смоленский институт бизнеса и предпринимательства [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа : http://www.sibe.ru/project_issled.aspx. – Дата доступа : 07.08.2011.
6. Global Network Readiness Index // World Economic Forum. – URL : <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report> (дата обращения : 8.01.2012).
7. Образовательная сеть «Знание» // ОмГПУ-2011 – URL : <http://uchebnen.com/mirovaya-ekonomika/miroekonomike.html> (дата обращения : 08.01.2012).
8. Баранов А.М. Методики оценки развития национальной информационной экономики (микро и макроуровни) под ред. Б.В. Сорвинова. – Гомель : ЦИИР, 2010. – 73 с..
9. Сухарев, О. С. Экономика технологического развития / О. С. Сухарев. – М. : Финансы и статистика, 2008. – 480 с.

Баранов Александр Михайлович – к.э.н., доцент кафедры экономической теории и мировой экономики Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь.

Baranov Alexandr M. - Ph.D., Associate Professor, Department of Economic Theory and World Economy of the Gomel State University, Gomel, Republic of Belarus.

Республика Беларусь, 246045, г. Гомель, ул. Макаенка, д.9 кв. 24

24\9 Makaenka st., Gomel, 246045, Republic of Belarus

Тел. 8 10 (+375 232) 52-00-09; e-mail: axmbaranov@rambler.ru
