

Раздел 5. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ

УДК 005.94:332

МОДИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОДЕЛИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ

Иванова Виктория Юрьевна (*kviki_w@mail.ru*)

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

В работе предложена модификация производственной модели с выделением сегмента, аккумулирующего интеллектуальный капитал исследуемой экономики. Произведена численная реализация предложенной модели на основе статистических данных по российским регионам за 2012 год.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, инновации, производственная модель, метод идеальной точки, кластерный анализ.

Современные концепции экономического развития сходятся в том, что качество интеллектуальных ресурсов и степень их вовлеченности в общественное производство оказывают непосредственное воздействие на темпы экономического роста и уровень национального богатства в отдельных странах. Это также подтверждает возможность рассмотрения прогресса интеллектуального капитала общества через динамику интеллектуальных ресурсов. Развитие экономической мысли в этом направлении привело к новому пониманию национального богатства, в состав которого включаются уже не только материальное богатство общества, созданное трудом многих поколений, но и интеллектуальные ресурсы.

Относительная ценность факторов производства является одной из важных характеристик уровня развития экономики. Основными факторами производства предприятия аграрной экономики, предшествующей периоду индустриального развития, являются труд и земля. В ряде стран третьего мира эти факторы производства продолжают оставаться основными для большинства предприятий. К этой же категории можно отнести некоторые компании, реализующие лишь фазу добычи природных ресурсов, например древесины, без их последующей переработки. Производственная функция предприятия аграрной экономики в детерминированном виде может быть представлена как $Y = f(L, Z)$, где Y — объем производства продукта, L — объем затрат физического труда, Z — объем затрат земельных ресурсов. В эпоху промышленного развития основными факторами производства становятся физический труд и физический капитал. Производственная функция промышленного предприятия, являющаяся основой неоклассической теории производства, может быть представлена в виде $Y = f(L, K)$, где K — объем затрат физического капитала. Эпоха постиндустриального развития, которая в работах Махлупа и Пората связана с понятием «экономика информации», а в более поздних работах многих авторов — с понятием «экономика знаний», характеризуется возрас-

танием роли нематериальных ресурсов, обладающих свойствами капитала и являющихся факторами модернизации. Совокупность таких ресурсов сейчас принято характеризовать понятием «интеллектуальный капитал». Производственная функция предприятия постиндустриальной экономики может быть представлена в виде $Y = f(L, Z, I)$, где I — объем затрат интеллектуального капитала. Несмотря на возрастание роли интеллектуального капитала, методология построения производственной функции постиндустриального предприятия не получила достаточного развития. Возможность адекватной оценки влияния интеллектуального капитала и его компонентов на результаты производственной деятельности создает основу для построения модели производственного потенциала «интеллектуальной» региона, для которой интеллектуальный капитал является важным средством обеспечения конкурентных преимуществ. На основании изменения во времени параметров этой модели можно делать выводы о влиянии модернизации производства на отраслевые технологии [1].

Так, модель производственной функции является детерминированной составляющей модели производственного потенциала. Рассматриваемый в данном исследовании класс моделей производственного потенциала региона имеет вид:

$$Y = a_0 \cdot K^{a_1} \cdot L^{a_2} \quad (1)$$

При этом, если $a_1 + a_2 = 1$, то

$$\frac{Y}{L} = \frac{a_0 \cdot K^{a_1} \cdot L^{a_2}}{L} = \frac{a_0 \cdot K^{a_1}}{L^{1-a_1}} = \frac{a_0 \cdot K^{a_1}}{L^{a_1}} = a_0 \cdot \left(\frac{K}{L}\right)^{a_1} \quad (2)$$

Дроби $\frac{Y}{L} = z$ и $\frac{K}{L} = k$ называются соответ-

ственно производительностью труда и капиталовооруженностью труда. Используя новые символы, получим

$$z = a_0 \cdot k^{a_1} \quad (3)$$

В связи, с тем, что $0 < a_1 < 1$, из последней формулы следует, что производительность труда z растет медленнее его капиталовооруженности. Однако этот вывод справедлив для случая статической производственной функции в рамках существующих технологии и ресурсов.

Отметим здесь, что дробь $\frac{Y}{K}$ называется производительностью капитала или капиталотдачей, обратные дроби $\frac{K}{Y}$ и $\frac{L}{Y}$ называются соответственно капиталоемкостью и трудоемкостью выпуска [3].

Вместе с тем, следует отметить возрастающее влияние на экономический рост такой специфической и в определенной степени обособленной составляющей, которую можно интерпретировать как «интеллектовооруженность».

Данная составляющая является производной более общего понятия – интеллектуального капитала, представляющего собой качественно новую форму капитала, необходимую для создания конкретных полезностей (интеллектуального продукта, услуг) и требуемого дохода. В связи с этим сложилось достаточно большое количество трактовок понятия интеллектуального капитала (например, [4-6]).

В последние годы появляется все больше работ, в которых исследуется, как ИК отражается в росте производства, как уровень экономического развития связан с различными показателями ИК. Тем не менее, до сих пор не существует апробированного метода учета объема накопленного интеллектуального капитала на региональном уровне в разрезе субъектов РФ, эффективность и точность которого была бы подтверждена эмпирическими исследованиями.

С учетом вышесказанного, в относительную производственную функцию помимо аргумента k резонно включить аргумент i , отражающий удельное воздействие интеллектуального капитала на производительность труда:

$$y = f(k, i) \quad (4)$$

Кроме того, допустив существование интеллектуального сектора в экономике, мы одновременно можем предположить его функционирование по тем же законам, что и для «классического» сектора.

Далее рассмотрим частный случай удельной производственной функции:

$$f(k) = c \cdot k^a \cdot i^b \quad (5)$$

Во второй части работы мы попытались осуществить численную реализацию предложенной модели на основе статистических данных по российским регионам. При этом в качестве исследуемой системы рассматривается некая обобщенная региональная экономика,

отражающая универсальные характеристики всех регионов за определенный год. Необходимые расчеты и текущие оценки были оформлены в виде методики, включающей несколько этапов. Заметим, что наибольшую трудность практической реализации модели вызвала оценка интеллектуальной составляющей экономики, которая, вообще говоря, не имеет каких-либо четких единиц измерения.

1 этап. *Формирование статистической базы.*

В качестве исходной статистической базы рассматривались официальные данные показателей Росстата. При рассмотрении проблемы влияния составляющих ИК мы предположили, что в ВРП (Y) отражается эффект воздействия интеллектуальных факторов на региональную экономику. Основные фонды с учетом физического и морального износа (K), численность экономически активного населения (L), число предприятий и организаций. Также отобраны показатели, которые, так или иначе, относятся к ИК. Объем выборки составляет 40 показателей, которые представлены в абсолютном и относительном выражении. При этом был сформирован статистический массив перекрестных данных по регионам РФ за 2012 год [7].

2 этап. *Кластерный анализ.*

В состав регионов России на 2012 год входило 83 субъекта, характеризующихся весьма дифференцированными социально-экономическими показателями. С целью повышения качества агрегированной модели нами был проведен кластерный анализ, который, с одной стороны, позволил выявить группу относительно однородных регионов и, с другой стороны, исключить нетипичные регионы. Предполагалось, что первая группа будет существенно крупнее второй группы. В результате методом k -средних были исключены двенадцать регионов, которые в силу разнообразной специфики являются не типичными: Москва, Санкт-Петербург, Московская область, Сахалинская автономная область, Чукотский автономный округ и др.

3 этап. *Унификация показателей.*

Поскольку значения показателей имеют различный масштаб и единицы измерения, исходная база в большинстве своем абсолютных показателей была преобразована в относительные, например:

$$y = \frac{Y}{L} \quad (6)$$

где y – производительность труда;

Y – ВРП;

L – численность экономически активного населения.

$$k = \frac{K}{L} \quad (7)$$

где k – фондовооруженность;

K – основные фонды с учетом износа;

L – численность экономически активного населения.

Показатели ИК можно разбить на три группы: показатели в стоимостном выражении, показатели отражающие численность людей и организаций. Корректировка стоимостных показателей производилась следующим образом:

$$i = \frac{I}{Y} \quad (8)$$

где I – стоимостной показатель ИК, Y – ВРП.

Корректировка показателей отражающих численность людей и организаций осуществлялась аналогичным способом, как и корректировка стоимостных показателей, лишь в знаменателе выступали показатели: численность экономически активного населения и общая численность организаций соответственно.

4 этап. *Корреляционно-регрессионный анализ показателей интеллектуального капитала.*

На данном этапе отбирались показатели, значимо воздействующие на результирующий показатель y . Базовой моделью исследования является мультипликативная модель (9), в которой в качестве показателя интеллектовооруженности использовались частные показатели ИК. Оценив построенные модели, мы отбирали или исключали показатели интеллектовооруженности на основе следующих критериев:

- значимость регрессии в целом;
- значимость коэффициента b ;
- наличие содержательного смысла модели, воздействия фактора (знака);
- значение R^2 .

Таким образом, для регионов РФ было отобрано 7 значимых показателей. Результаты корреляционно – регрессионного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1
Результаты корреляционно-регрессионного анализа регионов РФ за 2012 г.

	R^2	$F_{\text{стат}}$	t-статистики	Значимость t-стат.
Интенсивность посещений музеев	0,564	42,101	2,259	0,027
Использование информационных и коммуникационных технологий в организациях	0,556	40,762	1,961	0,054
Относительная численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками	0,561	41,477	2,125	0,037
Относительное число патентов	0,575	43,899	2,606	0,011
Интенсивность используемых передовых производственных технологий	0,572	43,374	2,510	0,015
Инновационная активность организаций	0,595	47,778	3,231	0,002
Удельные затраты на технологические инновации	0,574	43,772	2,583	0,012

5 этап. *Построение агрегированной модели.*

На заключительном этапе производилось агрегирование отобранных показателей в единый показатель. Идея и численная реализация построения интегрального показателя интеллектуального показателя были рассмотрены в работе [2]. На первоначальном этапе все показатели нормировались по двум вариантам с целью приведения к единой шкале:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j x_{ij}}{\max_j x_{ij} - \min_j x_{ij}} \cdot 10 \quad (9)$$

$$x''_{ij} = \frac{\log(x_{ij}) - \log(\min_j x_{ij})}{\log(\max_j x_{ij}) - \log(\min_j x_{ij})} \cdot 10 \quad (10)$$

где i – регион;

j – показатель ИК;

$\max_j x_{ij}$ – максимальное значение для показателя j ; $\min_j x_{ij}$ – его минимальное значение.

По результатам исследования выяснилось, что полученные нормированные значения по двум вариантам влияют на общий результат практически одинаково.

Далее в исследовании рассматривался подход, основанный на так называемом методе «идеальной точки», согласно которому определялся «эталонный» регион с максимальными значениями частных показателей (равными 10), а значение интегрального показателя конкретного региона рассчитывалось на основе «расстояния» от вектора его частных показателей до эталонных значений. При этом в качестве метрик, определяющих такие расстояния, мы использовали как традиционную евклидовскую, так и «манхэттенскую» метрики. По результатам исследования используемая метрика при расчете интегральных показателей отдельных регионов влияет на общий результат не существенно. Поэтому при построении агрегированной модели мы использовали только евклидов-

скую метрику. Сама методика была оформлена в виде программной процедуры в среде MSeXcel.

С полученным сводным индексом построена модель регрессии вида:

$$f(k) = 2.026 \cdot k^{0.373} \cdot i^{0.106}, R^2=0.58$$

Отметим, что, согласно значению коэффициента детерминации, построенная производственно-интеллектуальная модель для российских регионов определяет 58% вариации исследуемого временного ряда.

Литература

1. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Руденко В.А. Некоторые вопросы спецификации трехфакторных моделей производственного потенциала компании, учитывающих интеллектуальный капитал// Прикладная экономика № 3 (27), 2012г – 36 с.
2. Ермолаев М.Б., Иванова В.Ю. Оценка интеллектуального капитала регионов на основе метода идеальной точки// Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение №4 (36), 2013г -128 с.
3. Колемаев В.А. Экономико – математическое моделирование. - М: Юнити, 2005.-292 с.
4. Лукичева Л.И., Интеллектуальная собственность (ИС) как инструмент управления финансовыми ресурсами наукоемких производств. - М.: МИЭТ, 2000.- 556 с.
5. Панкрухин А. Структура интеллектуального капитала России // Государственная служба. №1. 2004. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stra.teg.ru/lenta/innovation/1439/print>
6. Стюарт Т. Интеллектуальный капитал. Новый источник богатства организации. Новая постиндустриальная волна на Западе: Антология.- М.: Academia, 1999. -497 с.
7. Росстат. Регионы России. Социально-экономические показатели. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/bgd/regl/b1014p/Main.htm>
8. Российский инновационный индекс / Под ред. Л.М. Гохберга. — М.: Высшая школа экономики, 2011. — 311 с. ISBN 978-5-7218-1184-5

УДК 338.24

НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ, КАК ИНСТРУМЕНТ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Кашинцев Николай Павлович (nkashintsev@mail.ru)

ФГБУН «Институт социально-экономического развития территорий РАН»

Селименков Роман Юрьевич

НОУ ВПО «Вологодский институт бизнеса»

Статья посвящена актуальным вопросам моделирования регионального развития на средне- и долгосрочную перспективу. Описан алгоритм моделирования социально-экономических индикаторов развития Вологодской области при помощи нейронных сетей. На основе данных государственной статистики за 2008-2013 гг. представлены прогнозные расчеты на период до 2020 года. Проведена верификация нейросетевой модели на основе классических статистических и эконометрических методах. Выдвинуто предположение по использованию нейронных сетей в процессе стратегирования.

Ключевые слова: стратегическое управление, экономико-математическое моделирование, нейронные сети, социально-экономическое развитие, верификация.

Динамично меняющаяся внешняя среда и ускорение процессов модернизации отраслевой структуры регионального хозяйства повышают требования к научной обоснованности и корректности методов прогнозирования социально-экономического развития в системе стратегического управления регионом.

В стратегическом управлении среди методов прогнозирования развития регионов широко используется программно-целевой метод. Важную роль в обеспечении пропорциональности, сбалансированности региональной экономики играет балансовый метод, основанный на системе территориальных балансов. Находят применение также методы экспертных оценок, экстраполяции, эконометрического моделирования. Довольно часто используется нормативный метод, основанный на системе экономиче-

ских и социальных норм и нормативов. Однако в решении задач регионального прогнозирования и моделирования еще слабо используются научно-технические достижения, созданные развитием информационных технологий и основанные на применении искусственных нейронных сетей (ИНС).

Нейросетевые технологии позволяют решать плохо формализуемые задачи управления сложными динамическими объектами в тех нередких случаях, когда априорные «жесткие» модели и алгоритмы не адекватны реальному состоянию управляемого процесса. Нейронные сети позволяют установить зависимости между интересующими показателями (входными и выходными) без явного указания вида этих зависимостей. В этом смысле нейронные сети рассматриваются как универсальное средство