

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ЭКОНОМИКИ И СОЦИОЛОГИИ

Сборник статей по материалам XVIII Осенней конференции
молодых ученых в новосибирском Академгородке

Под редакцией
к.э.н. Ю.М. Слепенковой

Новосибирск
2022

Belke A. et al. Energy consumption and economic growth: New insights into the cointegration relationship //Energy Economics. 2011. Т. 33. №. 5. P. 782-789.

Bildirici M. E., Bakirtas T. The relationship among oil, natural gas and coal consumption and economic growth in BRICTS (Brazil, Russian, India, China, Turkey and South Africa) countries //Energy. 2014. Т. 65. P. 134-144.

Chen Y., Zhang X. Investigating the interactions between Chinese economic growth, energy consumption and its air environmental cost during 1989–2016 and forecasting their future trends //Ecological Modelling. 2021. Т. 461. P. 109-121.

Saboori B. et al. The nexus of oil consumption, CO2 emissions and economic growth in China, Japan and South Korea //Environmental Science and Pollution Research. 2017. Т. 24. № 8. С. 7436-7455.

Tsang B. China's 14th five year plan: a contender for the european green deal? //E3G, Briefing Paper. 2021. P. 18

Warr B. S., Ayres R. U. Evidence of causality between the quantity and quality of energy consumption and economic growth //Energy. 2010. Т. 35. №. 4. P. 1688-1693.

World and national data, maps & rankings. URL: <https://knoema.com/atlas> (дата обращения: 17.01.2022)

Yoo S. H. Oil consumption and economic growth: evidence from Korea //Energy Sources. 2006. Т. 1. №. 3. P. 235-243.

Zou G., Chau K. W. Short-and long-run effects between oil consumption and economic growth in China //Energy policy. 2006. Т. 34. №. 18. P. 3644-3655.

УДК: 338.28; 004
JEL C38, R58, E22

М.А. Овсянникова, А.В. Костин

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,
Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
Новосибирск, Россия

Применение когнитивного подхода в моделировании социально-экономических процессов¹

Аннотация

Данная работа посвящена применению подхода когнитивного моделирования для анализа социально-экономических процессов и прогнозирования сценариев развития изучаемой системы. Отличительной особенностью проведенного исследования является описанный механизм сочетания статистических методов анализа для формирования когнитивной карты с импульсным моделированием воздействий на первичные и вторичные переменные. Для повышения точности получаемых прогнозов предлагается совмещать статистические методы обработки исходной информации о системе с экспертными оценками. Описанные принципы применены при разработке программного комплекса когнитивного и импульсного моделирования, реализованного авторами как часть Базы Знаний ИЭОПП СО РАН. В качестве примера рассматривается построение когнитивной модели экономики на основе данных инвестиционных проектов России по отраслям и регионам, при этом для построения когнитивной карты используется метод главных

¹ Тезисы подготовлены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках крупного научного проекта «Социально-экономическое развитие Азиатской России на основе синергии транспортной доступности, системных знаний о природно-ресурсном потенциале, расширяющегося пространства межрегиональных взаимодействий», соглашение № 075-15-2020-804 (№ 13.1902.21.0016) от 2 октября 2020 г.

компонент. Также проводится импульсное моделирование развития системы при подаче импульсов в первичные и вторичные факторы анализа.

Ключевые слова: когнитивное моделирование, импульсное моделирование, статистический анализ, метод главных компонент, экспертные оценки

M.A. Ovsianikova, A.V. Kostin
Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS
Novosibirsk National Research State University
Novosibirsk, Russia

Cognitive approach application in socio-economic processes modeling

Abstract

This work is about the application of the cognitive modeling approach to socio-economic processes analysis and forecasting possible scenarios of system changes. An important part of the study is the described mechanism of combining statistical analysis methods for a cognitive map formation with impulse modeling of the impacts on primary and secondary variables. To improve the forecasting accuracy, it is suggested to combine statistical methods of processing initial information about the system with expert assessments. Described principles were applied in the development of a software package of cognitive and impulse modeling, implemented by the author as a part of the Knowledge Base of the IEIE SB RAS. The following study also contains an example creating a cognitive model of the economy based on data of investment projects in Russia by industry and region. Principal Component Analysis was used to build a cognitive map. This text describes impulse modeling of the system development with applying impulses to primary and secondary analysis factors.

Keywords: cognitive modeling, impulse modeling, statistical analysis, Principal Component Analysis, expert evaluation

Создание условий устойчивого развития экономики требует проведения анализа и выявления оптимального пути развития социально-экономической системы. Активно проводятся исследования как в области создания новых подходов к анализу, так и усовершенствующие классические, зарекомендовавшие себя во времени, методы. Важным направлением работы является автоматизация изучения сложных систем, а также разработка программного обеспечения, способствующего проведению теоретических исследований с использованием различных методов анализа.

В данной работе рассматриваются возможности применения информационных методов для анализа структуры социально-экономических систем и построения прогноза их дальнейшего развития на основе когнитивного и импульсного моделирования. Описанный подход был реализован в программном комплексе когнитивного моделирования экономических процессов.

Когнитивное моделирование является мощным инструментом для изучения структуры экономики и выявления возможных тенденций. Идея когнитивного моделирования, применяемая для проведения анализа и прогнозирования, приписывается американскому социологу и политологу Р. Аксельроду [Axelrod, 1976]. В своих исследованиях он развил существовавшие ранее идеи построения когнитивных карт для формального представления знаний, как отмечает Гинис Л. А. [Гинис, 2005].

Для изучения интересующей экономической системы необходимо выделение важных для цели исследования понятий и описание их взаимодействия. Классическим решением является построение прогнозно-аналитических статистических моделей изучаемой системы. В области усовершенствования модельного аппарата ведутся постоянные исследования, однако даже самая лучшая существующая модель не может в полной мере описать реальную экономическую систему. В значительной мере формализации реальных систем препятствует

невозможность отображения полного спектра сложных взаимоотношений между факторами анализа. Работа Коннова И.В. [Коннов, 2002] показывает, что даже незначительные модификации условий делают результат непригодным к применению. В таком случае эксперт в данной предметной области может выявить недочеты построенной формальной модели и в некоторой мере исправить их. При этом можно считать, что полученная математическими алгоритмами модель является «отправной точкой» для работы исследователя. Таким образом, особенностью применяемого когнитивного подхода является сочетание существующих моделей и методов эконометрического моделирования и экспертных оценок, из-за чего возможно достижение большей точности получаемых прогнозов и результатов анализа, как замечено в работе В.В. Кулешова, А.В. Алексеева, М.А. Ягольнищера. [Кулешов, Алексеев, Ягольнищера, 2019].

Как отмечается в работе М.Е. Морозовой и В.В. Шмата [Морозова, Шмат, 2017], при проведении когнитивного моделирования можно выделить ряд стадий:

1. Моделирование самостоятельного развития системы без управляющих воздействий.
2. Изучение управляемого развития ситуации – исследователь направляет определенные импульсы (воздействия) на факторы и анализирует полученные эффекты.
3. Возможно также решение обратной задачи: нахождение, как нужно воздействовать на систему для достижения поставленной ранее цели.

Настоящая работа включала изучение и реализацию первых двух стадий (третья, хоть и несет в себе исследовательский интерес, но косвенно вытекает из второй, из-за чего отсутствует необходимость ее отдельной реализации). На первом этапе, для изучения структуры системы в состоянии равновесия, происходит построение когнитивной карты с использованием выбранных статистических методов анализа исходного набора данных и ее последующая корректировка экспертом. Вторая стадия включает в себя блок импульсного моделирования, в котором с помощью направления импульсов разной силы на разные факторы исследуются произошедшие изменения, то есть отклики системы. Также при применении многомерного факторного анализа добавлена дополнительная возможность изучения вклада каждой первичной переменной в формирование прогнозируемого изменения каждого вторичного фактора. Описанная функциональность реализована автором в качестве программного модуля, встроенного в Базу Знаний ИЭОПП СО РАН. В качестве исходных данных для анализа используются данные инвестиционных проектов и панельные данные.

В основе применяемого метода когнитивного моделирования лежит построение когнитивной карты описываемой системы. Когнитивная карта представляет собой взвешенный ориентированный граф, где вершинами являются факторы анализа изучаемой системы, а ребрами – взаимосвязи между ними (с заданными весами, обозначающими силу, интенсивность взаимодействия). Для ее построения используется сформированный по заданным пользователем параметрам набор исходных данных. Полученный в программе набор данных обрабатывается выбранным методом статистического анализа. К примеру, в качестве метода статистического анализа пользователь может выбрать метод главных компонент (РСА, Principal Component Analysis), идея которого была сформулирована К. Пирсоном в 1901 г. [Pirson, 1901] и усовершенствована Г. Хотеллингом в тридцатых годах [Hotelling, 1933] с упором на взятие линейных комбинаций переменных.

Пример выделения главных компонент (вторичных факторов) на основе анализа объемов инвестиционных проектов, реализуемых в разных отраслях, приведен в таблице 1. В качестве первичных переменных были выбраны инвестиции по регионам в 17 отраслей, которые объединялись в кластеры с помощью метода главных компонент. Такое представление позволяет обнаруживать неочевидные ранее взаимосвязи и представлять большой набор переменных значительно меньшим количеством факторов. В представленной таблице значения, близкие к нулю, опущены, а наибольшие значения главных компонент выделены цветом, «главные компоненты» в заголовке таблицы сокращены до «ГК». В

рассматриваемом примере выделены 6 главных компонент, которые суммарно объясняют более 90% исходной информации о системе.

Таблица 1 – Распределение отраслей по главным компонентам

Отрасль	ГК 1	ГК 2	ГК 3	ГК 4	ГК 5	ГК 6
АПК		0.953		0.126	0.108	
Деревообработка		0.116		0.127	0.976	
Добыча и переработка			0.918			-0.160
Жилые объекты	0.849	0.279	-0.117	0.205	0.119	0.114
Инженерные сети	0.948					
Инфраструктура	0.769	0.383	0.340	0.156		0.241
Коммерческие объекты	0.892		0.308	0.164		0.140
Машиностроение	0.532	0.214		0.632	0.139	0.232
Медицинские объекты	0.929	0.146		0.128		0.118
Металлообработка	0.176	0.391	0.310	0.755		
Переработка отходов	0.316	0.412	0.763	0.214		0.194
Пищевая промышленность	0.306	0.864	0.264	0.118		
Спортивные объекты и сооружения	0.779	0.194	0.510	0.212		
Строительные материалы	0.222	0.650		0.500	0.189	0.267
Фармацевтическая промышленность	0.456	0.289		0.241		0.779
Химическая промышленность	0.217	0.682		0.516	0.156	0.135
Энергетика	0.695	0.110	0.554	0.294		0.202

Источник: рассчитано автором по данным цифровой платформы инвестиционных проектов [9]

Полученная в результате статистической обработки данных когнитивная карта может быть представлена как в графическом, так и в табличном виде. Она также может быть скорректирована экспертом для лучшего описания исходной системы. На рисунке 1 приведено представление когнитивной карты в виде графа, в котором для наглядности опущены малозначимые взаимосвязи.

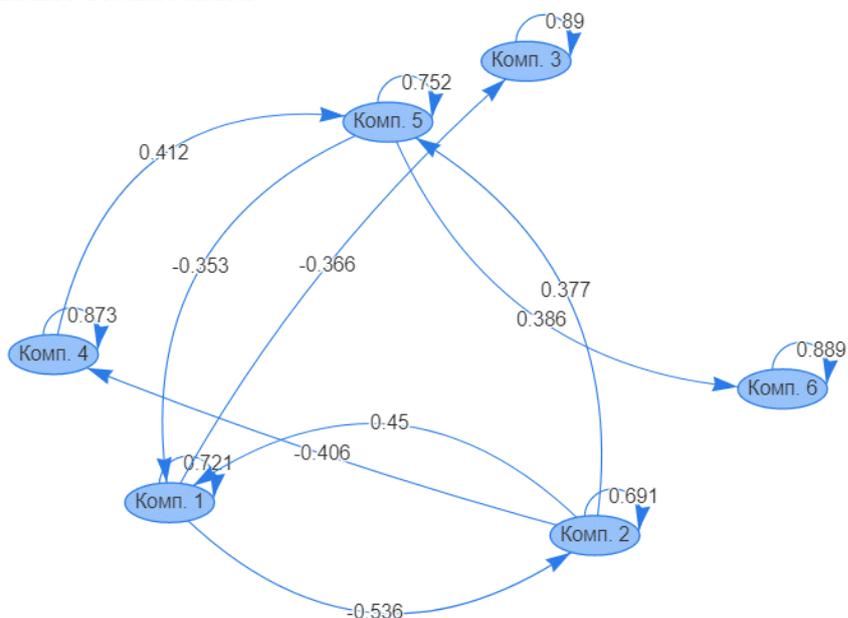


Рисунок 1 – Когнитивная карта, показывающая взаимосвязи между построенными главными компонентами

Большой исследовательский потенциал несет в себе реализованная возможность построения прогноза изменения системы при вносимых изменениях. Суть импульсного моделирования на основе когнитивной карты заключается в моделировании распространения управляющего воздействия по системе, заданной когнитивной картой, в результате которого изменяется состояние системы (значения факторов). При этом повторяя и меняя воздействия (импульсы) можно видеть реакцию системы на воздействие, динамику изменения системы.

Это позволяет также выполнять проверку гипотез о характере и силе связи отдельных факторов. Например, если подать единичный импульс в построенную ранее первую главную компоненту, то можно наблюдать оказываемый положительный эффект на 2, 3 и 6 главные компоненты и отрицательный эффект на 5 главную компоненту, как показано на рисунке 2.

Как отмечается в работе А.К. Белан и В.В. Шмата [Белан, Шмат, 2015], с содержательной стороны импульсное моделирование заключается в подаче некоторого воздействия на находящуюся в состоянии покоя систему, вследствие чего она приходит в движение, значение факторов меняются вплоть до затухания изменений (которое происходит в большинстве систем). При этом для рекуррентного вычисления порождаемых измерений устанавливается количество итераций достаточное для проверки сходимости вычислений (например, в приведенном примере установлено 50 итераций, однако сходимость рядов и получаемые значения можно определить уже около 20 шага). Полученные значения и график изменения позволяют исследователю понять, получаются ли стабильные значения, демонстрирующие характер изменения системы. При этом трактовка полученных результатов заключается в определении характера происходящих изменений, то есть нужно понять процент прироста (или уменьшения) фактора. Стоит также понимать, что итерации моделирования обычно не соотносятся с конкретным временным промежутком. Таким образом, полученные результаты нельзя трактовать слишком буквально.

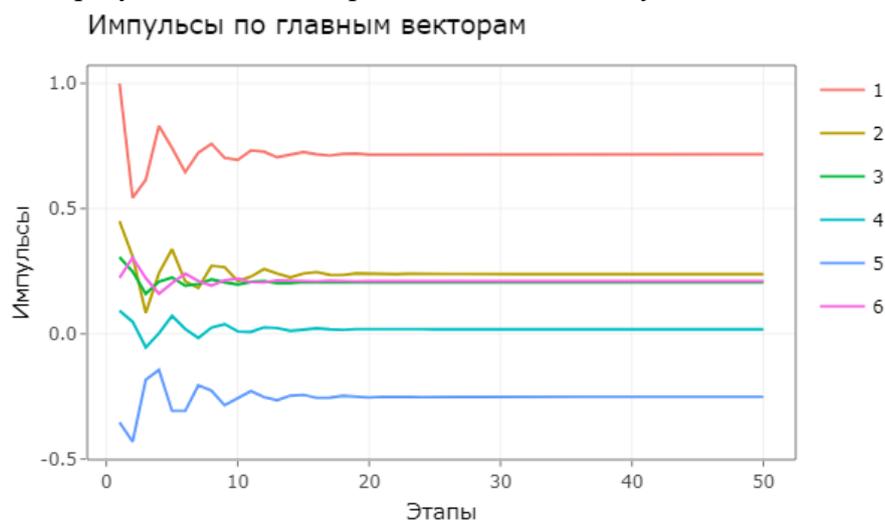


Рисунок 2 – Графическое представление результатов импульсного моделирования подачи единичного импульса в первую главную компоненту

Важной отличительной особенностью разработанной системы является реализация импульсного моделирования воздействий не только на первичные переменные, но и на вторичные факторы. При этом, в случае работы с данными инвестиционных проектов, возможно моделирование последствий инвестирования в каждую отрасль отдельно или перенос инвестиций из одной отрасли в другую с расчетом того, как вносимые изменения отразятся на приросте вторичных факторов (главных компонент). Это может быть полезно для изучения, в какую отрасль лучше инвестировать или как будет оптимально распределить инвестиции между отраслями. Так в разобранный примере инвестиции в каждую отрасль по отдельности породят следующие эффекты в главных компонентах (таблица 2). В приведенной таблице также выделены максимальные и минимальные значения столбцов, чтобы можно было понять, инвестирование в какие из отраслей даст наибольший и

наименьший прирост в каждом вторичном факторе. Аналогичные таблицы можно построить и для имитации переноса инвестиций между отраслями.

Таблица 2 – Эффекты для вторичных факторов (главных компонент) от импульсного моделирования подачи импульсов в первичные переменные

Отрасли	ГК 1	ГК 2	ГК 3	ГК 4	ГК 5	ГК 6
Спортивные объекты и сооружения	0.07	0.01	0.14	-0.03	-0.07	-0.10
Деревообработка	0.11	0.32	-0.05	0.29	1.16	-0.31
Жилые объекты	0.04	0.02	-0.03	0.00	-0.01	-0.02
Коммерческие объекты	0.07	-0.01	0.03	-0.02	-0.04	0.00
Инфраструктура	0.00	0.04	0.01	-0.04	0.02	0.03
Инженерные сети	0.14	0.06	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06
Энергетика	0.00	-0.18	0.34	0.09	0.01	0.10
Металлообработка	0.03	-0.55	0.23	0.75	-0.35	-0.37
Пищевая промышленность	-0.13	0.30	-0.11	-0.20	-0.11	-0.01
Медицинские объекты	0.31	0.11	-0.10	-0.09	-0.12	-0.07
АПК	-0.10	0.30	-0.17	-0.13	-0.02	-0.05
Строительные материалы	-0.10	0.00	-0.11	0.35	0.05	0.15
Химическая промышленность	-0.02	0.01	-0.11	0.26	-0.11	-0.12
Переработка отходов	-0.52	0.10	0.60	-0.16	0.23	0.27
Машиностроение	0.08	-0.17	0.03	0.23	-0.05	-0.01
Добыча и переработка	-0.11	-0.01	0.27	-0.05	0.05	-0.19
Фармацевтическая промышленность	-0.44	-0.06	0.26	-0.01	0.85	1.83

Таким образом, была проведена разработка и применение механизма сочетания статистических методов анализа для формирования когнитивной карты с импульсным моделированием воздействий на первичные и вторичные переменные. Применение когнитивного моделирования в сочетании с формальными математическими методами позволяет значительно повышать качество получаемого прогноза и результатов анализа. А использование современных технических средств реализации когнитивного моделирования позволяет облегчить проведение расчетов в исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

Белан А.К., Шмат В.В. Анализ влияния ресурсных и нересурсных факторов на рост экономики Томской области с применением когнитивного подхода // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2015. – Т. 15, вып. 1. – С. 78-93

Гинис Л. А. Истоки современного когнитивного моделирования // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2005. – Т. 50. – №. 6. – С. 119-128.

Коннов И. В. Модели равновесного типа в экономике: от уравнений к вариационным неравенствам // Исследования по информатике. – 2002. – Т. 4. – №. 0. – С. 67-76.

Кулешов В.В., Алексеев А.В., Ягольницер М.А. Методы когнитивного анализа в разработке и обосновании стратегии экономического развития // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 2. – С. 104-112.

Морозова М. Е., Шмат В. В. Среднесрочное прогнозирование российской экономики с использованием когнитивной модели // Проблемы прогнозирования. – 2017. – №. 3. – С. 19-25.

Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. Princeton // NJ: Princeton University Press, 1976. 404 p

Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. Journal of Educational Psychology, 24, 417–441, and 498–520.

Pirson K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Phil. Mag.* (6), 2, 559-572, 1901

Цифровая платформа инвестиционных проектов [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://investprojects.info/> (дата обращения: 31.08.2022)

УДК: 330.44; 332.14
JEL R58, C67

Yu.V. Pankova

Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS,
Novosibirsk National Research State University
Novosibirsk, Russia

Improving multiplier method for assessing import substitution strategy¹

Abstract

Development and implementation of import substitution policy largely falls on the shoulders of management and coordinating structures of regions. This determines need for decision makers in assessments to identify priority areas of import substitution, taking into account multiplier effects, in order to form evidence-based policy and import substitution programs, as well as to harmonize them with other development of region. The paper has improved the multiplier method for analyzing effectiveness of import substitution policy at the regional level. The approach is demonstrated by estimates based on data from the Republic of Sakha (Yakutia).

Keywords: import substitution policy, multiplier, regional economy

Ю.В. Панкова

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,
Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
Новосибирск, Россия

Совершенствование мультипликативного метода оценки стратегии импортозамещения

Аннотация

Разработка и реализация политики импортозамещения во многом ложатся на управленческие и координирующие структуры регионов. Это обуславливает потребность лиц, принимающих решения, в оценках, позволяющих определить приоритетные направления импортозамещения с учетом мультипликативных эффектов для формирования обоснованных (доказательных) мер и программ импортозамещения, а также их согласования с другими целями развития субъектов. В работе усовершенствован мультипликативный метод для анализа эффективности политики импортозамещения на региональном уровне. Подход иллюстрируется оценками на данных Республики Саха (Якутия).

Ключевые слова: импортозамещение, мультипликатор, региональная экономика

In Russia a new stage of import substitution began in 2022, associated with an increase in the number of various restrictive measures introduced by foreign states and international organizations in relation to the activities of a number of Russian companies, industries and individuals. As a result, Russia has become the world leader in terms of the number of sanctions imposed on it. The

¹ Доклад подготовлен по результатам проекта плана НИР ИЭОПП СО РАН №121040100262-7 (0260-2021-0007) «Инструменты, технологии и результаты анализа, моделирования и прогнозирования пространственного развития социально-экономической системы России и её отдельных территорий»