

УДК 330.354

JEL C6, L71, O2, Q3, R10, R58

А. К. Белан¹, В. В. Шмат^{1,2}

¹ *Новосибирский государственный университет
ул. Пирогова, 2, Новосибирск, 630090*

² *Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН
пр. Акад. Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Россия*

anna_belan@bk.ru, petroleum-zugzwang@yandex.ru

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РЕСУРСНЫХ И НЕРЕСУРСНЫХ ФАКТОРОВ НА РОСТ ЭКОНОМИКИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА *

Рассматриваются ключевые проблемы социально-экономического развития Томской области и факторы, определяющие экономический рост в регионе, характеризующемся высокой степенью ресурсозависимости. Обосновывается целесообразность применения когнитивного подхода для исследования и прогнозирования развития социально-экономической системы региона в условиях неопределенности. Приводятся и содержательно интерпретируются результаты моделирования среднесрочного прогноза с использованием нечеткой когнитивной карты. Полученные результаты, с одной стороны, подтверждают теоретические соображения о необходимости конвергенции различных факторов при формировании стратегии регионального развития. С другой стороны, выявляется необходимость построения нормативной модели, показывающей, какой должна быть региональная экономика. Это позволит более отчетливо представить направление движения от современного состояния к желаемому и определить требуемые контуры экономической политики.

Ключевые слова: регион, Томская область, экономический рост, ресурсозависимость, нефть и газ, человеческий капитал, неопределенность, когнитивное моделирование.

«Проклятие» неопределенности

Для объяснения проблем развития ресурсозависимых экономик исследователи нередко обращаются к тезису о так называемом «ресурсном проклятии», который был выдвинут британским экономистом Ричардом Оти в начале 1990-х гг. [1]. Суть этого тезиса в зависимости от формулировки («сильной» или «слабой») сводится к тому, что обладание крупными ресурсами полезных ископаемых приводит к замедлению экономического роста (т. е. экономики с высоким уровнем ресурсной обеспеченности при прочих равных условиях растут медленнее других), снижает конкурентоспособность экономики (как результат «голландской болезни»), «портит» качество институтов, порождает множество негативных экономических и социально-политических эффектов [2; 3]. Так это или нет, являются ли

* Статья подготовлена в рамках исследований, проводимых при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-18-02345).

ресурсы «проклятием» или, наоборот, «благословением» – предмет отдельной дискуссии¹. Авторы должны лишь признать, что им ближе точка зрения А. Илларионова, согласно которой «построение моделей “ресурсного проклятья” может рассматриваться не более чем как курьез»².

Если все-таки рассуждать о проблемах ресурсозависимости в терминах «проклятия», таковым уместно будет считать неопределенность, свойственную развитию любой экономики ресурсно-сырьевого типа, включая российскую, и обусловленную действием множества разнообразных факторов – природных, технологических, конъюнктурных, финансовых, политических, социальных и проч. Эту неопределенность можно охарактеризовать как фундаментальную, т. е. исключающую возможность корректного преобразования в ситуацию риска. И дело не только в современной крайне высокой волатильности сырьевых рынков, что стало очевидным в период финансово-экономического кризиса 2008–2010 гг., глубина и проявления которого для национальных экономик ресурсно-сырьевого типа оказались практически непредсказуемыми. С сильнейшей неопределенностью связан сам процесс освоения минерально-сырьевых ресурсов. Например, в России привычные и наиболее доступные источники ресурсов нефти и газа уже в значительной степени истощены, а путь к новым крупным источникам лежит на восток и на север, вплоть до арктических шельфов, к новым неосвоенным территориям и новым геологическим горизонтам. Можно несколько не сомневаться, что на этом трудном пути нашу страну ждут новые риски, еще неизвестные и пока что не поддающиеся измерению [5].

Неслучайно поэтому вопрос о чрезмерном сырьевом уклоне в развитии российской экономики уже много лет является одним из самых обсуждаемых и злободневных. С разных сторон все настойчивей звучат требования поскорее «слезть с нефтяной иглы», но если трезво посмотреть на сущность происходящих процессов, можно понять, что освоение высоколиквидных природных ресурсов (прежде всего – нефти и газа) должно давать серьезные импульсы для развития отечественной экономики, всех ее секторов, включая инновационный [6]. Темпы и степень инновационности экономического развития зависят не от обилия или дефицитности ресурсов как таковых, а от широкого комплекса институциональных условий, в которых протекают процессы освоения ресурсов, равно как и все процессы хозяйственной деятельности.

Томская область: проблемы нарастают

Указанную зависимость инновационности развития от институциональных условий можно увидеть не только на примере российской экономики в целом, но и на примере развития целого ряда крупных регионов (субъектов Федерации), в хозяйстве которых значимую роль играет минерально-сырьевой сектор. Среди них особое место занимает Томская область, которую до известной степени можно охарактеризовать как модельную территорию, своего рода «масштабную модель» всей России – с близкой структурой экономики, схожими достижениями и проблемами в социально-экономическом развитии.

Томская область является одновременно ресурсным и инновационным регионом, в экономике которого большую роль играют нефтегазовый сектор, обрабатывающая промышленность и научно-образовательный комплекс. Но главное, что показатели добычи нефти и газа на душу населения сопоставимы по величине со среднероссийским уровнем. Так, в Томской области – порядка 15 т н.э./чел., в России – около 8 т; в то время как в Ханты-Мансийском округе – 190, на Сахалине – более 80 т). В Томской области, как и в России в целом, есть уже «зрелые» районы, где освоение ресурсов нефти и газа ведется начиная с 1960-х гг., но есть и новые перспективные слабоизученные территории (правобережье

¹ Теория «ресурсного проклятия» имеет немало сторонников, но и не меньше противников, пытающихся доказать или опровергнуть ее с помощью статистического и эконометрического анализа. В частности, результаты недавних исследований на основе панельных данных, проведенных в Гуверовском институте (Стэнфорд, США), полностью опровергают все основные положения теории «ресурсного проклятия», включая то, что зависимость от ресурсов якобы ассоциируется с авторитаризмом [4].

² Проклятие Илларионова. Природные ресурсы вошли в противоречие с властными ресурсами // НИУ ВШЭ и СМИ. 2007. 6 апр. URL: <http://www.hse.ru/news/1163633/1142505.html> (дата обращения 07.08.2014).

Оби), вовлечение которых в хозяйственный оборот сопряжено с высоким уровнем геологических и финансовых рисков и требует значительных затрат. В Томской области есть потенциальная возможность для взаимодействия между различными сегментами нефтегазового сектора по всей производственной «вертикали»: от подготовки запасов углеводородного сырья до производства и реализации конечных продуктов (нефтепродуктов и химикатов).

В социально-экономической системе Томской области с каждым годом все более заметную роль играют отрасли и виды деятельности инновационной сферы. Еще в самом начале 2000-х гг. в области (в числе первых среди российских регионов) была принята региональная инновационная стратегия, определившая общую цель, модель, участников и инструменты формирования региональной инновационной системы³. Однако имеющийся потенциал в настоящее время, к сожалению, не дает желаемой отдачи для региональной экономики.

Инновационное развитие экономики должно сопровождаться повышением эффективности производства. Но пример обрабатывающей промышленности региона показывает обратное: объемы производства растут быстрее, чем добавленная стоимость. Точнее говоря, за период 2004–2012 гг. величина добавленной стоимости уменьшилась на 14 % при фактической стагнации объемов выпуска продукции⁴. Иными словами, в потенциально наиболее восприимчивом к инновациям секторе региональной экономики рост производства в стоимостном измерении происходит в основном за счет увеличивающихся материальных затрат, а не добавленной стоимости. Отчасти это связано с проблемой недостаточной отдачи инновационного процесса.

Современный «инновационный вектор» в развитии экономики Томской области в значительной степени формируется статистическим путем, поскольку деятельность, по формальным признакам квалифицируемая как «инновационная», не всегда является такой по сути. Инновационный сектор работает в значительной степени по затратному принципу: осваивает выделяемое финансирование, не принося желаемую конечную отдачу.

Как отражение «холостых оборотов» в работе «инновационного двигателя» Томской области стало нарастание проблем в социально-экономическом развитии. В 2000-х гг. наметились неблагоприятные тенденции, которые выражаются в замедлении темпов экономического роста, доходов населения и бюджетной обеспеченности, в относительном ослаблении инвестиционной активности. Статистические наблюдения показывают, что по динамике ряда важнейших показателей (душевого ВРП и доходов на душу населения) область отстает от среднероссийского уровня⁵.

Можно назвать целый ряд причин или проблем, сдерживающих экономический рост Томской области. К их числу относятся: малая емкость внутреннего рынка, доминирование внешних связей над внутренними; ориентация сферы услуг на обеспечение сложившегося в прежние годы экономического и технологического укладов экономики региона, что сдерживает рост новых видов деятельности. Главной же уязвимостью, но отнюдь не «проклятием» следует считать ресурсозависимость. Анализ текущего социально-экономического положения и основных проблем развития области показывает, что динамика роста ВРП и промышленности в целом находится в сильной зависимости от темпов роста производства в нефтегазовом секторе, который играет главную роль в сборе налогов на территории, в формировании доходов регионального бюджета, в инвестициях, в занятости населения (с учетом мультипликативных эффектов).

В 2012 г. в структуре ВРП Томской области на добычу полезных ископаемых приходилось 31,5 %, а на обрабатывающие производства в 3 раза меньше – 10,4 %. Тенденция к «утяжелению» веса ресурсного сектора экономики наблюдается начиная с 2009 г. За это время доля добычи полезных ископаемых в ВРП области выросла почти в полтора раза,

³ Администрация Томской области. URL: <http://toms.gov.ru/ru/nauchno-obrazovatelnyy-kompleks/innovatsionnaya-deyatelnost/> (дата обращения 07.08.2014).

⁴ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области / Томкстат. URL: <http://tmsk.gks.ru/> (дата обращения 07.08.2014).

⁵ Единая межведомственная информационно-статистическая система / ЕМИСС. URL: <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do> (дата обращения 07.08.2014).

а доля обрабатывающих производств сократилась на 3 п. п.⁶ Область входит в первую десятку субъектов Федерации по доле добавленной стоимости добывающих отраслей в ВРП. При этом рост стоимостных показателей развития нефтегазового сектора не подкрепляется адекватным увеличением объемов производства в натуральном выражении. Происходящее в большей степени объясняется повышением цен на реализуемые углеводороды, нежели увеличением объемов добычи. Коротко говоря, сложившейся ситуации в нефтегазовом секторе можно дать определение «неустойчивая стабильность».

Задача дальнейшего развития нефтегазового сектора усложняется тем, что области требуется не просто добывать нефть или газ, но делать это с определенной эффективностью. Причем в расчет должны приниматься не только прямые, но и косвенные эффекты, которые возникают по цепочкам межотраслевых связей и значение которых с каждым годом усиливается.

Следовательно, при анализе и построении прогнозов регионального социально-экономического развития необходимо одновременно учитывать множество факторов, влияющих на рост экономики. Между различными факторами складываются многоступенчатые динамические взаимодействия, которые в своей совокупности образуют частично замкнутую (циклическую) систему с прямыми и обратными связями. Действие многих факторов характеризуется высокой степенью неопределенности, что также закономерно для ресурсозависимой экономики.

Сложность объекта исследования подталкивает к тому, что среди современных подходов к анализу и прогнозированию развития регионов ресурсного типа широко применяются такие подходы, как системный, институциональный, эволюционный, воспроизводственный, а также региональная диагностика [7]. Все они в той или иной степени опираются на использование экономико-математических моделей и методов. Необходимость учета фактора неопределенности актуализирует применение специальных методов системного анализа, который ориентирован на решение слабоструктурированных проблем и дает возможность исследовать сложные системы с учетом их внутренних и внешних взаимосвязей [8].

Сущность когнитивного подхода к моделированию систем

Одним из наиболее мощных методов системного анализа является когнитивное моделирование. Изначально когнитивный подход сформировался в рамках социальной психологии – когнитивизма, занимающегося изучением процессов восприятия и познания. Разработки социальной психологии позволили исследовать проблемы управления и принятия решения. Сейчас методология когнитивного моделирования развивается в направлении усовершенствования аппарата анализа и моделирования ситуаций. Принцип когнитивного моделирования основывается на том, что сложнейшие проблемы и тенденции развития системы при моделировании упорядочиваются в виде ориентированного графа, который затем может трансформироваться в функциональный. Использование такого подхода позволяет осмысливать и интерпретировать происходящие в системе события. Таким образом, суть когнитивного подхода заключается в том, что метод помогает исследователю проанализировать и оценить ситуацию, основываясь на упорядоченном и верифицированном знании о сложной системе [9; 10].

Когнитивное моделирование обычно включает нескольких последовательных стадий:

- 1) выявление факторов, характеризующих проблемную ситуацию, развитие системы;
- 2) выявление взаимосвязей (направлений взаимодействия) между факторами;
- 3) определение характера взаимовлияния между факторами (положительное, отрицательное, +/-);
- 4) оценка интенсивности взаимовлияния факторов [11; 12].

На третьей стадии процесса моделирования фактически осуществляется построение когнитивной карты как ориентированного графа. Затем после определения весов всех дуг (оценок взаимовлияния) происходит окончательное построение когнитивной модели в виде ориентированного взвешенного (или функционального – в случае использования функцио-

⁶ См.: ЕМИСС.

нальных зависимостей) графа. Шкала оценок взаимосвязей между факторами формируется исследовательским путем. Исследователь основывается на своих знаниях о моделируемой системе, предшествующем качественном и количественном анализе, который нацеливается на выявление корреляций между факторами. Оценочная шкала взаимовлияний факторов может быть сформирована следующим образом: 0,1 – «слабое»; 0,3 – «умеренное»; 0,5 – «существенное»; 0,7 – «сильное»; 0,9 – «очень сильное».

Таким образом, основным инструментом когнитивного моделирования является когнитивная карта ситуации. Это вид математической модели, представленной в виде ориентированного взвешенного (или функционального) графа. Теория графов предоставляет средства для отображения структуры причинно-следственных связей: пути, циклы и компоненты. Соответственно, когнитивные карты позволяют выявить причинно-следственные связи в слабо структурированных ситуациях, особенности прямых и обратных связей, за счет чего исследователем могут быть открыты новые аспекты, получены неизвестные ранее знания о системе [13; 14].

Вычислительный процесс когнитивного моделирования можно разделить на три этапа. Первый этап – это моделирование саморазвития ситуации. На этом шаге ситуация «развивается» при отсутствии управляющих воздействий на систему (без имитации процесса управления). Второй этап подразумевает управляемое развитие ситуации в результате воздействия на какие-либо из факторов: исследователь определяет управляющие факторы и варьирует их, наблюдая за происходящими в системе изменениями. Третий этап – решение обратной задачи, которая заключается в получении значений управляющих факторов для достижения заданных значений целевого фактора, т. е. ищется ответ на вопрос, какие управляющие воздействия к системе нужно приложить, чтобы получить желаемый результат [15].

Таким образом могут быть построены различные сценарии прогноза развития ситуации: без управления и с управлением (для ослабления негативных тенденций и / или усиления позитивных тенденций). В первом случае можно говорить о так называемом импульсном прогнозе развития ситуации [9].

Компьютерная реализация когнитивной модели представляет собой рекуррентную вычислительную процедуру, количество итераций в которой должно обеспечить сходимость вычислений, т. е. получение стабильных значений, характеризующих изменение величин факторов модели. Это изменение трактуется как прирост в процентном отношении по сравнению с величиной показателя в начальном состоянии системы (при этом конкретные «физические» единицы измерения величин не имеют значения – в результате важно, происходит улучшение или ухудшение фактора).

Для количественно измеримых показателей получаемые результаты можно интерпретировать естественным образом – в общепринятых единицах измерения; для трудноизмеримых или количественно не измеримых факторов можно говорить о качественном улучшении или ухудшении по условной шкале, принятой для оценки интенсивности взаимовлияний. Аналогичным образом можно трактовать входные воздействия управляющих факторов. В зависимости от выбора факторов могут формироваться различные сценарии управляющего воздействия на систему, которые дают устойчивый результат по прошествии некоторого числа периодов «жизни» системы (итераций рекуррентной вычислительной процедуры).

Реальная продолжительность каждого периода, соответствующего одной итерации вычислений, является предметом качественного анализа с учетом разнообразных аспектов. Прежде всего следует учесть длительность инвестиционных лагов, периодичность обновления основного капитала и технологий, сроки реализации проектов развития хозяйственных комплексов.

Импульсный прогноз развития ситуации и вычислительная сходимость в процессе моделирования имеют свою естественную содержательную интерпретацию в терминах развития систем. В результате импульсного воздействия извне или изнутри (например, ввиду критического изменения «величины» какого-либо элемента системы) система выходит из состояния равновесия (устойчивости). В течение некоторого времени происходит «разбалансировка» взаимосвязей между элементами системы, изменяются веса («величины») этих элементов. Но постепенно действие первоначального импульса ослабевает, сокращается

амплитуда изменений «величин» элементов, стабилизируются обновленные интенсивности взаимосвязей. В итоге система приходит к качественно новому состоянию равновесия (устойчивости), которое отличается от прежнего. При этом следует понимать, что равновесие (устойчивость) системы не равнозначно застою или стагнации – это фаза развития в определенном качественном состоянии. Характер же развития (позитивный, негативный, застойный и т. п.) зависит от свойств системы и ее элементов, внутренних и внешних взаимосвязей.

Следует отметить, что когнитивная модель – это *субъективное представление эксперта* о процессах в сложной динамической ситуации (системе), формально представляемое в виде ориентированного знакового графа [15]. Таким образом, встает вопрос о том, насколько оправдана подобная субъективность, не приведет ли она к получению искаженных знаний о закономерностях развития исследуемой системы.

Проблема субъективности в значительной степени решается путем проверки моделей в известных условиях, т. е. путем их «погружения» в прошлое. Большую роль играет также правильное позиционирование когнитивных моделей в общем циклически иерархическом процессе моделирования систем (в частности социально-экономических), включающем несколько стадий: описание объекта → когнитивное моделирование → построение концептуальных моделей → построение формальных моделей (математических, физических или компьютерных). Таким образом, процесс когнитивного анализа можно рассматривать в качестве своего рода подготовительного шага к построению формальных моделей, сужающего неопределенность и область допустимых решений.

Когнитивная модель Томской области

Примерами применения когнитивного подхода для исследования социально-экономических систем могут служить работы, посвященные моделированию социально-экономических рейтингов в республике Коми [19] или развитию туристско-рекреационной системы юга России [17]. Следует отметить, что в названных работах охвачены отдельные аспекты развития региональных социально-экономических систем: инвестиционный климат, информатизация, инвестиционная привлекательность; развитие деятельности в сфере туризма и рекреации. Мы же ставили перед собой более широкую задачу: оценить взаимное влияние ключевых факторов на динамику социально-экономического развития региона – субъекта Федерации. В итоге построенная модель агрегированным образом охватывает всю социально-экономическую систему выбранной для исследования территории. По своей постановке эта задача близка известным зарубежным исследованиям, в одном из которых представлена теоретическая когнитивная модель экономики [18], а в другом – модель, построенная для оценки политико-экономического влияния разведки ресурсов нефти и газа на Кипре [19].

В разработанной модели целевым фактором является ВРП: в зависимости от постановки задачи значение фактора (равно как всех остальных количественно измеримых факторов) измеряется по абсолютной величине либо по показателю темпа прироста. Учитываются следующие влияющие факторы: базовые ресурсные факторы, главные хозяйственные комплексы, опосредующие финансовые потоки, обеспечивающие факторы, внешние факторы (табл. 1). Развертывание взаимосвязанных исходных факторов в динамике позволяет выявить темп прироста целевого показателя.

Как видно из табл. 1, в состав факторов построенной когнитивной модели экономики Томской области входят количественно измеримые и качественные факторы, что позволяет отразить различные аспекты развития социально-экономической системы региона. Особого внимания заслуживает вопрос оценки «стоимости» человеческого капитала. Величина человеческого капитала в стоимостном выражении оценивалась по методу непрерывной инвентаризации с учетом бюджетных расходов на образование (включая расходы на высшее образование из федерального бюджета и внебюджетных источников), культуру, здравоохранение, физическую культуру и спорт, социальную политику и охрану окружающей среды.

Таблица 1

Факторы когнитивной модели Томской области

Тип влияющего фактора	Название и свойства фактора	Обозначение фактора
Базовые ресурсные факторы	Ресурсы нефти и газа (в показателях добычи, млн т н.э.)	0-1 Нефть
	Человеческий капитал (накопленные затраты на формирование, млн руб.)	0-2 Ч-Кап
Главные хозяйственные комплексы	Нефтегазовый сектор (ВДС, млн руб.)	2-1 НГС
	Промышленность (обрабатывающая, ВДС, млн руб.)	2-2 Пром.
	Научно-образовательный комплекс (ВДС, млн руб.)	2-3 НОК
Опосредующие финансовые потоки	Инвестиции в основной капитал (млн руб.)	1-4 Инвест.
	Доходы и расходы бюджета (млн руб.)	1-5 Бюджет
	Межбюджетные трансферты (млн руб.)	1-3 Трансф.
	Издержки производства (млн руб.)	1-4 Изд.
	Затраты на инновации (расходы на НИОКР, млн руб.)	1-5 Иннов.
Обеспечивающие факторы	Инфраструктура (ВДС отраслей инфраструктуры и обеспечивающих видов деятельности, млн руб.)	3-1 Инфр.
	Уровень технологий (качественная переменная)	3-2 Техн.
	Уровень развития социальной сферы (качественная переменная)	3-3 Соц-Сф
Внешние факторы	Внешняя конъюнктура (цены на нефть, долл./бар.)	4-1 Цены
	Внешние риски – финансовые, политические, регуляторные и проч. (качественная переменная)	4-2 Риски
Целевой фактор	Уровень развития экономики (ВРП, млн руб.)	5-1 ВРП

Примечание: ВДС – валовая добавленная стоимость.

Ориентированный граф на основе принятых факторов (вершин) включает 111 взаимосвязей (дуг) – положительных и отрицательных; прямых и обратных, образующих сложные многошаговые и циклические взаимодействия (рис. 1).

Первый этап работы с построенной моделью заключался в проверке адекватности применительно к периоду времени 2009–2013 гг. В качестве импульсных воздействий на систему были заданы приросты величин базовых ресурсных факторов, а также факторов, независимых или слабо зависящих от региональной социально-экономической системы (межбюджетных трансфертов, цен на нефть и расходов на НИОКР – последние в основном финансируются за счет федеральных источников) (рис. 2).

В процессе настройки модели происходил подбор значений интенсивностей взаимодействий между факторами (весов дуг когнитивного графа), а в качестве критерия использовались получаемые результаты прироста величин ВРП и доходов бюджета. В итоге была найдена комбинация искомым значений, при которой расчетный темп прироста ВРП составил 8,4 % (с погрешностью в 8 % по отношению к фактическому оценочному показателю на уровне 7,8 %), а темп прироста доходов бюджета – минус 0,5 % (при фактическом почти нулевом приросте). Построенная таким образом матрица коэффициентов взаимодействий приведена в табл. 2.

Моделирование прогноза на среднесрочную перспективу

На первом шаге – при построении импульсного прогноза развития ситуации – источниками воздействия на систему являются приросты значений базовых ресурсных факторов и факторов, непосредственным образом не зависящих от социально-экономической

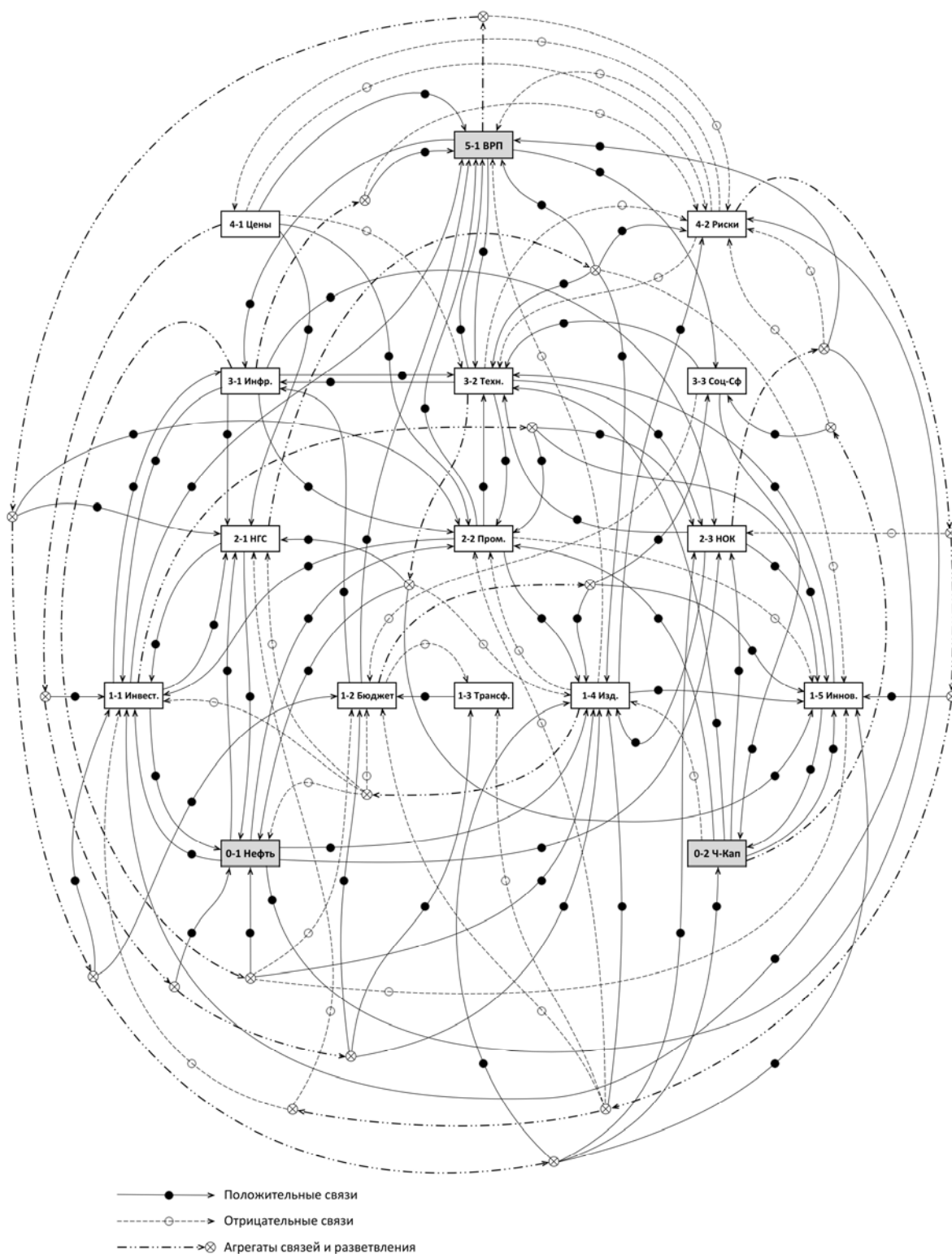


Рис. 1. Ориентированный граф когнитивной модели Томской области

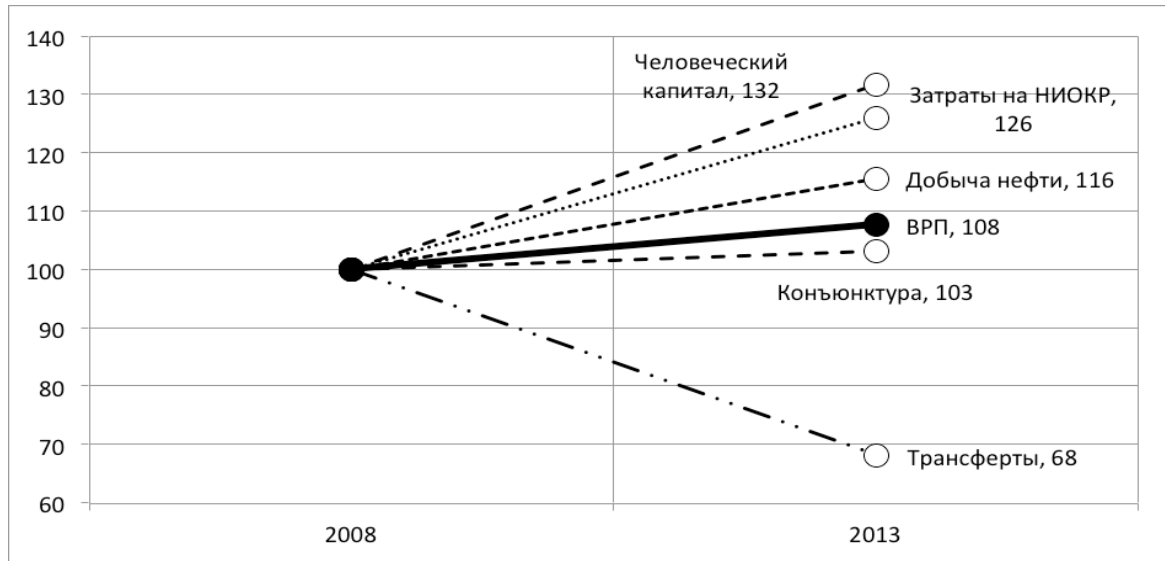


Рис. 2. Фактические показатели роста факторов модели, % (2008 г. = 100)

Источники: BP Statistical Review of World Energy 2014. URL: <http://www.bp.com/>; Информация об исполнении бюджетов / Федеральное казначейство. URL: <http://www.roskazna.ru/> (дата обращения 07.08.2014)

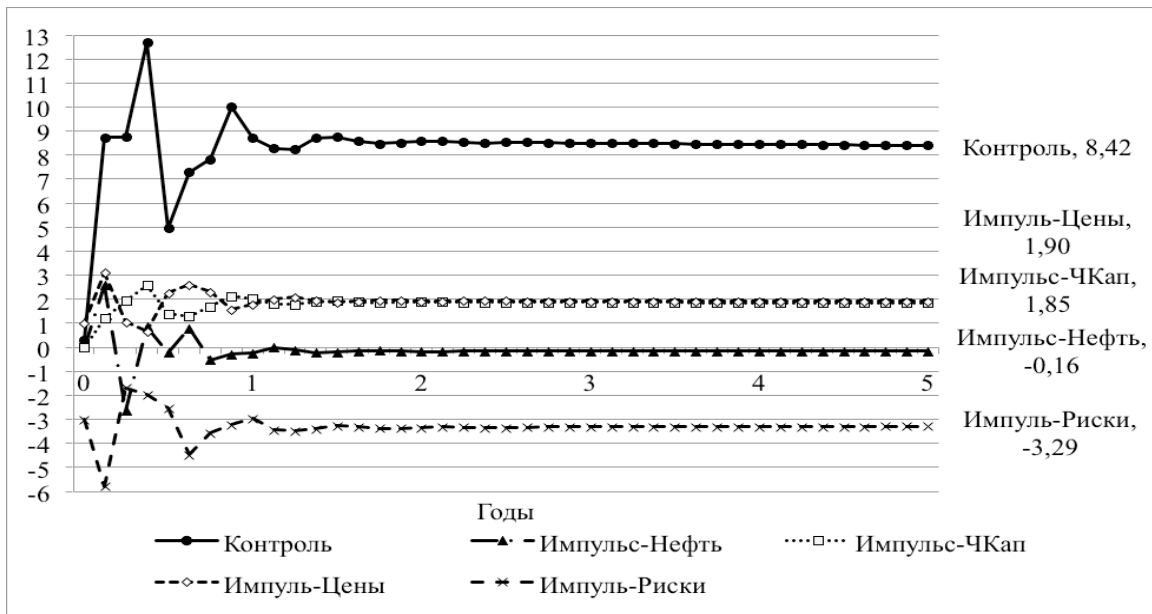


Рис. 3. Диаграммы рекуррентных вычислений прироста величины ВРП в контрольном расчете и под воздействием однофакторных импульсов, %

системы региона: затраты на инновации, внешняя конъюнктура и риски. Сценарий среднесрочного прогноза на предстоящий 5-летний период задан инерционным в предположении, что в основном сохранится прежняя динамика инициирующих факторов (нефть = +10%; человеческий капитал = +30%; затраты на инновации = +30%; цены = +10%), за исключением рисков. Учитывая современную политико-экономическую ситуацию, мы включили в сценарий прогноза гипотезу о 30-процентном приросте значения фактора рисков.

При оценке однофакторных импульсов выяснилось, что наибольшее воздействие на целевой фактор системы (величину ВРП) оказывает изменение значений факторов риска,

Таблица 2

Матрица коэффициентов взаимовлияний когнитивной модели

	0-1 Нефть	0-2 Ч-Кап	1-1 Инвест.	1-2 Бюджет	1-3 Трансф.	1-4 Изд.	1-5 Иннов.	2-1 НГС	2-2 Пром.	2-3 НОК	3-1 Инфр.	3-2 Техн.	3-3 Соц-Сф	4-1 Цены	4-2 Риски	5-1 ВРП
0-1 Нефть	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
0-2 Ч-Кап	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
1-1 Инвест.	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,1	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
1-2 Бюджет	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1
1-3 Трансф.	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1-4 Изд.	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,5	-0,1	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5
1-5 Иннов.	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
2-1 НГС	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,5
2-2 Пром.	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
2-3 НОК	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	-0,1	0,1
3-1 Инфр.	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,1
3-2 Техн.	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	-0,3	0,1
3-3 Соц-Сф	0,0	0,3	0,0	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
4-1 Цены	0,3	0,0	0,5	0,5	0,5	0,3	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,3	0,1
4-2 Риски	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	0,3	0,3	-0,5	-0,3	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,3	0,0	-0,3
5-1 ВРП	0,0	0,1	0,3	0,5	0,0	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,0	-0,3	0,0

конъюнктуры и человеческого капитала. Воздействие ресурсно-сырьевого фактора и межбюджетных трансфертов весьма незначительно. В частности, прирост добычи нефти и газа на 1 % при прочих равных условиях приводит к сокращению ВРП на 0,02 % (рис. 3, 4). Если же попытаться соотнести степень влияния базовых ресурсных факторов (сырьевых ресурсов и человеческого капитала) на динамику ВРП, то при прочих равных условиях образуются своего рода «ножницы», которые графически показаны на рис. 5.

Оценка многофакторного импульсного воздействия с указанными выше значениями дала прирост расчетной величины ВРП на 0,5 % и нулевой прирост доходов бюджета, т. е. в заданном сценарии по модельным расчетам прогнозируется стагнация экономики Томской области. Со всей очевидностью указанный результат является нежелательным, что предопределяет необходимость целенаправленного воздействия на социально-экономическую систему для достижения более благоприятной динамики показателей развития.

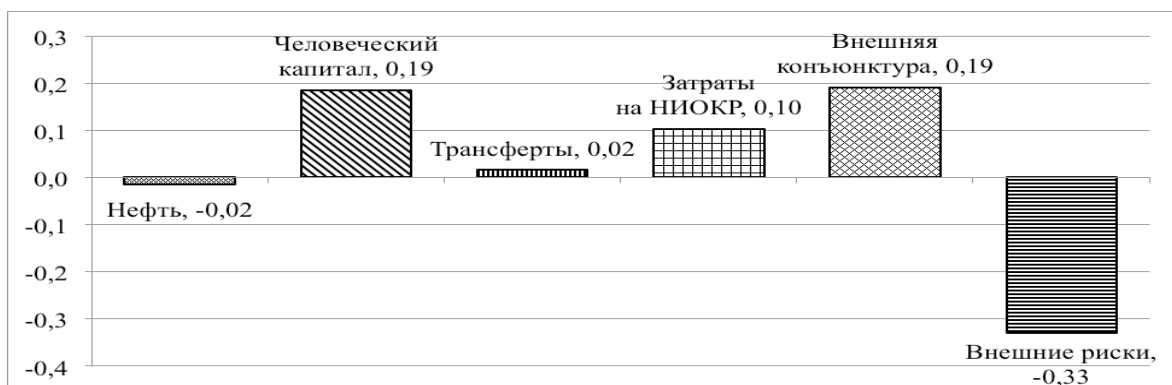


Рис. 4. Расчетные значения прироста ВРП (%) при увеличении значений инициирующих факторов прогноза на 1 %

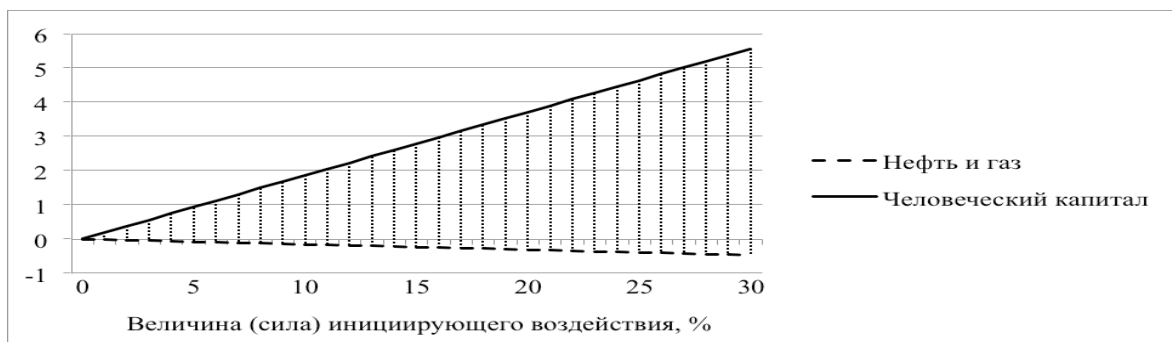


Рис. 5. Прирост ВРП Томской области в зависимости от силы инициирующего воздействия базовых ресурсных факторов, %

На втором этапе прогнозных расчетов с использованием когнитивной модели выявлялись последствия возможных управляющих воздействий на систему. В качестве управляющих факторов были выбраны инвестиции, нефтегазовый сектор, промышленность, научно-образовательный комплекс и инфраструктура. В реально-содержательном смысле это означает государственное стимулирование соответствующих секторов экономики и видов деятельности посредством проведения целенаправленной регуляторной политики. При помощи построенной модели мы имитировали «слабые» управляющие воздействия с приростом значений факторов на 10 %, что, на наш взгляд, достаточно близко соответствует реальной действительности. В результате расчета при условии комплексного воздействия (стимулирования) был получен прирост показателя ВРП всего на 6 % к 2018 г., или менее 1,2 % в среднегодовом исчислении (рис. 6).

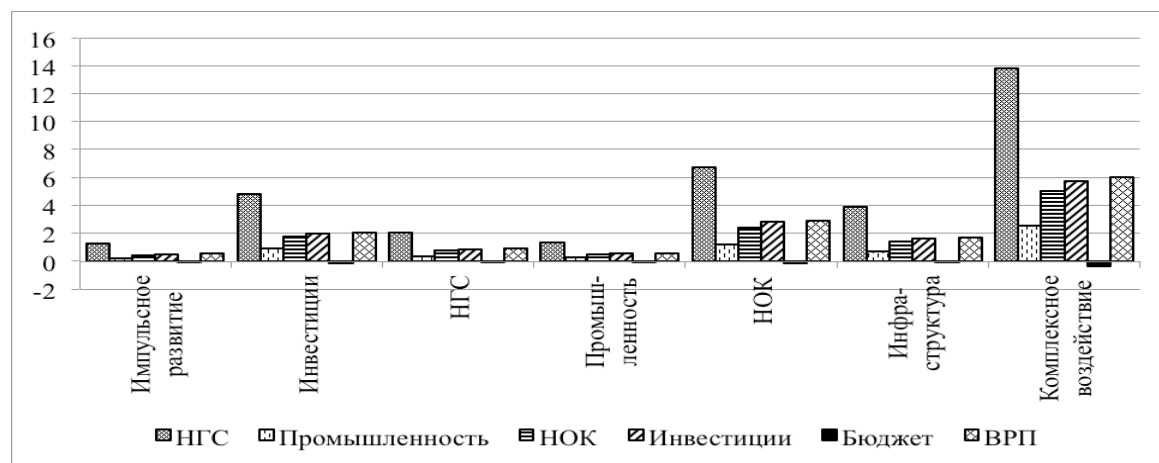


Рис. 6. Расчетные показатели прироста ВРП, доходов бюджета, инвестиций и отраслей региональной экономики при импульсном развитии и при слабом воздействии управляющих факторов, %

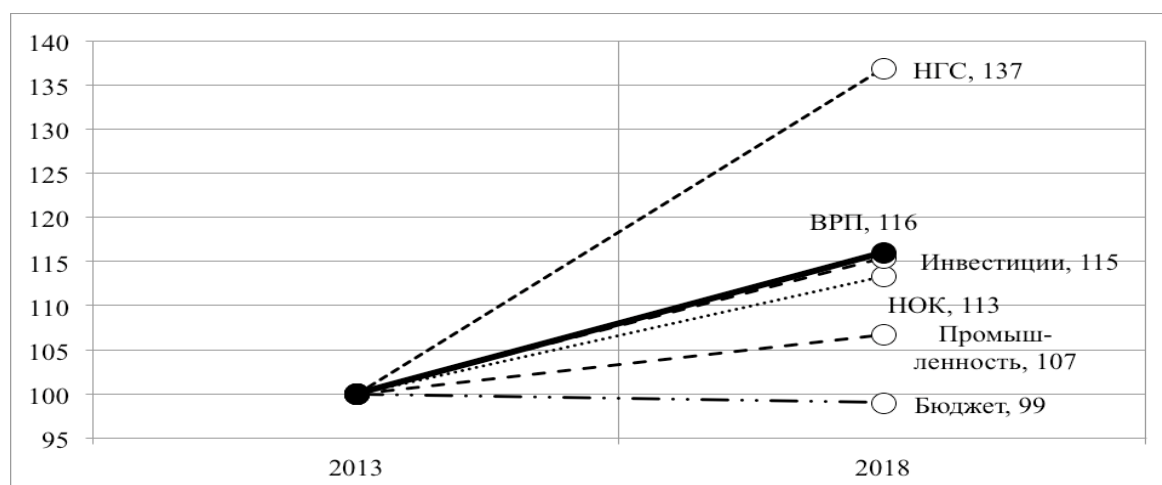


Рис. 7. Прогнозируемые темпы роста показателей экономики Томской области, полученные по когнитивной модели при решении обратной задачи, % (2013 г. = 100)

Логично предположить, что данный результат соответствует более чем неблагоприятному сценарию социально-экономического развития Томской области, поскольку в актуализации региональной стратегии на период до 2025 г. в пессимистическом сценарии предусматривается среднегодовой прирост душевого ВРП примерно на 1,5 %, в базовом сценарии – на 3,4 %, в оптимистическом – на 4,8 %⁷. В модельной имитации для того, чтобы достичь показателей прироста ВРП на уровне базового сценарии стратегии, сила воздействия каждого из управляющих факторов должна равняться почти 30 %, т. е. в терминах модели должна характеризоваться как «умеренная».

Равносильное воздействие всех управляющих факторов представляется слишком сильной абстракцией и лишь отражает общее состояние системы и необходимую усредненную меру воздействия на нее. Более содержательный ответ дает решение обратной задачи, предусматривающей поиск значений для воздействия управляющих факторов при заданном приращении целевого показателя. Таковым можно полагать увеличение ВРП к 2018 г. на 16 %, что в среднегодовом исчислении составляет 3 % прироста. В когнитивной модели обратная задача решается путем построения транзитивного замыкания матрицы смежности [20]. При

⁷ Администрация Томской области... (дата обращения 07.08.2014).

проведении расчетов были найдены следующие значения управляющих воздействий: инвестиции = +24 %, НГС = - 3 %, промышленность = +45 %, НОК = +12 %, инфраструктура = +78 %. В результате достигается 16-процентный прирост ВРП. Но поскольку основные сценарные условия заданы инерционным образом, сохраняется тенденция быстрого прироста добавленной стоимости в НГС (на 37 %) при замедленном приросте промышленности (на 7 %) и стагнации величины бюджетных доходов (рис. 7).

На наш взгляд, полученный результат решения обратной задачи представляется вполне закономерным. Основные регуляторные усилия (управляющие воздействия) должны быть направлены: с одной стороны, на создание благоприятного инвестиционного климата, т. е. усиление факторов (инфраструктуры и инвестиций), способных обеспечить условия для инвестирования с получением достаточно высокой отдачи; с другой стороны, на ликвидацию «узких мест» в экономике, одним из которых сегодня является обрабатывающая промышленность (на протяжении ряда последних лет в отрасли происходит сокращение добавленной стоимости при увеличении показателя выпуска продукции). Наименьшее воздействие «адресовано» тем секторам экономики, которые имеют устойчивую тенденцию развития, поддерживаемую внешними источниками – рыночной конъюнктурой (нефть) и федеральным финансированием (НОК, через затраты на НИОКР).

Выводы

Подводя итог, что можно сказать о когнитивном подходе и о целесообразности его применения для моделирования региональных социально-экономических систем? Не вызывает сомнений, что когнитивное моделирование имеет «право на жизнь», поскольку дает результаты, сопоставимые с реальной действительностью. Причем издержки исследования, связанные с подготовкой информационной базы, оказываются существенно меньше, чем при использовании эконометрических методов или построении моделей типа «затраты – выпуск». Метод нечетких когнитивных карт (Fuzzy Map) является одним из немногих, позволяющих исследовать и с приемлемой точностью прогнозировать тенденции развития социально-экономических систем в условиях обширной неопределенности.

Как преимуществом, так и недостатком метода можно назвать огромную свободу выбора в способах качественного и количественного анализа исходных данных. Это порождает определенные сомнения в объективности когнитивного подхода и получаемых с его помощью результатов. Но зачастую построить прогнозы, опираясь на объективные, строго формализованные методы (даже с использованием инструментов теории вероятностей и математической статистики), оказывается попросту невозможным. Во-первых, слишком слаба информационно-статистическая база, которая не дает достаточного числа наблюдений; а во-вторых, в развитии социально-экономических систем наряду с количественными факторами большую роль играют качественные, вообще не поддающиеся точному измерению. Фундаментальная неопределенность в экономике требует адекватного ответа при проведении исследований и в прогнозировании. Один из возможных вариантов достойного ответа на этот вызов действительности – применение когнитивного подхода и построение моделей на основе нечетких когнитивных карт.

Главный содержательный вывод заключается в том, что в предстоящем социально-экономическом развитии Томской области *не может быть альтернативы между ресурсно-индустриальным и так называемым «инновационным» направлениями*, равно как и неуместен выбор приоритетов между названными направлениями в экономической политике. Альтернативным является выбор форматов развития каждой из крупных сфер региональной экономики – реального сектора (прежде всего нефтегазового) и инновационной сферы, а также принципов и механизмов их взаимодействия.

До сих пор названные сферы экономики Томской области в своем развитии разобщены и дистанцированы друг от друга, что не только не позволяет рассчитывать на получение синергетических эффектов, но и снижает социально-экономическую «ценность» каждой из сфер в отдельности. Результаты расчетов по модели с очевидностью это подтверждают.

Имеющиеся потенциальные возможности конверсируются в реальные результаты только путем целенаправленной государственной экономической политики в рамках региональных

и федеральных (поскольку не все зависит от региона) властных компетенций. Эта политика должна распространяться на сферу недропользования, налогообложения, инвестиционной и инновационной деятельности. Таким образом, по сути, речь идет о разработке и проведении взвешенной промышленно-инвестиционно-инновационной политики на уровне региона, целью которой является усиление существующих и поиск новых точек роста экономики. Региональная экономика сможет обеспечить рост благосостояния растущего населения, только постоянно совершенствуясь, модернизируя традиционные отрасли и создавая новые отрасли, секторы и виды деятельности.

Необходимо сочетание и взаимодействие всех основных факторов (человеческого капитала, ресурсного и производственного потенциалов, благоприятной бизнес-среды) для создания и продвижения собственной модели развития и роста. Только собственная модель, основанная на указанном выше принципе, может обеспечить поступательное развитие экономики области, рост ее конкурентоспособности в Сибири и в России.

Полученные результаты во многом являются предварительными. И сама когнитивная модель, и сценарные условия прогноза были заданы как инерционные, которые отражают сложившиеся взаимосвязи в рамках социально-экономической системы региона и тенденции ее развития. Модель отражает экономику Томской области такой, какая она есть. На следующей фазе исследований необходимо построить нормативную модель, показывающую, какой должна быть региональная экономика. Тогда можно будет в более отчетливом виде представить направление движения от современного состояния к желаемому и определить контуры экономической политики (регуляторных воздействий на систему), которая позволит пройти этот путь.

Список литературы

1. *Auty R. M.* Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis. N. Y.: Routledge, 1993. 272 p.
2. *Sachs J. D., Warner A. M.* Natural Resource Abundance and Economic Growth / NBER Working Paper No. 5398. Cambridge, MA, 1995. 47 p. URL: <http://www.nber.org/papers/w5398> (07.08.2014).
3. *Полтерович В. М., Попов В. В., Тонис А. С.* Экономическая политика, качество институтов и механизмы «ресурсного проклятия». М.: Изд. дом ГУ-ВШЭ, 2007. 98 с.
4. *Haber S., Menaldo V.* Do Natural Resources Fuel Authoritarianism? A Reappraisal of the Resource Curse // *American Political Science Review*. 2011. Vol. 105, iss. 1. P. 1–26.
5. *Карева Д. Е., Шмат В. В.* Будущее российской экономики глазами «отцов» и «детей» // *ЭКО*. 2014. № 9. С. 86–105.
6. *Крюков В. А., Токарев А. Н., Шмат В. В.* Как сохранить наш «нефтегазовый очаг»? // *ЭКО*. 2014. № 3. С. 5–29.
7. *Шмат В., Севастьянова А.* Новая стратегия нефтегазовых территорий: экономика, информация, социум. Информационно-аналитические методы и ситуационный анализ в стратегическом управлении нефтегазодобывающим регионом на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2006. 191 с.
8. *Черняк Ю. И.* Системный анализ в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975. 191 с.
9. *Кулинич А. А.* Компьютерные системы анализа ситуаций и поддержки принятия решений на основе когнитивных карт: подходы и методы // *Проблемы управления*. 2011. № 4. С. 31–45.
10. *Максимов В. И., Корнушенко Е. К.* Анализ и управление в нестабильной среде // *Банковские технологии*. 1999. № 3. С. 34–37.
11. *Максимов В. И., Корнушенко Е. К., Качаев С. В.* Когнитивные технологии для поддержки принятия управленческих решений // *Информационное общество*. 1999. Вып. 2. URL: <http://www.infosoc.iis.ru/content/1999/199902/199902.ru.html> (дата обращения 07.08.2014).
12. *Заболотский М. А., Полякова И. А., Тихонин А. В.* Когнитивное моделирование – уникальный инструмент для анализа и управления сложными системами (регион, отрасль промышленности, крупное предприятие) // *Успехи современного естествознания*. 2005. № 2. С. 28.

13. Kosko B. Fuzzy cognitive maps // *Int. J. Man-Machine Studies*. 1986. No. 24. P. 65–75. URL: <http://sipi.usc.edu/~kosko/FCM.pdf> (дата обращения 07.08.2014).

6. Dickerson J. A., Kosko B. Virtual Worlds as Fuzzy Cognitive Maps // *Presence*. 1994. Vol. 3. No. 2. P. 173–189. URL: http://sipi.usc.edu/~kosko/Virtual_Worlds_FCM.pdf (дата обращения 07.08.2014).

7. Axelrod R. *The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press, 1976. 404 p.

8. Лавреш И. И., Миронов В. В., Смирнов А. В. Когнитивное моделирование социально-экономических рейтингов регионов // *Вестн. ИТАРК*. 2011. № 1. С. 22–30.

17. Солохин С. С. О когнитивном моделировании устойчивого развития социально-экономических систем (на примере туристско-рекреационной системы Юга России) // *Искусственный интеллект*. 2009. № 4. С. 150–160.

18. Carvalho J. P., Tome Jose A. B. Rule Based Fuzzy Cognitive Maps in Socio-Economic Systems // *IFSA-EUSFLAT 2009 Proceedings*. Lisbon, 2009. P. 1821–1826.

19. Neocleous C., Schizas C., Papaioannou M. Fuzzy cognitive maps in estimating the repercussions of oil/gas exploration on politico-economic issues in Cyprus // *2011 IEEE International Conference On Fuzzy Systems*. Taipei, Taiwan: IEEE, 2011. P. 1119–1126. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=5976945> (дата обращения 07.08.2014).

20. Peeva K., Kyosev Y. *Fuzzy Relational Calculus. Theory, Applications and Software* // *Advances in Fuzzy Systems – Applications and Theory*. Singapore: World Scientific, 2004. Vol. 22. xi, 291 p.

Материал поступил в редакцию 04.09.2014

A. K. Belan¹, V. V. Shmat^{1,2}

¹ *Novosibirsk State University*

2 Pirogov Str., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

² *Institute of Economics and Industrial Engineering of SB RAS*

17 Lavrentiev Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

anna_belan@bk.ru, petroleum-zugzwang@yandex.ru

ANALYSIS OF RESOURCE AND NON-RESOURCE FACTORS' INFLUENCE ON ECONOMIC GROWTH OF TOMSK REGION USING COGNITIVE APPROACH

This article introduces the key problems of social-economic development of Tomsk region and factors that influence economic growth in highly resource-dependent region. Authors prove the advisability of using cognitive approach for investigation and forecasting of social-economic system development in conditions of uncertainty. Also results of simulation are given medium-term forecast. They are interpreted by means of fuzzy cognitive map. Obtained results, on the one hand, confirm the theoretical considerations about the need of convergence between various factors in the regional development strategy. On the other hand, it's revealed the need to build a normative model, showing what the regional economy should be. This will allow to conceive more clearly the direction of movement from the modern position to desired one and to determine required contours of the economic policy.

Keywords: region, Tomsk region, economic growth, resource dependence, oil and gas, human capital, uncertainty, cognitive modeling (simulation).

References

1. Auty R. M. *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*. New York, Routledge, 1993, 272 p.

2. Sachs J. D., Warner A. M. Natural Resource Abundance and Economic Growth / *NBER Working Paper No. 5398*, Cambridge, MA, 1995, 47 p. URL: <http://www.nber.org/papers/w5398> (date accessed 07.08.2014).

3. Polterovich V., Popov V., Tonis A. Ekonomicheskaya politika, kachestvo institutov i mekhanizmy «resurnogo proklyatiya» [*Economic Policy, Quality of Institutions, and Mechanisms of Resource Curse*]. Moscow, HSE Publ., 2007, 98 p. (in Russ.)
4. Haber S., Menaldo V. Do Natural Resources Fuel Authoritarianism? A Reappraisal of the Resource Curse. *American Political Science Review*, 2011, vol. 105, iss. 1, p. 1–26.
5. Kareva D. Ye., Shmat V. V. Budushcheye rossiyskoy ekonomiki glazami «ottsov» i «detey» [The Future of the Russian Economy in the Eyes of «Fathers» and «Sons»]. *ECO*, 2014, no. 9, p. 86–105. (in Russ.)
6. Kryukov V. A., Tokarev A. N., Shmat V. V. Kak sokhranit' nash «neftegazovyy ochag»? [How to Save our «Oil-and-Gas Hearth»?]. *ECO*, 2014, no. 3, p. 5–29. (in Russ.)
7. Shmat V., Sevast'yanova A. Novaya strategiya neftegazovykh territoriy: ekonomika, informatsiya, sotsium. Informatsionno-analiticheskiye metody i situatsionnyy analiz v strategicheskom upravlenii neftegazodobyvayushchim regionom na primere Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry. *New Strategy of Oil and Gas areas: the Economy, Information, Society*. Novosibirsk, 2006, 191 p. (in Russ.)
8. Chernyak Yu. I. Sistemnyy analiz v upravlenii ekonomikoy [*System Analysis in Economic Management*]. Moscow, Ekonomika Publ., 1975, 191 p. (in Russ.)
9. Kulinich A. A. Komp'yuternyye sistemy analiza situatsiy i podderzhki prinyatiya resheniy na osnove kognitivnykh kart: podkhody i metody [Software for Situation Analysis and Decision Support on the Basis of Cognitive Maps: Approaches and Methods]. *Problemy upravleniya* [*Control Sciences*], 2011, no. 4, p. 31–45. (in Russ.)
10. Maksimov V. I., Kornushenko Ye. K. Analiz i upravleniye v nestabil'noy srede [Analysis and Management in an Unstable Environment]. *Bankovskiytehnologii* [*Banking Technologies*], 1999, no. 3, p. 34–37. (in Russ.)
11. Maksimov V. I., Kornushenko Ye. K., Kachayev S. V. Kognitivnyye tekhnologii dlya podderzhki prinyatiya upravlencheskikh resheniy [Cognitive Technologies to Support of Management Decisions]. *Informatsionnoye obshchestvo* [*Information Society*], 1999, no. 2. (in Russ.) URL: <http://www.infosoc.iis.ru/content/1999/199902/199902.ru.html> (date accessed 07.08.2014).
12. Zabolotskiy M. A., Polyakova I. A., Tikhonin A. V. Kognitivnoye modelirovaniye – unikal'nyy instrument dlya analiza i upravleniya slozhnyimi sistemami (region, otrasl' promyshlennosti, krupnoye predpriyatiye) [Cognitive Modeling – an Unique Tool for Analyzing and Managing of Complex Systems]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [*Advances in Current Natural Sciences*], 2005, no. 2, p. 28. (in Russ.)
13. Kosko B. Fuzzy cognitive maps. *Int. J. Man-Machine Studies*, 1986, no. 24, p. 65–75. URL: <http://sipi.usc.edu/~kosko/FCM.pdf> (date accessed 07.08.2014).
14. Dickerson J. A., Kosko B. Virtual Worlds as Fuzzy Cognitive Maps. *Presence*, 1994, vol. 3, no. 2, p. 173–189. URL: http://sipi.usc.edu/~kosko/Virtual_Worlds_FCM.pdf (date accessed 07.08.2014).
15. Axelrod R. *The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton, NJ, Princeton University Press, 1976. 404 p.
16. Lavresh I. I., Mironov V. V., Smirnov A. V. Kognitivnoye modelirovaniye sotsial'no-ekonomicheskikh reytingov regionov [Cognitive Modeling of Socio-economic Rating of the Regions] // *Vestnik ITARK* [*Bulletin of ITAKR*], 2011, № 1, p. 22–30. (in Russ.)
17. Solokhin S. S. O kognitivnom modelirovanii ustoychivogo razvitiya sotsial'no-ekonomicheskikh sistem (na primere turistsko-rekreatsionnoy sistemy Yuga Rossii) [About Cognitive Modeling of the Development Social-Economic Systems]. *Iskusstvennyy intellekt* [*Artificial Intelligence*], 2009, no. 4, p. 150–160. (in Russ.)
18. Carvalho J. P., Tome Jose A. B. Rule Based Fuzzy Cognitive Maps in Socio-Economic Systems // *IFSA-EUSFLAT 2009 Proceedings*, Lisbon, 2009, p. 1821–1826.
19. Neocleous C., Schizas C., Papaioannou M. Fuzzy cognitive maps in estimating the repercussions of oil/gas exploration on politico-economic issues in Cyprus. *2011 IEEE International Conference On Fuzzy Systems*. Taipei, Taiwan: IEEE, 2011, p. 1119–1126. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=5976945> (date accessed 07.08.2014).
20. Peeva K., Kyosev Y. Fuzzy Relational Calculus. Theory, Applications and Software / *Advances in Fuzzy Systems – Applications and Theory*. Singapore, World Scientific, 2004, vol. 22, xi, 291 p.