

УДК 33

**Имитационное моделирование систем цепочек поставок
на макроэкономическом уровне как инструмент управления
экономическим развитием региона**

Молодецкая Елена Юрьевна

Высшая школа корпоративного управления,
Российской академии народного хозяйства
и государственной службы при Президенте РФ,
119571, Российская Федерация, Москва, просп. Вернадского, 82;
e-mail: helenkorobko10@hotmail.com

Аннотация

Управление экономическим развитием региона связано с поиском условий достижения устойчивых состояний управляемой макроэкономической системой. Данная задача не может быть решена с помощью фрагментарных решений, основанных на анализе тенденций изменения отдельных показателей, свойств и сценарных фрагментов. Необходимы методы, позволяющие исследовать регион как сложную макроэкономическую систему с множеством взаимосвязанных элементов. Для решения этой задачи применен метод имитационного моделирования. Новизной данного исследования является то, что в качестве инструмента экономического роста на макроэкономическом уровне рассматриваются цепочки поставок в контексте формирования интегрированной системы цепочек поставок и их сбалансированного развития, отвечающего интересам всех участников, экономическим субъектам и задачам социально-экономического развития региона (достижению социального эффекта). Обозначены особенности отраслевых цепочек поставок и уровни систем интеграции для определения экономической эффективности на различных уровнях, основанной на таких категориях, как цена, качество, время, коммерциализация, инновации. Метод имитационного моделирования позволяет сформировать целостный взгляд на региональную систему цепочек поставок и проводить комплексный анализ показателей сбалансированности и эффективности на каждом из уровней систем цепочек поставок. В разработанной имитационной модели, реализованной на базе программного обеспечения

AnyLogic, был применен экспериментальный метод управления, моделирования и прогнозирования, позволивший рассмотреть проблематику с позиций системного подхода.

Для цитирования в научных исследованиях

Молодецкая Е.Ю. Имитационное моделирование систем цепочек поставок на макроэкономическом уровне как инструмент управления экономическим развитием региона // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Том 7. № 9А. С. 180-191.

Ключевые слова

Цепочки поставок, партнерство, высокие технологии управления в направлении удовлетворения конечного потребителя, отраслевые интеграции систем цепочек поставок, модели взаимодействия, имитационное моделирование.

Введение

Последнее время внимание исследователей и представителей бизнеса сосредоточено на динамичных цепочках поставок, на кластерах и комплексах. Такая позиция представляет сдвиг от механистической концепции натуральной индустриальной организации, действующей на рынке и состоящей из группы компаний, производящих однородные выходные материальные потоки к более сложным взаимосвязанным и взаимозависимым множествам рынков и компаний. Анализ региона по отраслям традиционно фокусирует внимание на секторах, включающих группы компаний с аналогичными характеристиками, объединенные схожими процессами производства, выпускающие аналогичные товары или оказывающие аналогичные услуги и занимающие похожие позиции на рынке. Промышленная методология имеет дело с производительностью бизнес-предприятий, эффектами структуры и поведения рынка (ценовая политика, ограничение свободы конкуренции, инновации) и затрагивает вопросы организации компаний. Наиболее значимые элементы структуры рынка в этих моделях имеют отношение к природе спроса, существующей власти дистрибьюции среди компаний конкурентов, барьерам входа и выхода на рынок, вмешательству правительства и физической структуре взаимоотношений (горизонтальные и интегральные взаимодействия.)

Однако разработка стратегии развития региона требует комплексного исследования межотраслевых цепей поставок. Необходим инструмент, позволяющий анализировать и прогнозировать экономическое состояние региона, оценивать множество сценариев и решений по управлению экономическим развитием региона с целью выбора наиболее эффективных, сбалансированных по различным направлениям и обеспечивающих достижение устойчивых

макросостояний управляемой системы. Для решения этой задачи используется метод имитационного моделирования. Имитационное моделирование систем цепочек поставок позволяет рассмотреть экономическое состояние региона во взаимодействии с множеством его экономических субъектов, как живую систему, в которой выстроены взаимодействия между участниками, являющихся элементами единой системы цепочек поставок. При таком подходе к анализу и принятию решений достигается когерентное, согласованное по различным направлениям развитие отраслей и социально-экономического развития регионов, в противовес сложившейся практике выработки фрагментарных решений на основе анализа изменения отдельных показателей, и локальных, по секторам управленческих решений.

Концептуальная модель системы цепочек поставок региона

Как объект управления регион характеризуется наличием сложных взаимосвязанных и взаимозависимых подсистем, обладающих определенными свойствами, включающих группы компаний и производств с аналогичными характеристиками, объединенные в схожие процессы производства, выпускающие аналогичные товары или сервис и занимающие похожие позиции. Каждый регион имеет свой показатель демографии, другими словами, обладает человеческим ресурсом, который характеризуется уровнем взаимоотношений как в социальном аспекте, так и в межорганизационном, то есть имеет определенное количество организаций, знаний, технологий. Движущей силой любой цепочки поставок являются такие базовые составляющие, как человеческий ресурс, технологии, материальные ресурсы. В зависимости от качественного и количественного состояния трех вышеперечисленных факторов изменяется состояние многосложных взаимосвязанных, соответственно взаимозависимых систем цепочек поставок, а как следствие развитие не только компаний, отрасли, но и региона в целом.

В организации систем цепочек поставок определены уровни управления системами и подсистемами: базовый уровень – простая линейная цепочка поставок, интегрированный уровень – отраслевая интеграция цепочек поставок (комплексная или кластерная), межотраслевой уровень - макроинтеграция цепочек поставок.

На основе анализа структуры ВРП при моделировании выбраны базовые отрасли, производящие продукцию, которые составляют основную долю ВРП, а именно: сельскохозяйственная, машиностроение, обрабатывающая промышленность (для различных регионов состав отраслей может варьироваться). Также в структуре ВРП немалая доля принадлежит таким отраслям как транспорт, связь, финансы, это отрасли, которые оказывают услуги. Важную роль в интеграции систем цепочек поставок и усилении тесного

взаимодействия играют именно отрасли, производящие услуги.

В каждой из основных отраслей, независимо производящих товар или услуги, присутствуют участники цепочек поставок, которые как минимум имеют простую цепочку поставок: поставщики сырья, производители, дистрибьюторы, розничный сектор. Независимо от занимаемого места в цепочке поставок, участники цепочек поставок создают рабочие места, имеют производственные мощности или условия для их использования и обеспечивают доступ к материальным ресурсам (собственным или заемным). Для каждого из предприятий цепочки поставок существуют показатели входного и выходного материального потока.

В процессе агрегации предприятий в пределах одного отраслевого сектора – может образовываться кластер, для которого также существуют показатели входного и выходного материального потока.

Выпуск продукции всегда требует определенного вида услуг и выполнения операций хранения, перевозки, распределения, чем обычно занимается, предоставляя пути передвижения, транспортная инфраструктура. Потребность в транспортной инфраструктуре есть у всех участников цепочек поставок - для того чтобы доставлять свой продукт конечному потребителю.

Население региона, трудовой ресурс – это движущая сила цепочек поставок, и необходимый ресурс для каждого из участников цепочки поставок. Качество трудовых ресурсов влияет на развитие рынков, на развитие торговли, уровень продаж, качество и уровень производства, создания новых рынков и т.д.

Каждое предприятие обладает производственными мощностями, которые зависят от объема основных фондов и трудовых ресурсов и влияют на объем выпуска продукции отрасли.

Отдельный вопрос занимают инвестиции, направляемые в развитие транспортной и логистической инфраструктуры региона. В модели должны быть заложены механизмы, регулирующие направления и величину инвестиций в развитие основных и дополнительных отраслей региона.

Основные показатели экономического развития региона - отчисления в бюджет всех предприятий, динамика населения, уровень доходов, обеспеченность услугами здравоохранения, образования, качество образования и качество жизни и др. Интегрально экономическую эффективность региона можно оценить на уровне бизнеса, на уровне отрасли и на уровне региона. На уровне бизнеса критерием эффективности является прибыль, уровень сервиса, количество клиентов, объем продаж, логистические издержки. На уровне отрасли рассматривается взаимодействие участников цепочек поставок и самих цепочек поставок, их

процесс интеграции на уровне межотраслевой структуры. Целью отрасли является увеличение объема выпуска продукции, наращивание или обновление производственных мощностей, используются такие критерии эффективности, как прибыль, объем выпуска продукции, объем продаж. На уровне региона рассматривается эффективность системы межотраслевой интеграции цепочек поставок. Цель региона – улучшить качество жизни населения, критериями эффективности являются такие показатели, как ВРП, динамика населения, доход населения.

Концептуальная модель системы цепочек поставок региона представлена на Рисунке 1. На приведенной схеме показаны взаимосвязи основных составляющих системы цепочек поставок региона. На темпы экономического роста влияет состояние транспортной инфраструктуры, информационной структуры, связи в регионе. Отдельно по каждому отраслевому направлению существуют спрос, который влияет на реализацию продукции в цепочках поставок и на степень интеграции между собой цепочек поставок.

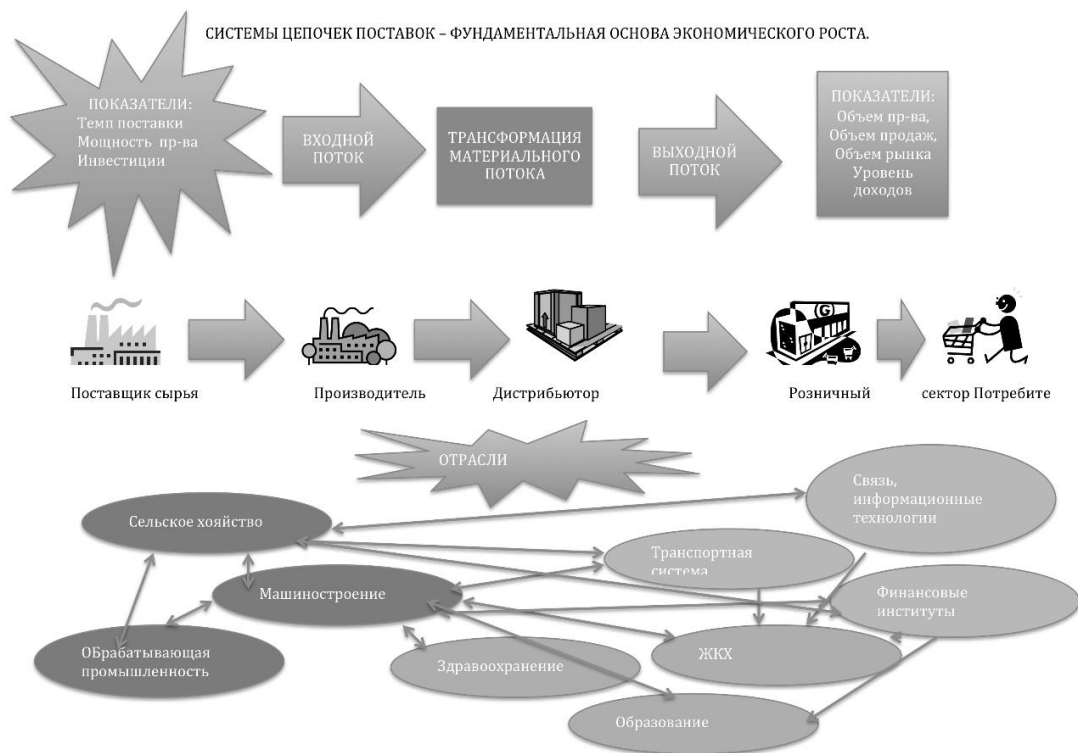


Рисунок 1 - Концептуальная модель системы цепочек поставок

Реализация имитационной модели системы цепочек поставок региона

Имитационная модель системы цепочек поставок региона реализована в системе имитационного моделирования AnyLogic на основе методов системной динамики и представляет собой комплекс взаимосвязанных подмоделей «Население», «Сельское хозяйство»,

«Обрабатывающая промышленность», «Транспорт».

В подмодели «Население» (см. рис. 2) описывается динамика трех возрастных групп населения (младшей, средней и старшей), а также динамика занятых в основных отраслях региона – сельском хозяйстве, обрабатывающей промышленности и транспортной отрасли. В модели учитывается миграция населения в зависимости от экономического положения региона, в частности от наличия рабочих мест. Ключевым показателем подмодели является уровень безработицы.

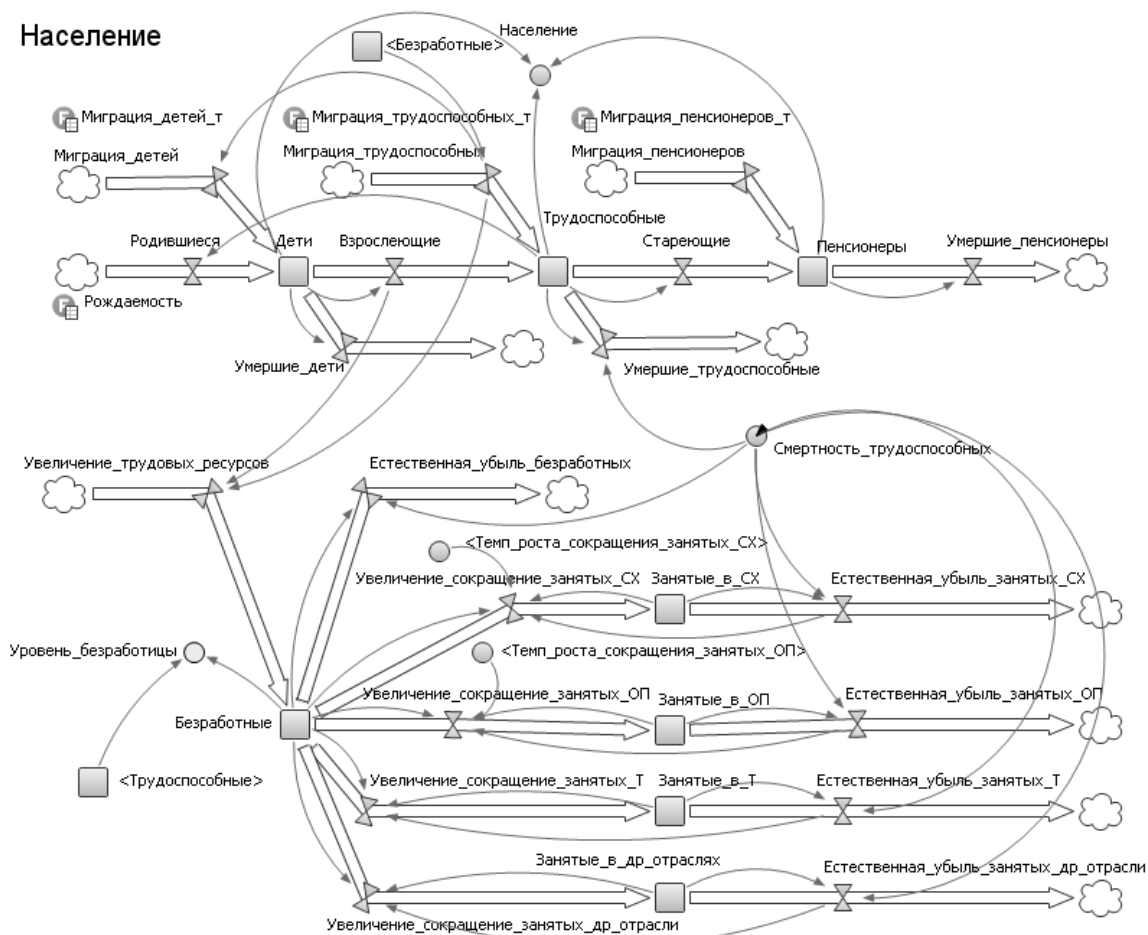


Рисунок 2 - Фрагмент подмодели «Население» системы цепочек поставок

В подмоделях «Сельское хозяйство» (см. рис. 3) и «Обрабатывающая промышленность» описано движение материальных потоков в процессе производства и распределения готовой продукции, а также связанное с ним движение финансовых потоков в соответствующих отраслях. Часть произведенной готовой продукции каждой отрасли поставляется в розницу. При этом объем продаж зависит от численности и доходов населения. Вторая часть продукции

отрасли поставляется другой отрасли в качестве сырья, третья часть продукции используется самой производящей отраслью. Таким образом, на выпуск продукции влияет объем имеющихся трудовых ресурсов и основных фондов, а также наличие сырья. Способность отрасли удовлетворить спрос на готовую продукцию определяет уровень сервиса. В результате сбыта продукции населению и другим отраслям формируются доходы отрасли, которые расходуются на закупку сырья, оплату труда, выплату налогов и на обновление основных фондов. В качестве инструмента государственного регулирования в модели воспроизводится механизм государственного инвестирования, стимулирующий обновление основных фондов отрасли.

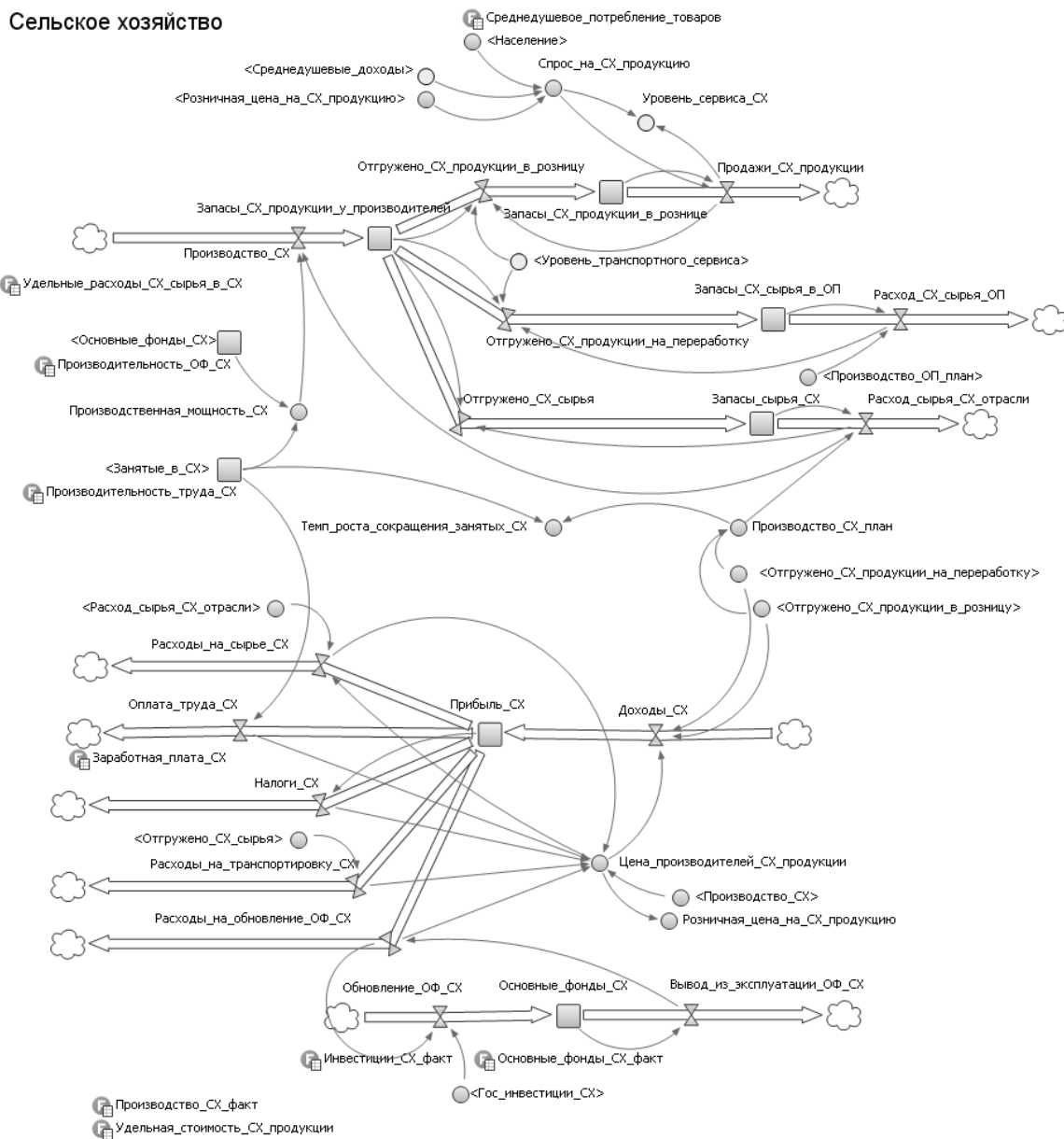


Рисунок 3 - Фрагмент подмодели «Сельское хозяйство» системы цепочек поставок

В подмодели «Транспорт» (см. рис. 4) задаются параметры и описывается динамика состояния транспортной инфраструктуры с учетом инвестиций в развитие транспортной инфраструктуры. Косвенно оценивается эффективность инвестиций в развитие транспортной инфраструктуры региона, а также оценивается, насколько показатели выходных потоков цепочки поставок таких отраслей, как сельское хозяйство и обрабатывающей промышленности, зависят от состояния транспортной инфраструктуры, как обеспечивающей путь, скорость доставки и более качественное обслуживание доставки товара конечному потребителю, а значит и доступ предприятий к новым рынкам.

Транспорт

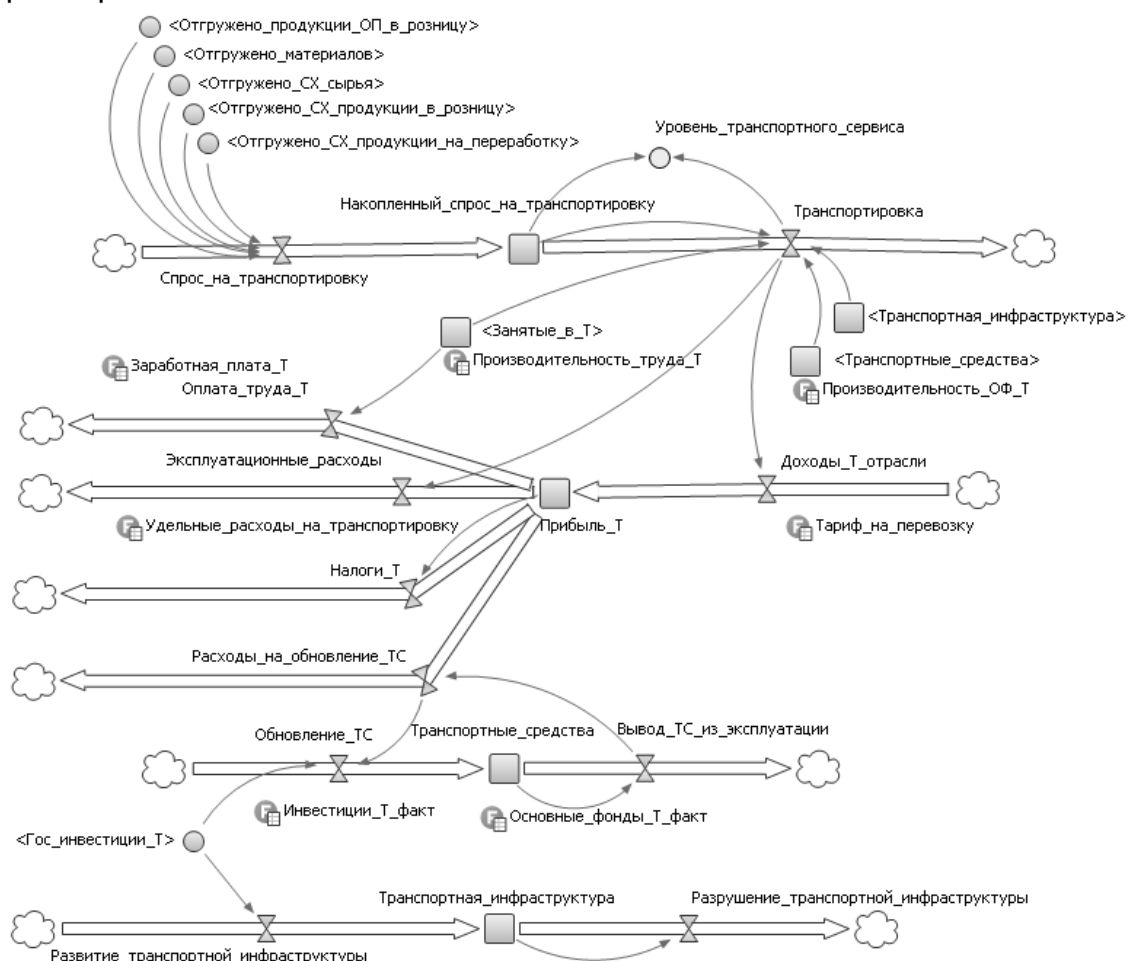


Рисунок 4 - Фрагмент подмодели «Транспорт» системы цепочек поставок

Исходные данные и показатели по региону собраны в единую базу данных, что позволило практически применить имитационное моделирование в задачах стратегического развития конкретнорегиона для анализа его экономического состояния, прогнозирования развития региона, и оценки множества сценариев и решений по управления экономическим развитием

региона, с целью выбора наиболее эффективных и сбалансированных по различным направлениям, обеспечивающих достижение устойчивых макросостояний управляемой системы.

Заключение

В результате исследования имитационной модели системы цепочек поставок региона удалось выявить цикличность и взаимозависимость эффективности основных отраслей и их взаимовлияние друг на друга на межотраслевом уровне. На макроэкономическом уровне имитационная модель позволила определить точки дисбаланса и влияние основных движущих сил: наличие или отсутствие ресурсов (трудовых и материальных), состояние производственных мощностей и применений инноваций и технологий на социально-экономическое развитие региона и его экономический рост. Имитационная модель показывает динамику не только на региональном уровне, учитывая показатели микроэкономики, отражает показатель ВРП, динамику роста по отраслям, в имитационной модели прогнозируется уровень жизни населения, на который влияет уровень отраслей, предоставляющих услуги и качество и объем выпускаемой продукции, что влияет на цены и наличие товаров.

В результате анализа возможных результатов моделирования на основе созданной имитационной модели развития региона на примере конкретного региона РФ, сформулированы рекомендации по основным направлениям его деятельности такие как: формирования с жесткими и гибкими связями форм взаимодействия и моделей партнерства; развитие нескольких уровней поставщиков для основных отраслей; развитие более плотной и технологичной транспортной инфраструктуры региона – как вспомогательной отрасли для развития системы цепочек поставок и для поддержания основных машиностроительной и сельскохозяйственной отраслей,

Созданная имитационная модель является универсальной и может быть наполнена данными по конкретным регионам, применима как эффективный инструмент для управления развитием макроэкономической региональной системой и ее логистической и транспортной инфраструктурой.

Библиография

1. Лебедев Ю.Г. Логистика. Теория гармонизированных цепей поставок. М., 2007. 488 с.
2. Проценко И.О. Стратегическая и инновационная логистика // Российское предпринимательство. 2005. Том 6. № 4. С. 67-72.

3. Gattorna J. Dynamic Supply Chain. Financial Times Prentice Hall, 2010.
4. Lambert D., Knemeyer M., Gardner J. Building High Performance Business Relationships. Supply Chain Management Institute, 2010.
5. Lychkina N., Molodetskaya E., Morozova Yu. The Simulation Model of Supply Chains on the Macroeconomic Level is the Tool to Control the Economic Development of the Region // Strategic Innovative Marketing, Springer Proceedings in Business and Economics, 2017. DOI 10.1007/978-3-319-56288-9_47
6. Lychkina N.N. Synergetics and development processes in socio-economic systems: Search for effective modeling constructs // Business Informatics. 2016. № 1. P. 66-79.
7. Manfred B. Steger Globalism: the new market ideology. Rowman & Littlefield, 2002
8. Sgroy A. The Innovative Lean Enterprise. LLC, 2014.
9. Steger M.B. Globalism: The new market ideology. Rowman & Littlefield, 2009.

Simulation modeling of supply chain systems at the macroeconomic level as a tool for managing the economic development of the region

Elena Yu. Molodetskaya

Graduate School of Corporate Management,
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
119571, 82 Vernadskogo av., Moscow, Russian Federation;
e-mail: helenkorobko10@hotmail.com

Abstract

The management of economic development of the region is associated with the search of conditions and ways to achieve sustainable macroeconomic controlled system. This problem cannot be solved by fragmental solutions based on the analysis of fluctuation trends in the indicators, properties and case elements. It is necessary to apply methods that will allow to research and to bring in order any region as a complicated macroeconomic system with a lot of interrelated elements and systems. To solve this problem, we applied the simulation modeling method. The novelty of this study is that as an instrument of economic growth at the macro level we consider the supply chain in the context of the formation of an integrated system of supply chains and the balanced development that meets the interests of all participants, economic agents and targets of socio-

economic development of the region (the achievement of social effect). Particular industry supply chains and levels of integration of supply chains systems have been identified to determine the cost-effectiveness at various levels, based on categories such as price, quality, time, commercialization and innovation. The Simulation method makes it possible to form a holistic view of the system of regional supply chains and to conduct a comprehensive analysis of the balance between performance and efficiency at each level of the supply chain system. An experimental method of management, modeling and forecasting, allowing to see the problems with the system approach was used in the developed simulation model, implemented on the basis of AnyLogic software.

For citation

Molodetskaya E.Yu. (2017) Imitatsionnoe modelirovanie sistem tsepoček postavok na makroekonomicheskom urovne kak instrument upravleniya ekonomicheskim razvitiem regiona [Simulation modeling of supply chain systems at the macroeconomic level as a tool for managing the economic development of the region]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 7(9A), pp. 180-191.

Keywords

Supply chain, partnership, new instruments and technology of business management, the supply chain as an integrated system of supply chains and the balanced development that meets the interests of all participants, simulation modeling method.

References

1. Gattorna J. (2010) *Dynamic Supply Chain*. Financial Times Prentice Hall, 2010.
2. Lambert D., Knemeyer M., Gardner J. *Building High Performance Business Relationships*. Supply Chain Management Institute, 2010.
3. Lebedev Yu.G. (2007) *Logistika. Teoriya garmonizirovannykh tsepei postavok* [Logistics. The theory of harmonized supply chains]. Moscow.
4. Lychkina N., Molodetskaya E., Morozova Yu. (2017) The Simulation Model of Supply Chains on the Macroeconomic Level is the Tool to Control the Economic Development of the Region. In: *Strategic Innovative Marketing, Springer Proceedings in Business and Economics*. DOI 10.1007/978-3-319-56288-9_47
5. Lychkina N.N. (2016) Synergetics and development processes in socio-economic systems: Search for effective modeling constructs. *Business Informatics*, 1, pp. 66-79.

-
6. Manfred B. (2002) *Steger Globalism: the new market ideology*. Rowman & Littlefield.
 7. Protsenko I.O. (2005) Strategicheskaya i innovatsionnaya logistika [Strategic and Innovative Logistics]. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Russian Entrepreneurship], 6, 4, pp. 67-72.
 8. Sgroy A. (2014) *The Innovative Lean Enterprise*. LLC.
 9. Steger M.B. (2009) *Globalism: The new market ideology*. Rowman & Littlefield.