

Стратегическое развитие и динамические модели цепей поставок: поиск эффективных модельных конструкций

Лычкина Н.Н.

доцент, к.э.н.,

кафедра информационных систем и технологий в логистике

школа логистики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Рассмотрены подходы к моделированию стратегического развития цепей поставок и формирования стратегий сотрудничества на основе методов онтологического инжиниринга, комплексного системно-динамического и агентного имитационного моделирования.

Стратегическое управление цепями поставок, онтологии, системная динамика, агентное моделирование.

1. Проблематика стратегического управления и интегрированного моделирования ЦП.

Стратегическое планирование и долгосрочное стратегическое развитие цепей поставок (ЦП); динамическая реконфигурация ЦП, обеспечение эффективного и устойчивого функционирования ЦП в условиях турбулентных изменений во внешней среде и осуществляемых бизнесом организационных изменений; поиск эффективных методов совместного планирования, формирование долгосрочных стратегий сотрудничества контрагентов цепей поставок: - такой широкий спектр разноплановых задач стратегического характера стоит сегодня перед бизнесом, исповедующим интегральную парадигму SCM и стремящегося к достижению стратегических и конкурентных преимуществ в условиях слабопредсказуемых и динамичных изменений, происходящих в его окружении.

Изменения, происходящие во внешней среде: слияние и поглощение компаний, расширение бизнеса, конкуренция на региональных рынках, изменение цен, структуры и географии спроса, инновации и вывод на рынок новых продуктов, высокий уровень динамичности и непредсказуемости происходящих изменений, определяет потребность в формировании стратегии и направления развития ЦП, устойчивых к колебаниям рынка, спроса, адаптивно трансформирующихся и реагирующих на потребности клиента и справляющихся с турбулентными проявлениями во внешней среде в условиях возмущающих воздействий нецеленаправленного и целенаправленного характера и множественных факторов риска.

Долгосрочное развитие (sustainable), динамичные, развивающиеся цепи поставок, изменяемые логистические процессы становятся объектом анализа в стратегическом аспекте.

Комплексная, системная логистическая стратегия выстраивается в контексте согласования с общей корпоративной стратегией и предполагает формирование и анализ множества динамических альтернативных структур ЦП и сценариев их трансформации, отвечающих задачам стратегического развития, эффективного функционирования цепей поставок в целом, измеряемого по группе показателей. Стратегическое управление – это системное развитие объекта во времени, исследование долгосрочных последствий и сценариев такого развития является приоритетной и важной задачей. Влияние стратегических инициатив на всю комплексную инфраструктуру ЦП компании, согласование корпоративной и логистической стратегии, поиск эффективных сценариев по конфигурированию и управлению ЦП – это основной класс задач стратегического уровня, определяющий потребность в адекватном инструменте моделирования и принятия решений. Задача настоящей статьи – проанализировать возможности современной методологии и инструментов моделирования, поиск ключевых методов стратегического планирования ЦП, отвечающих потребностям решения широкого спектра стратегических задач в управлении цепями поставок. Акцент будет сделан на исследовании *возможностей современных методов и парадигм имитационного моделирования.*

Принципы управленческой интеграции требуют балансировки управленческих решений на стратегической уровне с тактическими (выстраивание процессов планирования) и операционном (синхронизации логистических процессов в условиях межфункциональной и межорганизационной интеграции). Экономико-математический инструментарий моделирования бизнес процессов, планирования в дисциплине управления цепями поставок относительно хорошо проработан, предложены онтологии референтных моделей процессов (методология SCOR), широкий спектр математических моделей, поддерживающих планирование в функциональных областях логистики. Однако при переходе к задачам стратегического уровня, одновременное применение множества моделей ставит требование к их согласованности и непротиворечивости, что не всегда возможно, а также необходимости *полисистемного представления предметной области УЦП и выстраивания смыслового единства* между моделями различных стратов и уровней управления. Различные виды моделей (структурно-функциональные, эвристические, статистические, математические (оптимизационные), имитационные), применяемые на разных уровнях управления и в разных срезах и задачах, должны быть выстроены в полимодельные комплексы гетерогенной природы на основе единых методологических принципов и смыслового единства. *Онтологическое моделирование* и методы онтологического инжиниринга сегодня создают предпосылки для формирования такого модельного комплекса, базы знаний и описания предметной области управления цепями поставок.

Интегрированный характер логистической деятельности, полисистемность в представлении проблематики интегрированного управления ЦП приводит к тому, что одновременно надо решать

ряд задач, ориентированных на интеграцию и *системное представление ЦП*: синхронизация и оптимизация логистических процессов на основе оптимизации добавленной стоимости (ЦП – как совокупность взаимодействующих логистических процессов), эффективное взаимодействие материальных, финансовых и информационных потоков (объектное представление ЦП), и задача координации, согласованного взаимодействия, сотрудничества участников ЦП (межорганизационная координация и стратегии сотрудничества). Это определяет некоторые условно выделяемые страты в описании моделей цепей поставок и *подходы к стратификации и моделированию цепей поставок*, как объектов исследования междисциплинарной природы, обладающих существенной структурной и динамической сложностью.

Внедрение современных логистических концепций и технологий (VMI, CPFR), основанных на сотрудничестве и совместном планировании и прогнозировании, на практике определяют потребность в формировании взаимовыгодных долгосрочных отношений сотрудничества между партнерами и выстраивания эффективных стратегий такого сотрудничества, отвечающих общим целям и интересам отдельных участников. Организационная интеграция и координация на основе новых логистических технологий предполагает не только усиление и изменение характера информационного обмена, но и реинжиниринга логистических бизнес-процессов, изменения и совершенствования методов планирования. В этих условиях, превентивная оценка принимаемых управленческих решений и оценка их влияния на эффективность функционирования цепи поставок в стратегической перспективе является нетривиальной задачей. Организационные аспекты, поведение участников, характер и стратегии сотрудничества, основанные на доверии, в новых условиях являются доминирующим фактором, что определяет необходимость поиска новых подходов в моделировании ЦП, как систем организационного типа. *Многоагентное компьютерное моделирование* открывает новые возможности в решении обозначенных задач.

2. *Системное моделирование цепей поставок.*

Теоретико-методологический базис проектирования и моделирования цепей поставок образуют целый класс системологических наук: общей теории систем, кибернетики, прикладного системного анализа и др., сегодня существенно обогащается и развивается на основе положений синергетики. Появление синергетики и ее вариации, исследующие объекты различной природы, по-сравнению с комплексом системологических наук, ее предшественников, обновило анализ динамических систем в сторону исследований специфических структурных и динамических изменений в сложных системах, изучающих процессы самоорганизации в открытых нелинейных средах различной природы. Поэтому, если кибернетика и теория автоматического регулирования и управления, как всеобъемлющие науки об управлении, хоть и включали отрицательные обратные связи, в основном занимались проблемами обеспечения устойчивости систем, то синергетика – это теория нестационарных, развивающихся систем, для которых влияние флуктуации становится причиной существенных перемен в поведении системы. Синергетический и информационный подход можно рассматривать как дальнейшее развитие системного подхода, но дает новые

возможности для исследования процессов и явлений не только в стационарном состоянии (гомеостатический подход), но и анализ процессов развития, самоорганизации в сложных организационных системах. С содержательной точки зрения, координация в логистических системах предназначена для согласования индивидуальных целей и вариантов поведения отдельных участников с глобальной целью и влияет на качество решения общей задачи управления цепями поставок. Возникающие, запускающиеся на микро-уровне цепи поставок процессы координации, сотрудничества и взаимодействия участников цепи поставок способствуют формированию новых организационных свойств в цепях поставок, и оказывают существенное влияние на процессы, протекающие на мезо-уровне. Таким образом, стратегии сотрудничества и способность к самоорганизации в таких системах могут оказывать существенное влияние на показатели эффективности функционирования всей цепи поставок.

Рассмотрим, какие из модельных конструкций позволяют описывать такие явления в цепях поставок. Цепь поставок, как объект моделирования, обладают выраженной структурной и динамической сложностью, функционирующий в условиях неопределенности, динамических изменений внешней среды, множественных факторов риска. Неустраняемая многокритериальность и противоречивость целей (уровень сервиса - логистические издержки и др.), множество возможных сценариев, необходимость учета временных параметров, делают затруднительным решение стратегических задач оптимизации для такого класса объектов с помощью классических методов оптимизации и инструментов NOM. Хорошо работая на частных задачах в функциональных областях логистики, методы оптимизации цепей поставок позволяют решать вырожденным образом, в силу ограниченных вычислительных возможностей, задачу конфигурирования сети поставок (по статично задаваемым параметрам) по критериям затрат, т.е. служат инструментом инвестиционного обоснования на изменение конфигурации сети поставок. Время и динамика – является существенным фактором в исследовании логистических систем, и именно им приходится пренебрегать в постановках задач оптимизации. Время является измерителем логистических процессов и цикла исполнения заказов, определяющими уровень логистического сервиса; движение и состояние материальных и финансовых потоков, устойчивость и колебания в цепях поставок, динамика спроса и изменения во внешней конкурентной среде, наконец, сами процессы развития – требуют учета при анализе моделируемых цепей поставок.

Кроме того, цепи поставок являются сложной организационной системой (т.е. связанной с участием человека). Исследование *поведенческих аспектов и межорганизационного взаимодействия*, формирование новых организационных форм являются исключительно важным аспектом в управлении и моделировании ЦП, фактором динамического поведения логистической системы.

В модельном исследовании сложной ЦП существует проблема стратификации структурных слоев ЦП и интерпретации взаимодействия между слоями. Различные слои сложной системы

характеризуются разной степенью организованности и характером динамических процессов, протекающих в различных стратах такой системы. Чтобы описать сложную логистическую систему в целом и ее особенности в части реализации функции координации, условно можно выделить «микро-уровневые» и «мезо-уровневые» представления цепи поставок. Характеристики микроуровня обозначают такие элементы моделируемой системы как «агенты» и описывают внутреннюю структуру сложной системы, образуемую участниками (партнерами) цепи поставок. Цепь поставок включает в себя множество различных агентов (поставщиков, клиентов и т.д.) с различными потребностями, целями и поведением при принятии решений. На мезо уровне в основном представлена логистическая (прежде всего физическая) инфраструктура цепи поставок, образуемая соответствующими сущностями и элементами, агрегирующая свойства и показатели эффективности цепи поставок в целом и по функциональным областям. На этом уровне, сложная система демонстрирует «возникновение», «самоорганизацию», «траекторию развития» и «(ко)эволюцию». Возникновение и самоорганизация - масштабирующие особенности системы, так как они описывают связь между микро-структурами системы и поведением системного уровня. (Ко)эволюция и траектория развития, в свою очередь описывают изменения в структуре и состоянии системы с течением времени.

Значительное число компаний успешно ввели *имитационные модели* в управление и оптимизацию логистических сетей. Наиболее часто на практике с помощью имитационной модели решаются следующие задачи управления цепями поставок:

- понимание принципов функционирования существующей цепочки поставок;
- определение областей (узких мест), ограничивающих пропускные возможности цепи поставок;
- определение запаса прочности цепи на случаи резкого увеличения спроса или возникновения сбоев в работе поставщиков;
- оценка предполагаемых конфигураций цепи поставок (проектирование цепи поставок);
- анализ сценариев «что если?»;
- анализ рисков;
- выбор наилучших политик и параметров управления цепями поставок;
- планирование бюджета и временных характеристик.

Комплексное стратегическое моделирование взаимосвязей между производственной, транспортной и дистрибуционной цепочкой позволяет составлять компаниям оптимальные, устойчивые к колебаниям рынка, стратегические модели транспортных цепочек, определять стратегию развития цепочек, поддерживающую планы компании по расширению бизнеса.

Имитационное моделирование [2], методологической основой которого является прикладной системный анализ, позволяет преодолеть аксиоматику математического моделирования и открывает дополнительные возможности для исследования сложных логистических систем:

- комплексное понимание процессов и характеристик логистической цепи с помощью графиков и развитой анимации;
- возможность учитывать стохастическую природу и динамику многих факторов внешней и внутренней среды; пользователь получает возможность исследовать влияние различных факторов, случайных событий и риска и выявлять их влияния на логистическую цепь;
- возможность воспроизводить динамику системы, отражать динамический характер логистических процессов, поведенческие аспекты, обилие временных и причинно-следственных связей;
- применение многошаговой процедуры проектирования позволяет учитывать сложность принятия решений, большое количество решающих правил и критериев оптимизации;
- в большинстве случаев в распоряжении лица, принимающего решения, в логистической системе имеется несколько альтернатив (сценариев); обеспечение минимизации риска изменения плана путем предварительного анализа и моделирования возможных сценариев развития ситуации в цепи поставок.

Наиболее популярные парадигмы имитационного моделирования [1], нашедшие широкое применение в исследовании и моделировании цепей поставок: *дискретное или процессно-ориентированный подход (DES), системная динамика (SD), агентное моделирование (ABMS)*. Выбор соответствующей парадигмы моделирования является важным шагом в процессе разработки модели ЦП и ограничивает области их применения в части описания динамики логистических процессов и явлений, развития и решения конкретных задач стратегического плана. ABMS, DES и SD парадигмы принимают принципиально различные точки зрения при моделировании структурной динамики цепи поставок на микро и мезо-уровне.

Дискретное имитационное моделирование (DES) сегодня стало практической технологией логистического инжиниринга и аудита. Дискретная имитационная модель детально отображает сетевую структуру цепи поставок и перемещение динамических объектов (груза, транспортных средств) по сети, позволяет измерять время, стоимость логистических процессов, проводить анализ узких мест. Такой способ представления логистической системы в дискретной имитационной модели позволяет детально описывать конфигурации и топологию логистических систем, с детализацией характеристик и правил обработки и транспортировки материальных потоков отдельных узлов сети, что исключительно полезно в условиях проектирования оптимальной топологии и конфигурации системы и уточнения отдельных проектировочных

решений, связанных с выбором стратегий транспортировки, дистрибуции, политик управления закупками, запасами и многих других в контексте комплексного решения по формированию и стратегической и тактической оптимизации цепи поставок.

Однако, являясь хорошо известным для сферы логистики, он имеет целый ряд ограничений в анализе процессов устойчивости, а также поведенческих аспектов, процессов самоорганизации в цепях поставок. Динамические сущности процессной модели являются пассивными сущностями, перемещающимися в жестко заданной структуре (сети), описывают такие элементы логистической инфраструктуры, как транспорт, грузы, ресурсы, и не могут воспроизводить активность агентов цепи поставок, принимающих самостоятельные решения. Децентрализованное принятие решения и самоорганизация, характерные для мезо-уровня, также не воспроизводятся с помощью конструкций DES. Несмотря на то, что большинство исследователей относят задачу конфигурирования сети поставок к тактическому уровню, воспроизведение динамики развития, эволюции и изменение структуры по ходу моделирования с помощью DES сложно реализуемо.

Концепция системной динамики, предложенная Дж. Форрестером, описывает моделируемую сложную систему в конструкциях взаимодействующих потоков различной природы и множества взаимодействующих петель контуров обратной связи. Концепция системной динамики позволяет моделировать динамические процессы на высоком уровне агрегирования, в основе нее лежит представление о функционировании динамической системы, как совокупности потоков (денежных, материальных и т.п.). В общей структурной схеме моделей системной динамики выделены две части: сеть потоков и сеть информации. В моделях системной динамики системные проблемы описываются на агрегированном уровне и долговременной временной перспективе.

Первая системно-динамическая модель цепи поставок была разработана Дж. Форрестером, на примере простейшей производственно-сбытовой системы, состоящей всего из двух потоков: материального и потока заказов, взаимодействие которых определялось на основе правил определения размеров заказов, регулирующих закупки и товарные запасы на предприятии, в модели также были учтены организационные отношения, задержки, возникающие в системе. Это были первые модели цепей поставок, позже увековеченные в «Пивной игре», разработанной Стерманом. Модель позволяла исследовать возможные колебания или неустойчивости поведения системы, вызванные случайным изменением спроса, что вызывало периодические колебания уровней запасов, возникающие из-за организационных отношений и правил управления производственным предприятием, оптовой и розничной торговлей, влиянием запаздываний в потоках заказов и материалов. Позже логисты такие эффекты в цепях поставок назовут «эффектом Форрестера» или «эффектом хлыста».

Применение системной динамики в исследовании цепей поставок и инжиниринговой деятельности позволяет:

- изучать колебания в цепи поставок, эффект хлыста,
- проводить анализ временных параметров и общих издержек функционирования цепи поставок,
- демонстрирует сложное взаимодействие материальных, финансовых потоков и управленческих решений (информационная сеть)
- осуществлять разработку стратегии, интегрированное управление всеми бизнес-процессами и ресурсами предприятия - исследуется системообразующая функция логистики;
- исследовать влияние факторов различной природы (динамика спроса, конкурентное окружение и конъюнктура рынка и др. экзогенные факторы);
- показать как снижение эффективности функционирования логистической системы приводит к потере потребителей и соответствующей доли рынка (маркетинговая концепция логистики);
- осуществлять разработку и анализ системы сбалансированных показателей в динамике и стратегической перспективе.

Джей Форрестер заложил базовые основы и обозначил расширение области применения системной динамики в корпоративном управлении в таких областях, как исследование динамики рынка (цена, покупатели, спрос, реклама, конкуренция и т.п.), модель расширяющегося производства, управление исследованиями и техническими усовершенствованиями, долгосрочное планирование деятельности предприятия и промышленных отраслей и многие другие, которые обозначили широкий спектр приложений и исследований на основе системной динамики в корпоративном управлении, продолженные его последователями и учениками, наиболее известные из них - Джон Стерман, руководитель группы системной динамики, профессор Слоановской школы бизнеса Массачусетского Технологического института, Ким Уоррен, получивший престижную премию Дж. Форрестера за вклад в развитие и популяризацию системной динамики, Дж. Моректрофт, Лондонская Школа Бизнеса. Научные школы менеджмента и бизнес школы во всем мире, наиболее известные Слоановская школа бизнеса Массачусетского Технологического института (руководитель группы системной динамики, профессор Джон Стерман), Лондонская Школа Бизнеса (Ким Уоррен, Дж. Моректрофт, Англия), Манхеймский Университет (П. Миллинг, Германия) и др. университеты Австралии, Канады, Германии, Италии, Японии, Норвегии, Испании, Швейцарии, Нидерландов, Англии, США развивают методологию системной динамики применительно к управленческому консалтингу. Крупнейшие консалтинговые компании в мире, такие как McKinsey&Company, Arthur Andersen, Cooper&Lybrand и другие, применяют методы системной динамики в сфере инвестиционного и управленческого консалтинга. Консалтинговые организации разрабатывают системно-динамические модели организации, строят с помощью моделей стратегические прогнозы, выдают рекомендации на основе экспериментов с моделями по совершенствованию деятельности компании, культивируют «системное мышление» менеджеров, формируют их ментальные модели,

проводят различные тренинги, деловые игры в компаниях, чтобы научить менеджеров пользоваться моделями [1]. В настоящее время применение системной динамики в сфере управленческого консалтинга и стратегического менеджмента очень широко: от моделирование поведения организации во время роста на рынке или преодоление «барьеров роста» (growth management), - до стратегического менеджмента и принятия оптимальных управленческих решений, от логистики и управления цепями поставок, управления проектами - до трансформации компании в «обучающую организацию» и управление знаниями. Стратегический анализ и динамические модели организаций – самая востребованная область применения системной динамики в реальном консалтинге во всем мире.

Однако парадигма системной динамики, демонстрируя агрегированный подход, не выделяя отдельных агентов и сущностей, принцип моделирования «сверху-вниз», имеет ограниченные возможности для описания кластерности и разнородных объектов с разными свойствами, в основном задаваемых в модели в виде объемно-временных характеристик исследуемых материальных и других потоков, что ограничивает возможности метода для описания организационных взаимодействий на микро-уровне, и эффекты возникающего поведения, характерные для мезо-слоя.

В агентном моделировании акцент делается на выделении индивидов в системе - "агентов" (например, людей или компаний) и их взаимодействия друг с другом и окружающей их средой. Глобальное (на уровне системы) поведение возникает как результат взаимодействия агентов и их индивидуального поведения. Агент - активный элемент системы, обладающий известной автономностью и способностью осуществлять самостоятельное принятие решения, опираясь на имеющуюся у него информацию о состоянии среды и действиях других агентов, агент может быть интеллектуальным, обучающимся на своем опыте. В научной литературе отмечают такие свойства агента, как автономность, реакционная способность, проактивность, социальная способность, адаптивность и др. Поведение системы описывается на индивидуальном уровне, глобальное поведение рассматривается как результат совокупной деятельности агентов, существующих в общей среде, каждый из которых действует по своим правилам. Поведение сложной системы формируется как результат взаимодействия агентов, в которой они осуществляют свое поведение, что позволяет наблюдать и изучать закономерности и свойства присущие системе в целом. Системологическая имитационная модель формируется «снизу вверх», при построении модели задается индивидуальная логика поведения участников процесса, а тенденции, закономерности и характеристики поведения всей системы формируются как интегральные характеристики поведения совокупности агентов, составляющих систему. Основная цель агентных моделей — получить представление об этих глобальных правилах, общих закономерностях и тенденциях в поведении, динамических свойствах системы, исходя из предположений об индивидуальном, частном поведении ее отдельных активных объектов и взаимодействии этих объектов в системе.

Целый ряд исследований посвящен применению агентного моделирования в управлении цепями поставок. Агентом в таких моделях выступает элемент цепи поставок (компания), он действует независимо, на основе имеющейся у него локальной информации, реагируя на изменения рынка. Присутствует информационное взаимодействие между участниками цепи поставок (однако в системе может отсутствовать централизованное управление).

Основные причины применения агентного моделирования в управлении цепями поставок обусловлены:

- Агент-ориентированные модели подходят для анализа взаимосвязанных проблем, при большом количестве агентов с распределенными (автономными) знаниями при определенной структуре коммуникаций между ними,
- Ориентацией на стратегию Just-In-Time, стратегии сотрудничества, совместного планирования;
- Сложной системой коммуникации между различными звеньями цепи,
- Большой степенью автономности каждого из звеньев цепи поставок, принципами децентрализованного управления.

Основные преимущества применения агентного моделирования в управлении цепями поставок:

- поддерживается основная функция логистики – координация и взаимосвязь между различными участниками цепи поставок,
- в единое целое могут увязываться внутренние бизнес-процессы и бизнес-процессы партнеров, многоагентная модель позволяет обрабатывать общие бизнес-правила и реализовывать систему управления общими бизнес-процессами, обеспечивая эффективный обмен информацией,
- агентные имитационные модели подобно деловым играм позволяют бизнесу вести разработку стратегии, основанной на доверии;
- модель воспроизводит возникающее поведение, новые организационные структуры, основанные на правилах взаимодействия участников, т.е. некоторые свойства мезо-уровня моделируемой цепи поставок.

Рассмотрим общий подход к построению имитационных моделей ЦП, описывающих различные страты. Модельная конструкция ЦП должна связывать микро-уровень, на котором индивиды принимают решение и действуют и мезо-уровень, описывающий состояние, базовую структуру и развитие такой системы. Все переменные модели постоянно изменяются в течение длительного времени под воздействием внешних факторов и внутренних, в условиях трансформирующихся системных структур и свойств логистической системы.

Эффективные модельные конструкции развивающихся ЦП выстраиваются на принципах композитного сочетания системно-динамических и агентных имитационных моделей. Композитные динамические модели ЦП функционируют на основе единого модельного и информационного фрейма, что позволяет организовать процессы информационного обмена и механизмы взаимодействия между мезо-уровнем и микро-уровнем моделируемой системы. Мезо-уровень модельного слоя представляет бизнес-среду, в которой осуществляют свое индивидуальное поведение экономические агенты, и которая предопределяет правила принятия этих решений, опыт и знания агентов и формируемые стратегии сотрудничества. В свою очередь, возникающее социальное поведение запускает процессы самоорганизации, развития или стагнации, стратегии сотрудничества и новые организационные формы, определяющие функционирование и управление цепью поставок в целом. Такой подход в построении многомодельных комплексов на основе композитных системно-динамических и агентных имитационных моделей позволяет исследовать динамику и развитие ЦП посредством циклической взаимосвязи микро-уровня и мезо-уровня в рассматриваемой организационной системе.

Основу инжиниринговой деятельности и формирования логистической стратегии составляет сценарный подход, управленческий консалтинг по результатам проведенных сценарных исследований на многомодельном комплексе. Детализация и уточнение стратегических системно-динамических моделей может осуществляться при решении задач по функциональным областям логистики, оптимизации бизнес-процессов и др., что возможно с помощью структурно-функциональных и процессных имитационных моделей, оптимизационных, анализа данных по результатам аудита и мониторинга.

Структура модельного комплекса и семантическое смысловое описание предметной области может быть выполнено на основе онтологического моделирования [3]. Онтология – это подробная спецификация структуры определенной проблемной области, включающей: словарь (тезаурус) логических констант и предикатных символов для описания предметной области и набор логических высказываний, формулирующих существующие в данной проблемной области ограничения и определяющих интерпретацию словаря, используемые всеми участниками процесса проектирования и принятия решений. Комплекс моделей предметной области управление цепями поставок реализуется с применением современных онтологических языков моделирования, организуется на основе многослойной семантической сети на базе метаонтологии (наиболее важные категории логистики), онтологий предметной области (по функциональным областям логистики и УЦП) и прикладных онтологий (SCOR и др.) и представляет систему управления знаниями в предметной области логистики и УЦП. Онтологические модели обеспечивают единство понятийного аппарата и создание глоссария для всех участников проекта, предоставляют инструменты визуализации моделей ЦП, с возможностью их интерпретации широким кругом специалистов (менеджерами, ИТ-менеджерами, системным аналитикам, а так же

всеми заинтересованными участниками проекта); обеспечивает информационное взаимодействие и логическую согласованность моделей, образующих предметную область.

3. Заключение

Эффективные системные и модельные решения в управлении цепями поставок выстраиваются

А) на основе принципов управленческой интеграции и балансировки стратегических, тактических и операциональных решений и принципов согласования моделей различных стратов и описаний;

Б) полисистемного представления и моделирования предметной области логистики и управления цепями поставок на основе онтологий, как основы формирования единого модельного фрейма;

В) синергетической парадигмы, и реализуемых на ее основе композитных системно-динамических и агентных моделей цепей поставок, позволяющих описывать на мезо-уровне структурную динамику, процессы образования новых организационных структур, функционирование цепи поставок и ее измеримые характеристики; а также процессы самоорганизации на микро-уровне, осуществляемые через поведение контрагентов цепи поставок, реализуемые стратегии сотрудничества и технологии совместного планирования.

Такие модельные конструкции позволяют исследовать структурные и динамические аспекты SCM (адаптивные динамические цепи поставок), задачи долгосрочного развития и эффективной трансформации ЦП, согласование стратегических управленческих решений на межорганизационных уровнях, осуществлять поиск эффективных стратегий координации и долгосрочного сотрудничества участников цепи поставок.

Список литературы

1. Лычкина Н.Н. Инновационные парадигмы имитационного моделирования и их применение в сфере управленческого консалтинга, логистики и стратегического менеджмента - Логистика и управление цепями поставок, НИУ Высшая школа экономики, № 5(58), 2013, С.28-41
2. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов : Учебное пособие. –М.: ИНФРА-М, 2014.-254 с. – (Высшее образование: Бакалавриат).
3. Идиатуллин А.Р. , Лычкина Н.Н. Инструментальная реализация архитектурных моделей предприятия на основе онтологий. - «Бизнес-информатика» №5 (15). М.:НИУ ВШЭ, 2011 с. 31-42.