

УДК 004.89

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ МОДЕЛЬ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА ЦИФРОВОЙ СЕТИ ПОСТАВОК

Ю.М. Искандеров (Санкт-Петербург)

Введение

Важнейшей задачей логистического провайдера при формировании и управлении интегрированных цепей поставок (ИЦП) является обеспечение ее жизнеспособности, т.е. поддержания такого состояния, которое в условиях воздействия различного рода внешних и/или внутренних возмущающих факторов, приводящих к различным нештатным ситуациям, позволяет эффективно реализовать основные функции ИЦП с требуемым качеством. Очевидно, что анализ и оценка указанного состояния ИЦП требует разработки и развития соответствующей методологии, позволяющей связать воедино факторы, характеризующие:

- цели формирования и функционирования ИЦП (цели, функции, жизненный цикл);
- качество органов управления ИЦП (умения);
- качество и количество ресурсов (возможности);
- условия воздействия внешних и внутренних факторов;
- уровни риска возникновения критических ситуаций.

Материалы и методы решения

Глобальное движение в сторону цифровизации бизнес-процессов в различных сферах человеческой деятельности трансформирует и логистическую отрасль. «Цифра» меняет каналы движения товаров, форматы поставки и процессы управления. Развитие электронной коммерции и возрастающие требования к цепям поставок – многоканальность, оперативность, прозрачность, точность – стимулируют участников рынка транспортно-логистических услуг к повышению эффективности всех бизнес-процессов и внедрению новых технологий на всех уровнях управления ИЦП. Для организации такого взаимодействия в новой структуре управления поставками предлагается реализовать концепцию «цифровой сети поставок» («digital supply network») (рис.1) [1-3].

Современные цифровые сети поставок интегрируют всю возможную информацию для управления физическим процессом производства и дистрибуции товаров, используя доступные данные из разных источников (включая датчики IoT) и алгоритмы анализа данных, обеспечивают релевантное представление множества логистических процессов и позволяют оперативно реагировать на задержки и другие отклонения в каждом конкретном случае. Быть участником такой сети и работать в ней без цифровых инструментов и процессов практически невозможно. Поэтому трансформация структуры цепи поставок тоже заставляет логистические компании переходить на «цифровые рельсы».

Указанные условия позволяют перейти к управлению ИЦП на основе данных, т.е. использовать технологию DDM (Data Driven Management) [3]. Сбор указанных данных происходит автоматически из разных источников, таких как интернет, специализированные информационные системы, корпоративные базы данных, системы видеонаблюдения и др., а также данные о состоянии внешней среды, функционировании логистических процессов, о потребностях и удовлетворенности клиентов.

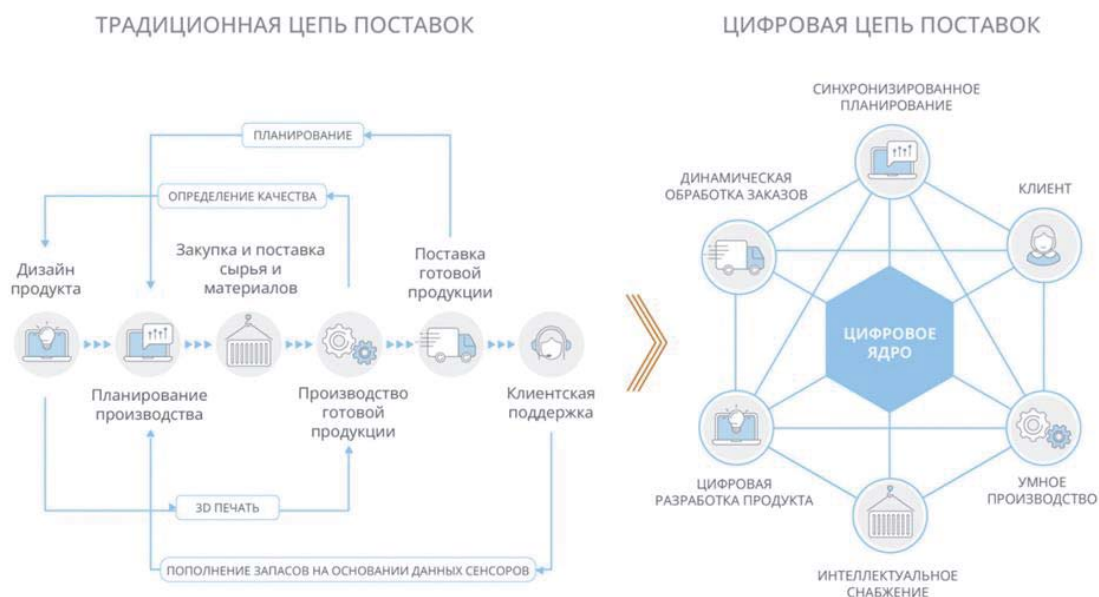


Рис.1. Трансформация цепи поставок в цифровую сеть поставок

На основе аппаратно-программных платформ собираемые данные используются для принятия различного рода решений, позволяющих:

- повышать эффективность и качество оказываемых транспортно-логистических услуг; подготовиться к сбоям в ИЦП;
- разрабатывать и осуществлять меры, направленные как на внутренние, так и на внешние риски, контролируя то, что возможно контролировать, и снижая влияние рисков, связанных с факторами и событиями, которые не могут контролироваться.

На рис. 2 представлена общая структура системы управления рисками в ИЦП.

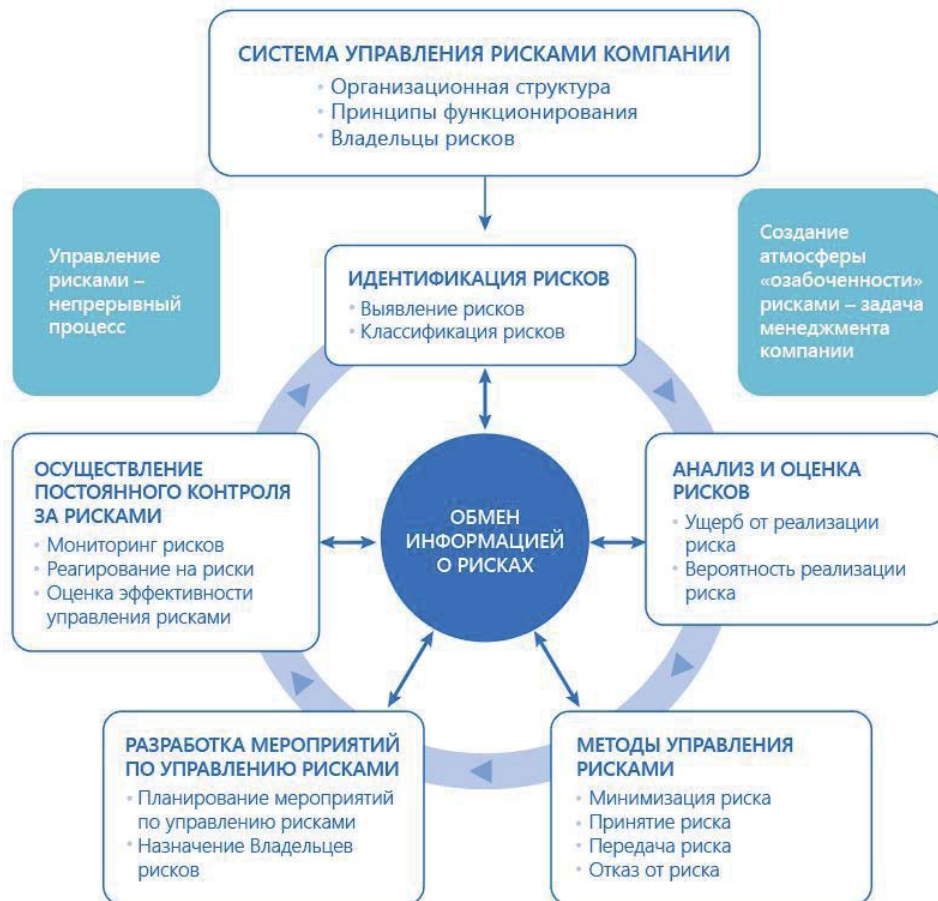


Рис.2. Общая структура системы управления рисками в ИЦП [4]

Результаты и их обсуждение

Учитывая, что в последнее время в рамках системного анализа произошла «перефокусировка» исследовательского интереса от иерархически организованных структур с вертикальным управлением в сторону децентрализованных самоорганизующихся сетевых сообществ автономных агентов с горизонтальной координацией действий для достижения общих целей, то релевантным инструментом решения задачи обеспечения жизнеспособности ИЦП являются технологии мультиагентных систем (МАС) [3, 5].

Формирование соответствующей мультиагентной модели (МАМ) позволяет проводить анализ и оценку рисков и принимать согласованные решения на основе имеемых данных, тем самым осуществлять эффективный мониторинг и управление сквозным процессом поставок.

Указанная модель формируется множеством агентов, каждый из которых может быть формально представлен в виде вполне определенного кортежа [6]:

$IA = \langle LA, CM, BM, O, AD, SA \rangle$,

Где IA – интеллектуальный агент;

LA – множество информационных атрибутов (идентификатор, имя, местоположение и т.д.);

CM – коммуникационная модель (язык и методы для общения);

BM – поведенческая модель (способы обработки сообщений);

O – множество онтологий;

AD – множество дополнительных функций, необходимых для выполнения поставленных задач и/или формирования ответных сообщений;

SA – множество внутренних структур агента, описывающих его функциональное устройство, в зависимости от его основного назначения.

Использование МАМ обеспечит решение основных задач при управлении ИЦП, в том числе: планирования ИЦП, маршрутизации движения транспортных средств, определения необходимых видов транспорта, определения мест хранения и распределения грузов, мониторинга и визуализации состояния ИЦП и ее элементов в режиме реального времени, формирования оперативной реакции на изменения внутренней и внешней среды [3].

Целевое взаимодействие между интеллектуальными агентами (ИА) представляет собой определенного рода кооперацию, т.е. коллективную работу в интересах получения совместных результатов. Именно кооперация приводит к синергетическому эффекту при объединении отдельных агентов в МАС. Такое взаимодействие позволяет реализовать эффективные стратегии управления риском, далее они перечислены.

1. Разработка и реализация плана управления рисками.

Включает в себя совокупность мероприятий по профилактике, готовности, реагировании и восстановлении функционирования ИЦП.

На основе этого плана принимаются меры для предотвращения рисков, которые можно контролировать, а также выполняются действия на случай сбоев, которые не могут контролироваться или которые возникают внезапно, реализуя заранее разработанные меры по снижению последствий сбоев и скорейшему возвращению ИЦП к нормальной работе.

План управления рисками для ИЦП может быть больше ориентирован на внешние риски, такие как вероятность геополитического конфликта, крупных погодных явлений или нехватки рабочей силы. Однако такие планы должны также выявлять внутренние риски, например, сбои в работе различных звеньев ИЦП, и рекомендовать действия по устранению или снижению этих рисков.

2. Диверсификация поставщиков.

При взаимодействии с единственным поставщиком определенных компонентов, ингредиентов или других материалов, существует риск столкнуться с серьезными перебоями в случае, если что-то помешает поставщику выполнить заказы. Диверсификация поставщиков выгодна, но не всегда проста. Производителям важно четко определять свои ожидания от поставщиков в контрактах и регулярно их пересматривать. Многие производители инвестируют в системы для улучшения отслеживания поставок и запасов, чтобы переговоры с торговыми партнерами основывались на актуальных и точных данных.

3. Использование новых информационных технологий.

Новые технологии делают цепочки поставок более устойчивыми к сбоям. Программные средства помогают производителям быстрее и точнее подбирать грузы к транспортным мощностям, чем при ручной обработке заказов, а также повышают прозрачность ИЦП. Получение доступа к ключевой информации по всей ИЦП позволяет отслеживать компоненты, узлы и готовую продукцию по мере их перемещения от поставщиков и грузоотправителей. Сбор и обмен данными по ключевым точкам ИЦП упрощает контроль закупок, производства, доставки и других процессов. Имея четкое представление о методах устойчивого развития участников ИЦП можно определить, будет ли сотрудничество представлять юридический, репутационный или финансовый риск.

4. Формирование резервных запасов.

Формирование запасов необходимо на случай возможности возникновения задержек поставок или резких скачков спроса. Очевидно, излишние запасы занимают складские площади и увеличивают расходы, но они позволяют удовлетворять спрос без

резкого повышения или снижения цен. Резервные запасы также помогают предотвратить дефицит продовольствия, медикаментов и других жизненно важных товаров. При расчете необходимого объема резервных запасов производители учитывают время, необходимое для заказа продукции, динамику запасов и годовые циклы спроса.

5. Использование средств предиктивной аналитики ИЦП.

Применение средств предиктивной аналитики данных для моделирования ИЦП, которое выявляет вероятные будущие сценарии функционирования, позволяет определить необходимость изменений работы ИЦП. Указанная аналитика зависит от тщательного и точного сбора данных. Например, производитель может использовать данные об исторических тенденциях спроса и запасов, а также данные социальных сетей о забастовках, пожарах, наводнениях и банкротствах компаний, чтобы прогнозировать сбои в цепочках поставок и отслеживать их последствия по мере их развития.

6. Внедрение гибкого управления ИЦП.

Эффективность глобальных цепочек поставок зависит от долгосрочных прогнозов и планирования. Например, заводы часто планируют производство на месяцы вперед. Хотя такое методичное планирование важно, производители должны быть готовы к переменам в условиях сбоев, вызванных ограниченными поставками, проблемами с качеством или остановками оборудования. Многие производители чаще корректируют свои планы, иногда ежедневно или еженедельно. Они полагаются на облачные приложения, которые собирают данные в режиме реального времени и быстро анализируют их, упрощая процесс составления планов и графиков. Такие улучшения процессов играют ключевую роль, но не менее важны и улучшения в работе персонала – например, предоставление менеджерам по цепочке поставок возможности принимать решения на месте. Если менеджер по логистике узнает, что грузоотправитель ожидает начала забастовки, быстрое решение об использовании другого поставщика может предотвратить задержки. Постоянный мониторинг работы поставщиков позволяет производителям выявлять проблемы, когда и где они возникают, оценивать их серьезность, предоставлять поставщикам обоснованную обратную связь, совместно работать над решениями и решать, являются ли проблемы с производительностью причиной для прекращения партнерства.

Производители оценивают работу поставщиков разными способами, включая:

- соблюдение условий контракта;
- операционные показатели (качество работы, сроки выполнения заказов, своевременная доставка, полная доставка);
- бизнес-процессы (предотвращение дефектов, проверки, соблюдение нормативных требований);
- финансовое состояние (риск банкротства, ликвидность, рентабельность).

Многие производители используют систему оценок ключевых показателей эффективности, например, процент своевременной поставки. Стандартные показатели позволяют компаниям сравнивать поставщиков. Мониторинг ИЦП наиболее эффективен, когда он осуществляется непрерывно, с регулярным анализом и проверками поставщиков, подобно тому, как компании регулярно отслеживают эффективность работы сотрудников.

Заключени

Наилучшим образом рассмотренная модель может быть реализована в составе платформы системы интеллектуальной поддержки менеджмента ИЦП (рис.3) [7].

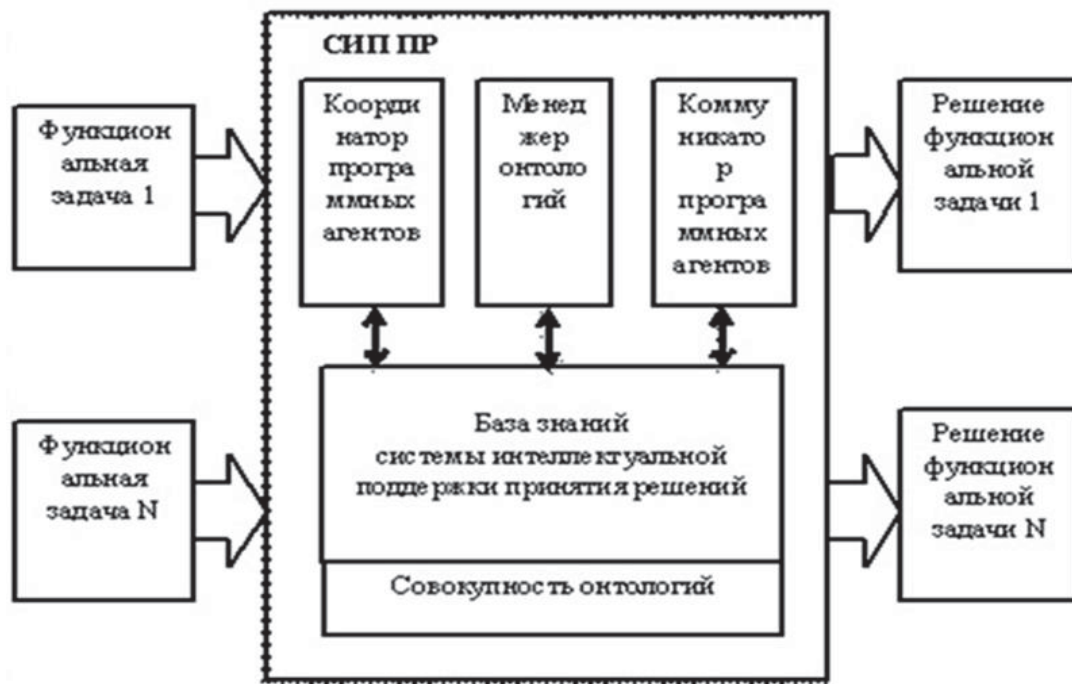


Рис.3. Мультиагентная платформа системы интеллектуальной поддержки менеджмента ИЦП.

База знаний является ключевым элементом МАМ, в котором сосредоточены сведения о возможных рисках, их источниках, методах, критериях и показателях их анализа и оценки, а также сценариях мероприятий по предотвращению и преодолению рисков в ИЦП. Эти сведения постоянно актуализируются с учетом поступающей оперативной информации.

Применение МАМ для анализа и оценки рисков, с подключением технологий аналитики Big Data, позволяет создавать цифровые инструменты, которые на основе релевантной информации из базы знаний обеспечивают измерение необходимых показателей в интересах обеспечения жизнеспособности ИЦП и процессов управления ими.

Благодарности

Проведенные исследования выполнялись в рамках госбюджетной темы FFZF-2025-0020.

Литература

1. Дыбская В.В., Сергеев В.И., Лычкина Н.Н. и др. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок: аналитический обзор. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. 190с.
2. Нагина Е.К., Ищенко В.А. Информационная логистика. Теория и практика: Учебно-методическое пособие. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2007. – 87 с.
3. Искандеров Ю.М. Ключевые направления модернизации и развития существующих и перспективных цепей поставок / Ю. М. Искандеров // Системный анализ в проектировании и управлении : сборник научных трудов XXVII Международной научно-практической конференции: 2-х частях, Санкт-Петербург, 13–14 октября 2023 года. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – С. 330-342. – DOI 10.18720/SPBPU/2/id24-181. – EDN MWVAKN.
4. <https://pmforesight.ru/opportunities/upravlenie-riskami/>
5. Лукинский В.С., Искандеров Ю.М., Соколов Б.В., Некрасов А.Г. Проблемы и перспективы использования интеллектуальных информационных технологий в

логистических системах. В сборнике: Информационные технологии в управлении (ИТУ-2018). Материалы конференции. 2018. С. 80-89.

6. **Искандеров Ю.М.** Применение интеллектуальных агентов при моделировании интегрированной информационной системы транспортной логистики / Ю. М. Искандеров // Информатизация и связь. 2020. № 5. С. 59-66. – DOI 10.34219/2078-8320-2020-11-5-59-66. – EDN FQHZMN.
7. Интеллектуальная поддержка принятия решений в логистических системах / Ю. М. Искандеров, А.С. Свистунова, Д.С. Хасанов, А.С.Чумак // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. № 2-1(52). С.145-153. – DOI 10.37220/MIT.2021.52.2.021. – EDN OSVSZB.