Научная статья
УДК 656:004

Безопасность и отказоустойчивость проактивных цепей поставок

Алексей Германович Некрасов[1], Анна Сергеевна Синицына[2]
[1,2]Российский университет транспорта (МИИТ), Москва, Россия
[1]tehnologistic@mail.ru
[2]acc-lgkr@mail.ru

Аннотация. Анализ проблемы адаптации цепей поставок в современной среде показывает необходимость изменения в использовании принципов безопасности и отказоустойчивости систем, трансформации моделей и систем управления цепями поставок (УЦП) в сторону баланса между надежностью и гибкостью, между эффективностью и сложностью. Целью статьи является формулирование новых принципов и методов проактивного управления организацией по критерию «приемлемого риска» на всех этапах жизненного цикла как единого целого. В статье исследованы новые методы формирования интегрированной методологи УЦП, как сложной организационно-технической системы (СОТС), на основе инжиниринга предприятия, комплексно-архитектурного подхода, прогноза рисков и проактивного управления в среде высокой неопределенности. Масштаб управления и прогноза рисков должен быть распространен на всю интегрированную логистическую цепь (ИЛЦ), включая эксплуатацию объектов. Сформированы принципы и новые практики отказоустойчивости цепи поставок на основе взаимодействия стандартных архитектур с процессами организации, программой обеспечения непрерывности бизнес-процессов, что обеспечивает снижение уровня угроз и потерь.

Ключевые слова: проактивные цепи поставок, безопасность, устойчивость, инжиниринг предприятия, сложность систем, непрерывность бизнес-процессов, приемлемый риск.

Для цитирования: Некрасов А.Г., Синицына А.С. Безопасность и отказоустойчивость проактивных цепей поставок // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2023. №1(35).

Original article

Security and resilience in proactive supply chains

Alexey G. Nekrasov[1], Anna S. Sinitsyna[2]
[1,2]Russian University of Transport (MIIT), Moscow, Russia
[1]tehnologistic@mail.ru
[2]acc-lgkr@mail.ru

Abstract. An analysis of the problem of adapting supply chains in a modern environment shows the need for a change in the use of the principles of security and fault tolerance of systems, the transformation of models and supply chain management systems (SCM) towards a balance between reliability and flexibility, between efficiency and complexity. The purpose of the article is to formulate new principles and methods of proactive management of an organization according to the criterion of «acceptable risk» at all stages of the life cycle as a whole. The article explores new methods for the formation of an integrated SCM methodology, as a complex organizational and technical system (COTS), based on enterprise engineering, an integrated architectural approach, risk forecasting and proactive management in a high uncertainty environment. The scope of risk management and forecasting should be extended to the entire integrated supply chain (ISC), including the operation of facilities. The principles and new practices of supply chain fault tolerance have been formed based on the interaction of standard architectures with the organization's processes, a program for ensuring business continuity, which reduces the level of threats and losses.

Keywords: proactive supply chains, security, resilience, enterprise engineering, system complexity, business continuity, acceptable risk.

For citation: Nekrasov A.G., Sinitsyna A.S. Security and resilience in proactive supply chains. Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura. 2023. №1 (35).

Введение. В современных условиях любое предприятие, включая и транспортную сферу, в своей работе использует цепь поставок, которая является одной из фундаментальных категорий инфраструктуры экономики. Для решения стоящих задач используется широкий спектр организационных, технологических и цифровых технологий. Именно поэтому важнейшим направлением функционирования систем управления цепями поставок (УЦП) и транспортно-логистических систем (ТЛС) является интеграция всех участников, которые решают бизнес-задачи в условиях высокой неопределенности внешней среды и рисков. Национальная экономика и цепи поставок функционируют в условиях цифровизации транспорта и логистики, что вызывает необходимость выработки новых научно-практических подходов в сфере управления цепями поставок [1]-[3].

В целом ряде работ традиционно цепи поставок рассматриваются преимущественно с точки зрения критериев мобильности и эффективности,

что не в полной мере отвечает вызовам изменений в политике, экономике и адаптации цепей поставок к новым условиям [4], [5].

Основная часть. Существующая практика показывает, что из-за наличия различного рода военных, технологических и экономических угроз, сложности архитектуры предприятий и их систем, невозможности полной защиты от кибер-угроз всегда присутствуют риски негативного развития событий и даже катастрофического обрушения цепей поставок. В стандарте по системной инженерии [6] под системой, включая и цепи поставок, понимают комбинации взаимодействующих элементов, упорядоченные для достижения одной или нескольких поставленных целей. Поэтому существующие угрозы и повышение технологической сложности, включая применение цифровых технологий, снижают качество функционирования систем, надежность аппаратно-программных средств, роль функции организации и персонала.

В Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года [7], утвержденной Указом Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208, в качестве одной из угроз отмечается «исчерпание экспортно-сырьевой модели экономического развития, резкое снижение роли традиционных факторов обеспечения экономического роста, связанное с научно-технологическими изменениями». В качестве одного из направлений государственной политики установлено широкое внедрение риск-ориентированного подхода, затрагивающего и комплексное развитие транспортной инфраструктуры, создание современных транспортно-логистических комплексов, внедрение современных транспортных средств, а также переход на низкоуглеродную экономику. В настоящем документе в основу государственной политики заложен принцип комплексной безопасности к базовым отраслям экономики и транспорта.

Анализ основ государственной политики, существующих научных подходов и передовой практики показывает необходимость изменения в

использовании критериев безопасности и устойчивости систем, трансформации моделей и систем управления цепями поставок в сторону баланса между надежностью и гибкостью, между эффективностью и сложностью. Повышение уровня безопасности цепей поставок, мультимодальных перевозок, как важнейшей части системы, предполагает переход от критерия так зазываемого «нулевого риска» - к критерию «приемлемого риска» на основе более глубокой интеграции сложных объектов цепи поставок и возможности моделирования и мониторинга на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ), описывая и контролируя эксплуатацию организации как единого целого [2], [3]. Такая, по сути, новая методология существенно расширяет взгляд на системы, цепи поставок как сложные организационно-технические системы (СОТС), которые должны быть адаптивными и моделироваться в междисциплинарной среде *инжиниринга предприятия*. Инжиниринг предприятия, как базовая часть цепи поставок, это «дисциплина, применяемая для выполнения любых работ по созданию, изменению или реорганизации любого предприятия» [8], под которым следует понимать несколько организаций, которые имеют общие цели, задачи и технологию для получения конечного результата в виде продукции или услуги. Неслучайно, этот термин относят и к понятиям «расширенное предприятие» или «виртуальное предприятие». Высокий уровень сложности процессов инжиниринга предприятия и цепи поставок, вызывает необходимость использования инструментов и технологий для структуризации, оценки, интеграции и поддержки всех элементов.

Инжиниринг цепей поставок с прикладной точки зрения подразумевает:

– изучение структуры и свойств логистических систем и цепей поставок;

– проектирование логистических систем;

– моделирование (в том числе и имитационное) логистических систем;

– построение и внедрение системы оценки эффективности логистических процессов в цепи поставок на протяжении всего ЖЦ;

– выявление «узких мест» и совершенствование существующих систем и цепей поставок (системная оптимизация).

Инжиниринг ЦП является стандартной основой для создания высокоэффективной и быстрой организации, ориентированной на безопасность и отказоустойчивость на основе управления рисками. Это имеет жизненно важное значение для решения проблемы интеграции и функционирования в условиях высокой неопределенности и динамики изменений. Интегрированный критерий приемлемого риска ЦП отвечает комплексно-архитектурному подходу к УЦП, переходу к проактивному управлению, отвечающему современным условиям ведения бизнеса. В качестве основных направлений проактивного управления следует рассматривать интегрированное взаимодействие бизнес-процессов и цифровых технологий на протяжении всего ЖЦ продукции и услуг, а также всей ЦП. Поэтому проактивность организации дает дополнительные компетенции к самоконтролю, самовосстановлению самоорганизации в условиях сбойных ситуаций, которые носят постоянный характер.

Формирование дисциплины инжиниринга проактивных цепей поставок, включающей логистический инжиниринг, практики жизненного цикла организации и различные уровни ее архитектурной детализации, отказоустойчивой системы управления, – все это связано с потребностью в создании интегрированной модели, операционной системы и инструментов поддержки для применения комплексных решений для потребителей. Для перехода к проактивному управлению ИЛЦ система должна включать в себя требования к менеджменту устойчивости событий и поддержания непрерывности бизнес-процессов. Чрезвычайно важно, чтобы сложность

самой системы, объем документации и используемых ресурсов соответствовал целям, размеру, видам деятельности цепи поставок, обеспечивающих весь цикл производства и применения продукции и услуг. С этой точки зрения поставки продукции, включая транспортировку и терминальную обработку грузов, являются ключевой областью повышения безопасности и устойчивости ИЛЦ. Передовой практикой следует рассматривать действия по разработке и совершенствованию политики обеспечения устойчивости поставки и поддержания эффективного и прозрачного обмена информацией с поставщиками и клиентами. Одновременно, такая политика способствует улучшению экологической эффективности, снижению отходов и стоимости материалов, уменьшению карбонового следа.

Устойчивая ИЛЦ интегрирует все аспекты жизненного цикла, включая в себя:

– определение потребности в надежных и устойчивых поставках (цикличность);

– оценку и комбинацию вариантов поставки и мультимодальных перевозок;

– проектирование и разработку спецификации элементов цепи поставок;

– выбор поставщиков и их взаимодействие с механизмом переключения каналов (омниканальностью);

– взаимосвязь с послепродажным обслуживанием продукции;

– координацию и сотрудничество на основе промышленных услуг, основанных на широком использовании стандартных архитектур предприятия.

Интеграция проактивного и реактивного подходов к обеспечению безопасности и устойчивости ИЛЦ рекомендуется рассматривать в качестве рычага эффективности на основе использования компетенций, опыта,

потенциала предприятий и их подразделений как внутри организации, так и для поставщиков и потребителей. Это является проактивной основой для действий и принятия решений для прогнозирования, предотвращения, подготовки и реагирования на серьезные инциденты, чрезвычайную ситуацию или кризис. Комплексный подход позволяет цепи поставок выделить приоритет безопасности и отказоустойчивости в управлении рисками в условиях высокой неопределенности.

Исходя из изложенной в статье логики и проактивного подхода к управлению безопасностью и отказоустойчивостью ИЛЦ это является одним из ведущих стратегических приоритетов в настоящее время (далее – используется выражение «организационная устойчивость»). Поэтому значение организационной устойчивости по мере развития кризисных явлений, киберпреступности, экономической и политической нестабильности будет все время возрастать. Важнейшим фактором является также дисбаланс между темпами цифровизации и способностью организаций приспосабливаться к негативным событиям, и тем более прогнозировать. Поэтому адаптивный механизм ИЛЦ должен вырабатывать комплексные решения для обеспечения непрерывности бизнес-процессов, мониторинга опасностей и угроз, отраженных в планах реагирования и восстановления объектов при их повреждении или разрушении. В условиях экономических и технологических потрясений степень организационной устойчивости распространяется на масштаб всей организации, так как вывод из эксплуатации даже одного «узкого звена», может привести к снижению эффективности или разрушению всей системы. Чтобы управлять устойчивостью событий в масштабе всей организации проактивное управление должно обеспечивать:

– интеграцию всех частей и ресурсов организации;

– идентификацию и оценку критически важных бизнес-процессов и ресурсов (активов), поддерживаемых документооборотом;

– взаимосвязь бизнес-процессов и рисков;

– проактивный мониторинг опасностей и угроз на всех этапах ЖЦ.

В условиях высокой неопределенности и появления иногда непредсказуемых обрушений транспортной инфраструктуры и существующего спроса, масштаб управления риском должен быть распространен на всю ИЛЦ. Управление рисками только в сфере ИТ-безопасности уже не только недостаточно, но может нанести вред для всей организации. Это вызывает необходимость перехода к отказоустойчивости, как «ядра» организационной устойчивости.

Обращает на себя внимание также и развитие направления по стандартизации ISO под рубрикой «Безопасность и отказоустойчивость». В этой связи, необходимо отметить появление новых требований стандарта ISO 28000:2022 к системам управления безопасностью, затрагивающих цепи поставок [9]. На рисунке показана система управления безопасностью на основе модели PDCA (цикл «планируй-делай-проверяй-действуй»), учитывающая динамику изменения цепи поставок с точки зрения ее эффективности.

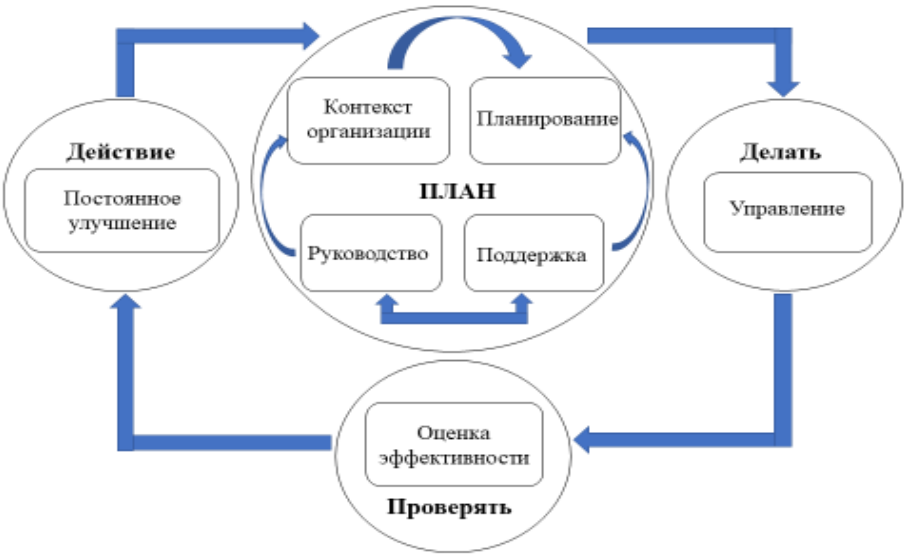

Рисунок. Модель управления безопасностью и отказоустойчивостью

Заключение. Управление безопасностью связано практически со всеми аспектами бизнеса. Цепи поставок динамичны по своей природе, а организации как правило управляют несколькими цепями поставок, что вызывает необходимость требовать от поставщиков и транспортно-логистических компаний соблюдения требований стандарта в качестве условия включения в ИЛЦ в целях обеспечения безотказности всех активов и процессов.

Для достижения целей цепи поставок, проактивное управление безопасностью и отказоустойчивостью должно управлять системными рисками в масштабе всей организации. Для обеспечения проактивного подхода к защите цепей поставок необходимо ввести в оборот политику взаимодействия бизнес-архитектуры с процессами и активами организации, программой обеспечения непрерывности бизнес-процессов, ориентированных на прогноз и предотвращение рисков. В современных условиях предъявляются особые требования к стабильности, безопасности и гибкости цепей поставок, обеспечивающих бесшовное прохождение продукции и грузов в системе товародвижения. Максимальное сокращение времени, особенно при проведении пересечения границ, существенно повышает эффективность транспортно-логистической цепочки «от двери до двери» на основе требований интероперабельности (совместимости) логистических систем, безопасности и отказоустойчивости цепей поставок и передовых практик в этой сфере. Необходимо обеспечить также прозрачность бизнес-процессов для идентификации и управления рисками на фоне отличий однотипных модулей цепи поставок по семантике и архитектуре моделей. Вместе с тем, сложность является фундаментальным свойством многих систем, однако высокая степень сложности снижает эффективность организации в условиях неопределенности и турбулентности экономики и транспорта.

Список источников

1. Развитие цепей поставок в системе МТК в новых условиях внешнеэкономической деятельности // Инновации транспорта. – 2022. – № 44.– С. 7-9 с.

2. Некрасов, А.Г. Комплексный подход к цифровой трансформации интегрированных транспортно-логистических систем / А.Г. Некрасов, А.С. Синицына, И.А. Башмаков // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2019. – № 9. – С. 54-56. – DOI 10.36535/0236-1914-2019-09-8.

3. Некрасов, А.Г. Цифровизация интегрированных транспортно-логистических систем: монография / А.Г. Некрасов, А.С. Синицына. – М.: ВИНИТИ РАН, 2021. – 276 с., ил. – ISBN 978-5-902928-90-4.

4. Управление бизнесом в цифровой экономике: вызовы и решения / под ред. И.А. Аренкова, Т.А. Лезиой, М.К. Ценжарик, Е.Г. Черновой. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019. – 360 с. – ISBN:978-5-288-05966-7.

5. Майерсон, П. Управление цепочками поставок и логистикой – простыми словами: Методы и практика планирования, построения, обслуживания, контроля и расширения системы перевозок и снабжения / Пол Майерсон; пер. с англ. – М.: Альпина ПРО, 2022. – 364 с. – ISBN: 978-5-907470-46-0.

6. ГОСТ Р 57193-2016. Национальный Стандарт Российской Федерации. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. [Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2016 г. N 1538-ст] [Электронный ресурс]. – Москва, 2016. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200141163 (дата обращения 11.01.2023).

7. О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года. [Утверждена Указом Президента РФ от 13.05.2017 г. № 208] [Электронный ресурс]. – Москва, Кремль, 2017. – URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41921 (дата обращения 05.02.2023).

8. ГОСТ Р ИСО 15704 - 2008. Национальный стандарт Российской Федерации. Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия; введ. 2010-01-01. – Москва: Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии; М.: Стандартинформ, 2010. – 65 с.

9. ИСО 28000:2022. Безопасность и отказоустойчивость. Системы управления безопасностью. Требования. [принят Техническим комитетом: ИСО/ТК 292 Безопасность и отказоустойчивость], 2022. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iso.org/standard/79612.html (дата обращения 11.01.2023).

References

1. *Innovacii transporta,* 2022, no. 44, pp. 7-9.

2. Nekrasov A.G., Sinicyna A.S., Bashmakov I.A. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyj informacionnyj sbornik*, 2019, no. 9, pp. 54-56.

3. Nekrasov A.G., Sinicyna A.S. *Cifrovizaciya integrirovannyh transportno-logisticheskih sistem* (Digitalization of integrated transport and logistics systems), Moscow, VINITI RAN, 2021, 276 p.

4. Ed. By Arenkova I.A., Lezioj T.A., M.K. Cenzharik M.K., CHernovoj E.G. *Upravlenie biznesom v cifrovoj ekonomike: vyzovy i resheniya* (Business management in the digital economy: challenges and solutions), Sankt-Peterburg, zdatel'stvo Sankt-Peterburgskogo universiteta, 2019, 360 p.

5. Pol Majerson. *Upravlenie cepochkami postavok i logistikoj – prostymi slovami: Metody i praktika planirovaniya, postroeniya, obsluzhivaniya, kontrolya i rasshireniya sistemy perevozok i snabzheniya*. (Supply chain and logistics management in simple terms: Methods and practices for planning, building, maintaining, controlling and expanding a transportation and supply system), Moscow, Al'pina PRO, 2022, 364 p.

6. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200141163

7. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41921

8. Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii. Promyshlennye avtomatizirovannye sistemy. Trebovaniya k standartnym arhitekturam i metodologiyam predpriyatiya, GOST R ISO 15704 – 2008, Moscow, Standartinform, 2010, 65 p.

9. URL: https://www.iso.org/standard/79612.html.

Статья опубликована по итогам международной научно-технической конференции «10-е Луканинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса».

Рецензент: Ю.В. Трофименко, д-р техн. наук, проф., МАДИ

Информация об авторах

Некрасов Алексей Германович, д-р экон. наук, проф.,РУТ (МИИТ).

Синицына Анна Сергеевна, канд. техн. наук, доц., РУТ (МИИТ).

Information about the authors

Nekrasov Alexey G., Dr. Sc., professor, RUT (MIIT).

Sinitsyna Anna S., Ph.D., associated professor, RUT (MIIT).

Статья поступила в редакцию 03.03.2023; одобрена после рецензирования 06.03.2023; принята к публикации 20.03.2023.
The article was submitted 03.03.2023; approved after reviewing 06.03.2023; accepted for publication 20.03.2023.