



Алексей Некрасов,
д.э.н., профессор,
кафедра «Менеджмент»,
Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет



Анна Сеницына,
к.т.н., доцент кафедры «Логистические
транспортные системы и технологии»,
Московский государственный
университет путей сообщения
Императора Николая II

ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕГРАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье рассматриваются системные аспекты развития методологии системной инженерии применительно к сфере логистики и управлению цепями поставок. Логистический инжиниринг является эффективным методом интеграции в управлении сложными организационно-техническими объектами применительно к этой сфере. Особенностью метода является интеграция процессов с этапами жизненного цикла транспортно-логистических систем и цепей поставок в условиях сбойных ситуаций при интер- и мультимодальных перевозках.

Ключевые слова. Системная инженерия, сложные организационно-технические объекты, транспортно-логистическая система, логистический инжиниринг, интеграция процессов, модели жизненного цикла.

Annotation. The article discusses systemic aspects of the methodology of systems engineering methodology as applied to the field of logistics and supply chain management. Logistics Engineering is an effective method of integration in the management of complex organizational and technical objects in relation to the field of logistics systems. A feature of the method is the integration process with the stages of the life cycle of transport and logistics systems and supply chains in a bad situation with intermodal and multimodal transport.

Key words. Systems engineering, complex organizational and technical facilities, transport and logistics system, logistics engineering, process integration, life cycle model.

В настоящее время российская экономика переживает непростой период и требует выхода из сложившейся экономической ситуации. Как показывает мировой опыт, одним из путей является построение инновационных логистических систем на основе системных методов управления, в частности развитие системной интеграции – логистического инжиниринга. Это позволит наращивать производительность труда не менее чем на 4–5%, что необходимо для решения долгосрочных задач развития бизнеса.

Одновременно предстоят масштабные проекты по трансформации экономики от экспортно-сырьевого к инновационному социально ориентированному типу развития. Среди них следует выделить повсеместное распространение инноваций, уско-

ренное развитие науки, технологий и высокотехнологических производств, повышение эффективности отраслей экономики, снижение энергоёмкости производства и увеличение производительности труда, а также модернизацию базовых промышленных производств, качественное обновление транспортной и энергетической инфраструктуры.

Создание и развитие Евразийского экономического союза стало важным инструментом в интеграционном развитии экономического и информационного пространства. Процессы интеграции направлены на повышение уровня функционирования логистических процессов, что сказывается на улучшении качества обслуживания потребителей, снижении общих затрат и системных рисков. Применение принципов логистического ин-

жиниринга является одним из важнейших условий для повышения эффективности деятельности интегрированных цепей поставок [1, 6].

В интегрированной логистической системе все стратегические и тактические решения по размещению инфраструктурной сети, складированию, упаковке, грузопереработке, транспортировке, управлению запасами тесно взаимосвязаны, именно эта взаимосвязь составляет основу системной интеграции. Способность управлять интегрированным процессом столь же важна, как и способность создания инновационного товара.

Путь к системной интеграции может проходить через методологию, которую называют инжиниринг (формирование, построение, проектирование) или реинжиниринг (развитие,

реорганизация, перестройка, если речь идет об уже действующих системах) логистических процессов [4, 7].

Инжиниринг – это предоставление услуг по созданию и эксплуатации объектов промышленной, транспортной и строительной инфраструктуры. По определению Европейской экономической комиссии ООН, инжиниринг – это особая деятельность, связанная с созданием и эксплуатацией предприятий и объектов инфраструктуры – совокупность проектных и практических работ и услуг, относящихся к инженерно-технической области и необходимых для строительства объекта и содействия его эксплуатации. Инжиниринг рассматривается в качестве основного инструмента формирования региональной и глобальной инфраструктуры и процессов логистики в современной экономике.

В современной более широкой системной трактовке объектами инжиниринга выступают сложные организационно-технические объекты (СОТО)/системы, искусственно создаваемые человеком. Логистический инжиниринг – это деятельность на основе системных принципов по обеспечению функционирования искусственно создаваемых объектов и систем промышленных, транспортных, торговых и информационных систем, охватывающих все этапы жизненного цикла (ЖЦ) логистических систем. Цикл инжиниринга соответствует этапам (структуре) ЖЦ «исследование–разработка–эксплуатация/поддержка–утилизация» с учетом отраслевой специфики.

При логистическом инжиниринге важно иметь детальный план с описанием ресурсов, которые можно выделить для организации и обеспечения организационных процессов. Этот план должен содержать формулировку политики и предусматривать такое распределение мощностей, финансов, людских ресурсов, оборудования и пр., которое способно обеспечить достижение целей с наименьшими издержками.

Все программы логистического инжиниринга реализуются на основе [10]:

- системного анализа, целью которого является повышение уровня интеграции некоторых или всех аспектов логистической деятельности;
- сравнительного анализа, цели которого – критическое сравне-

« В настоящее время цепи поставок приобрели глобальный характер – все участники связаны воедино с помощью информационных систем, координирующих каждый этап совместной деятельности, работу логистической инфраструктуры и управление поставками промышленной продукции на мировой рынок.

ние имеющейся системы с лучшими образцами отраслевой практики и внедрение передового опыта;

- определения процедур, технологии и последовательности реализации намеченных целей при создании логистических систем;
- постоянного контроля и анализа полученных результатов с целью внесения оперативных и тактических изменений и новаций.

Принципы системного анализа являются основой инжиниринга любых логистических систем. При этом должны быть учтены:

- количество, типы и месторасположения складов;
- методы, способы и формы закупок и продаж;
- способы транспортировки и виды транспорта;
- политика по привлечению логистических посредников;
- методы и способы грузопереработки и места перевалки;
- основные методы обработки заказов;
- основные принципы и политика в управлении запасами;
- определены структуры, на которые возлагаются организация, обеспечение и координация работ по логистическому инжинирингу.

Для реализации проектов по инжинирингу можно прибегнуть к процедуре, состоящей из 6 основных этапов:

- этап 1 – определение целей;
- этап 2 – определение операций, подлежащих инжинирингу;
- этап 3 – анализ внутренней среды;
- этап 4 – внешний сравнительный анализ;
- этап 5 – оценка;
- этап 6 – внедрение.

В настоящее время цепи поставок приобрели глобальный характер – все участники связаны воедино с помощью информационных систем, координирующих каждый этап совместной деятельности, работу логистической инфраструктуры и управление поставками промышленной продукции на мировой рынок. В соответствии с Транспортной стратегией РФ до 2030 г. [11], глобальной целью транспортной политики России является формирование высокоэффективной транспортной системы, обеспечивающей полное и своевременное удовлетворение потребностей экономики, населения страны в безопасном и устойчивом транспортном обслуживании. К основным направлениям интегрированной деятельности на транспорте, как правило, относятся:

- технико-технологические факторы, охватывающие в том числе организацию процесса;
- проблему информационного обеспечения перевозочного процесса;
- организационно-правовые факторы, формы координации и взаимодействия разных видов транспорта;
- экономические факторы, выражающиеся в планировании грузопотоков.

Транспорт является ведущей отраслью экономики, осуществляя доставку грузов, пассажиров и предоставление услуг, обладающих характерными особенностями и отличиями от товаров спецификой процессов ЖЦ. Различные виды транспорта, производственные системы и системы распределения недостаточно интегрированы между собой, что приводит к снижению эффективности, качества и надежности транспортных услуг и болезненно сказывается на функционировании промышленных цепей поставок.



Рисунок 1. Динамика объема погрузки и грузооборота на сети ОАО «РЖД»

Например, на железнодорожном транспорте в последнее время наблюдается рост объемов перевозок, в то же время существуют риски роста потерь от эксплуатации производственных активов (подвижного состава, контейнеров).

По оценкам перспектив развития российской экономики и с учетом развития других видов транспорта предполагается, что погрузка на железнодорожном транспорте к 2030 г. возрастет в 1,6 раза и достигнет 2150 млн тонн; грузооборот в 2030 г. возрастет по сравнению с 2007 г. в 1,58 раза и составит 3300 млрд тонно-км (рис. 1) [16].

В настоящее время данные о перевозках свидетельствуют о снижении объема грузооборота вследствие неэффективности управления, ориентированного на функционально-процессные методы и не учитывающего нахождения логистических объектов на разных стадиях ЖЦ. Технологии по перевозке грузов отделены от управления производственными активами, и каждая из них имеет свой ЖЦ, не совпадающий по времени и параметрам контроля.

В сложившихся условиях невозможно добиться роста интенсивности и объема перевозок, если не предусмотреть более эффективные методы управления логистическими системами, цепями поставок, построенных на структурных изменениях в использовании всех видов транспорта и консолидации грузов при интермодаль-

ных перевозках. Это вызвано тем, что разные автоматизированные информационные системы имеют различные организационные формы и структуры исходных и результирующих данных.

В ряде случаев автоматизация процессов охватывает не все этапы ЖЦ системы, не анализируются технологии сбора и обработки данных, а переход на новые интеллектуальные информационные технологии не учитывает вспомогательные системы, приводя к автоматизации непроизводительного труда.

В основу технологий XXI в. должны быть положены концепции адаптации и самоорганизации, основанные на методологии управления ЖЦ транспортных и производственных систем. Инновационные технологии данного класса отнесены к органичным системам (organic system) и решают следующие группы задач:

- эффективное использование ресурсов;
- интеграция различных технологий и предприятий;
- обнаружение неисправностей (отказов) системы, ее элементов;
- восстановление эффективного функционирования системы.

Одним из методов повышения эффективности организации и управления транспортно-логистическими системами (ТЛС) является логистический инжиниринг, расширенная версия которого охватывает все этапы ЖЦ (табл. 1). В данной таблице приведены основные этапы ЖЦ и виды

деятельности применительно к предприятию, проектам и процессам, являющимися элементами ТЛС.

Сейчас трудно представить современные территориально распределенные производственные и сервисные системы, входящие в состав международных корпораций и холдингов, не интегрированные в ТЛС, поддерживаемые инновационными технологиями. Используемые системы, средства и комплексы чаще всего относятся к классу СОТО. К их особенностям можно отнести многоаспектность, многоструктурность и неопределенность функционирования, иерархию, избыточность элементов и связей, многовариантность реализации функций и процессов, мобильность компонентов. Повышение уровня сложности существующих и проектируемых СОТО требует существенного увеличения контролируемых параметров, характеризующих процессы функционирования. Исследования и практика показывают, что задержки и ошибки в управлении и мониторинге процессов могут привести к серьезным негативным последствиям. В значительной степени это зависит от уровня устойчивости логистических процессов, которые обеспечивают эффективность основных элементов систем (продукции) на протяжении всего ЖЦ как самой продукции и услуг, так и инфраструктуры [2, 3]. Необходимо проектировать и обеспечивать высокую результативность функционирования СОТО.

Таблица 1.
Связь между стадиями жизненного цикла и видами деятельности

Наименование стадии	Вид деятельности <i>W</i> , предусматривающий определение того, что делать	Вид деятельности <i>H</i> , предусматривающий определение того, как делать	Вид деятельности <i>D</i> , предусматривающий выполнение
Стадия планирования и создания	Разработка целей. Определение стратегии. Определение потребностей в процессах ТЛС	Разработка требований. Определение концепции. Проектирование услуг ТЛС. Планирование технологии. Планирование обеспечения услуг	Определение частей (компонентов). Предоставление услуг. Испытание. Поставка услуг
Стадия эксплуатации деятельности	Определение потребностей в обеспечении. Определение использования	Определение требований к эксплуатации ТЛС. Определение требований к логистической поддержке	Эксплуатация системы. Логистическая поддержка процессов
Стадия рециклинга и утилизации	Определение потребностей в рециклинге	Определение требований к рециклингу	Рециклинг услуг. Снятие с эксплуатации



Рисунок 2. V-диаграмма жизненного цикла системы

В соответствии со стандартом ISO 15288 (ISO/IEC 15288:2008) «Системная инженерия – процессы жизненного цикла систем»: «Жизненный цикл – это эволюция системы, продукции, услуги, проекта или иного рукотворного объекта от замысла до прекращения использования» [9]. Самое известное представление ЖЦ в виде V-диаграммы определяет логику построения и оценки всей системы (рис. 2) [12].

Таким образом, чтобы обеспечить качество разработки, поддержки и снятия с производства продукта, необходимо учитывать особенности этих этапов. И проектирование, и снятие изделия с производства требует логистической поддержки. Термин «изделие» в данном контексте является системной категорией. Под ним может подразумеваться корабль, самолет, терминально-логистический центр или сложная компьютерная сеть, т. е. система. Основным методологическим принципом является

системный подход, который в первую очередь прилагается к решению практических инженерных задач. При этом может быть учтена классификация систем, которая включает различные стадии ЖЦ рассматриваемой системы [13]:

1) целевая система (systems-of-interest) – та, которая подлежит созданию (или модернизации) командой инженеров и рассматривается на всем протяжении ЖЦ;

2) система в операционном окружении, система в эксплуатационной среде (system in operational environment) – одна из систем, которые окружают целевую систему в момент ее эксплуатации;

3) обеспечивающая система (enabling systems) – система, которая создает и поддерживает систему в ходе ее ЖЦ.

Нужно понимать, что любую систему можно классифицировать как целевую, обеспечивающую или как систему в операционном окружении. Понятие

системы является основным в системном инжиниринге и инженерной логистике. Что же такое системный инжиниринг и инженерная логистика?

Системный инжиниринг (системная инженерия) – все виды деятельности, необходимые для эффективного и рентабельного обеспечения системы (продукции) на протяжении всего срока ее службы, минимизации стоимости ее ЖЦ, или междисциплинарная научная методология, включающая совокупность практических методов и методик решения комплексных проблем, основывающаяся на теории систем и процессах разработки систем как единого целого. Системный инжиниринг является более общей методологической основой для инженерной логистики. По определениям Международного общества инженеров-логистиков SOLE, инженерная логистика – это:

1) методика и научный подход к управлению, инженерной разработке и технической деятельности, связанные с определением потребностей, планированием и материально-техническими ресурсами для обеспечения проектов, планов и операций;

2) процесс интегрирования, проектирования, управления движением ресурсов: материальных, человеческих, финансовых, информационных, в течение всего ЖЦ изделия, системы либо сервиса.

С помощью системного инжиниринга можно реализовать коллективные усилия по формированию и осуществлению набора процессов, необходимых для построения различных, в том числе логистических, систем в их развитии, включая замысел, реализацию, эксплуатацию и утилизацию.



Рисунок 3. Место инженерной логистики в системной инженерии

Важнейшим компонентом методологического базиса системной инженерии являются международные стандарты. Сегодня, как правило, они разрабатываются в неразрывном единстве и представляют развитую систему, в которую включены словарь и своды знаний, гармонизированные между собой основополагающие стандарты на процессы ЖЦ систем и программных средств, а также руководства по их применению, стандарты по разработке концепций и правил моделей предприятия для их интеграции [8]. Таким образом, быстрыми темпами идет работа по формированию развитой системы нормативно-технической документации, содержащей описание методологического базиса создания систем различных классов и назначения, который на основе единого подхода задает рекомендованные правила такой работы, применимые в сфере логистического инжиниринга. Иначе говоря, понятие «системная инженерия» более широкое, чем термины «инженерная логистика» и «логистический инжиниринг».

Системная инженерия и инженерная логистика на всех этапах от выявления нужд потребителей до определения необходимых функциональных возможностей системы, от документирования требований до разработки и реализации проекта и проверки соответствия сосредоточена на всестороннем рассмотрении полного ЖЦ логистической системы, включая [14]:

- обеспечение заданных функциональных возможностей и характеристик;
- соблюдение смет и графиков;
- контроль соответствия;
- производство и сопровождение;

- обучение персонала;
- вывод из эксплуатации и утилизацию.

Современная инженерная логистика активно использует широкий арсенал методов, средств и инструментов, включая различные виды моделирования, принятия решений и оптимизации, управления рисками, планирования и управления, а также достижения различных отраслей знаний (рис. 3).

Системная инженерия позволяет задать единую структуру для установления и развития связей и кооперации между сторонами, создающими и использующими современные логистические системы, а на основе метода логистического инжиниринга интегрировать этапы ЖЦ проектирования, эксплуатации, списания (рециклинга).

Например, на железнодорожном транспорте без технологий логистического инжиниринга в области складской деятельности, коммерческой эксплуатации невозможно обеспечить дальнейший рост эффективного функционирования ТЛС и роста грузоперевозок [5].

Строительство и эксплуатация таких сложных логистических систем, как терминально-логистические центры, сопровождается моделированием на всех этапах ЖЦ объекта, что соответствует лучшим практикам в области логистического инжиниринга. Поэтому постановка проблемы дальнейшего развития логистического инжиниринга не случайна. В его основе лежит понимание логистики как искусства и науки управления, разработки и организационно-технической поддержки ЖЦ продукта и систем. При таком подходе организация эффективного материального потока возможна только на основе глубо-

ких знаний применяемых технологий и техники, т. е. производственных, транспортных и складских процессов, их технологического единства и совместности методик проектирования.

К основным этапам логистического инжиниринга можно отнести [15]:

- 1) анализ развития структуры и параметров логистической системы;
- 2) экспертную оценку внешней среды (дороги, железнодорожные эстакады, подъезды, ворота и пр.), взаимодействующей с логистической инфраструктурой и внутренней средой (персонал, техника, склады, готовая продукция, оборудование и пр.);
- 3) концептуальное проектирование мест для размещения и формирования инфраструктуры и объектов логистической системы;
- 4) детальное логистическое проектирование процессов и инфраструктуры;
- 5) формирование графиков, программы мероприятий по созданию и модернизации объектов, входящих в логистическую систему;
- 6) проектное управление и развитие логистических систем, а также объектов, входящих в нее;
- 7) внедрение и подготовку логистических объектов к эксплуатации в общей системе производственного процесса;
- 8) работу в сфере авторского надзора и взаимодействия с заинтересованными сторонами, привлеченными для проектирования, эксплуатации и поддержки логистических объектов.

Авторы статьи рассматривают логистический инжиниринг как организационно-техническую (прикладную) деятельность по проектированию, применению и поддержке высокоэффективных технологических процессов и ресурсов в логистических системах с учетом отраслевых особенностей и стратегии развития компании. Логистический инжиниринг – это структурный и ресурсно-процессный подход по обеспечению адаптивного управления логистической системы на всех этапах ЖЦ в условиях неопределенности и сбойных ситуаций.

Целевая функция логистического инжиниринга – создать уникальное логистическое решение, которое превратит логистический потенциал в конкурентные преимущества, повысит не только операционную эф-

фективность, но и безопасность и устойчивость ТЛС в длительной стратегической перспективе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бауэрсокс Д., Клосс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок / пер. с англ. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
2. Карташев А. В., Некрасов А. Г., Атаев К. И. Интегрированные системы поставок предметов снабжения наукоемкой продукции: монография. – М.: Техполиграф-центр, 2013. – 254 с.
3. Карташев А. В., Некрасов А. Г., Атаев К. И. Управление жизненным циклом сложной наукоемкой продукции в интегрированных сетях поставок: монография. – М.: PrintUp, 2016. – 324 с.
4. Кравченко В. Ф., Кравченко Е. Ф., Забелин П. В. Организационный инжиниринг: учебное пособие. – М.: Изд-во ПРИОР, 1999. – 256 с.
5. Логистическое управление грузовыми перевозками и терминально-складской деятельностью: учебное пособие / под ред. С. Ю. Елисеева, В. М. Николашина, А. С. Сеницыной. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 428 с.
6. Миротин Л. Б., Некрасов А. Г. Логистика интегрированных цепочек поставок: учебник. – М.: Экзамен, 2003. – 256 с.
7. Ойхман Е. Г., Попов Э. В. Реинжиниринг бизнеса. Реинжиниринг организаций и информационные технологии. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 336 с.
8. ГОСТ Р ИСО 14258-2008. Концепции и правила моделей предприятия. – М.: Стандартиформ, 2009.
9. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005. Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – М.: Стандартиформ, 2006.
10. Саркисов С. В. Формирование международных логистических систем предприятиями России в условиях глобализации мировой экономики. – М.: Анкил, 2007. – 264 с.
11. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 г., утвержденная Правительством РФ от 22.11.2008 № 1734-р, с внесенными изменениями (распоряжение Правительства РФ № 1032-р от 11.06.2014). Электронный ресурс: <http://rosavtdor.ru/documents/119>.
12. Электронный ресурс: http://life-prog.ru/1_16760_zhiznenniy-tsikl-informatsionnoy-sistemi.html.
13. Левенчук А. Системно-инженерное мышление. Электронный ресурс: http://techinvestlab.ru/files/systems_engineering_thinking/systems_engine.
14. Некрасов А. Г. Формирование нового направления профессионального обучения «Инженерная логистика» для нужд инновационной экономики Российской Федерации // Интегрированная логистика. – 2013. – №4. – С. 30–37.
15. Портал ИНЖ: <http://engpromdesign.ru/info/analytics/23805>.
16. Грузовой железнодорожный транспорт России в 2010–2015 гг. (аналитический доклад). Май 2016 г. Электронный ресурс: www.ipem.ru.analiticheskiy_doklad_po_zhd_transportu.



В СЕРДЦЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ PICK & PACK

INTELIS PTS

- 1 **ГИПЕРКОМПАКТНОЕ РЕШЕНИЕ В ВЫСОТУ И ШИРИНУ:**
 - + номенклатуры хранения в сравнении со стандартом на рынке
- 2 **ГИБКОСТЬ ХРАНЕНИЯ:**
 - Свободный выбор тары: коробка + контейнеры + поддоны
- 3 **РЕШЕНИЕ С РАЗЛИЧНОЙ ГЛУБИНОЙ:**
 - Возможно мульти тарное размещение, моно или мульти форматное; от 2 до 6 смешанных тар в глубину
- 4 **ВЫСОКАЯ РЕАКТИВНОСТЬ:** повышенная производительность
 - +850 входов и +850 выходов в час с одной аллеи
- 5 **МАСШТАБИРУЕМОСТЬ / МОДУЛЬНОСТЬ:**
 - Увеличение системы в длину = + ЕМКОСТЬ и/или в высоту = + ПОТОКИ
 - Увеличение количества аллей, количества мест
- 6 **ЭРГОНОМИКА МЕСТ ОТБОРКИ ТОВАР-К-ЧЕЛОВЕКУ:**
 - Решение 1 к 1
 - Конфигурация под 90° или 180°
 - 0 ошибок / 0 усталости (без мыслительной нагрузки)
 - Удобный отбор благодаря наклону коробов и контейнеров

ПОДХОДИТ
ДЛЯ ЛЮБОГО
БИЗНЕСА

- **МЕЛКОШТУЧНАЯ ЛОГИСТИКА:** ЗРЛ, специализированная дистрибуция
- **МУЛЬТИКАНАЛЬНАЯ ЛОГИСТИКА:** ритейл, e-коммерция
- **ПРОМЫШЛЕННАЯ ЛОГИСТИКА:** сельское хозяйство, здравоохранение, снабжение промышленности



www.savoye.com