

1.2. ТРАНСФОРМАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ РОССИИ

Меденников В.И., – д.т.н., ФИЦ ИУ РАН, Москва

В работе рассматривается математическая модель трансформации управления в логистике на основе единой цифровой платформы управления экономикой России, интегрирующей следующие три подплатформы, представляющие из себя цифровые стандарты: подплатформу сбора и хранения пооперационной первичной учетной информации всех предприятий в облачной единой базе данных, подплатформу единых онтологических (концептуальных), логических и физических моделей технологических баз данных в производственных отраслях, облачную подплатформу реализации алгоритмов управленческих задач (баз знаний), единых для всех предприятий некоторой отрасли. Показано, что полученная в результате математического моделирования единая цифровая логистическая платформа является связующим звеном всех участников цепочки создания добавленной стоимости, включая производителей продукции, поставщиков ресурсов и услуг, потребителей продукции и логистических компаний. В этом случае использование технологий двух видов указанных выше облачных платформ - единой цифровой платформы управления экономикой и единой цифровой логистической платформы в данной цепочке предоставит возможность перехода к прямым продажам, при которых производитель прослеживает конечного потребителя, объем и структуру его спроса, за счет использования математических моделей производит продукцию, нужную потребителю и в нужное ему время, а управление доставкой продукции происходит путем автоматического обмена информацией между участниками цепочки поставок через облачный сервис и минимизации использования складской и логистической инфраструктуры оптовых посредников. Такая цифровизация даст возможность исключить из цепочки множество ненужных посредников, на которых сейчас приходится до 80% стоимости в розничной цене товара.

Введение

В современном мире в производстве многих товаров участвует значительное число предприятий, более того, все большее количество стран принимает участие в этом процессе возрастающего дробления производства. Появился даже термин “цепочки добавленной стоимости”. Технология такого дробления требует информационной совместимости потока данных по всей цепочке. На современном этапе развития общества цифровая экономика (ЦЭ) позволяет для этого сформировать единую цифровую логистическую платформу как связующее звено всех участников цепочки создания добавленной стоимости, включая производителей продукции, поставщиков ресурсов и услуг, потребителей продукции и логистических компаний. При этом из логистической цепочки исключаются посредники, которые не создают добавленной стоимости.

В числе первых отраслей, осознавших необходимость комплексного, системного подхода к управлению своей деятельностью на основе инновационных IT-решений, была логистика. Определяющую роль в этом сыграла именно возможность постоянного контроля за материальными потоками в реальном масштабе времени в режимах удаленного доступа через информационные системы, охватывающие потенциальные возможности производства, снабжения, потребления для перехода на электронную интегрированную логистику на основе технологии распределенных реестров [Толуев, 2009; Байда, 2018].

В предыдущей статье [Меденников, 2021] было показано, что основой единой цифровой логистической платформы является также единая цифровая платформа управления (ЦПУ) экономикой страны, состоящая, в свою очередь, из ряда цифровых подплатформ. Первая является универсальной для большинства отраслей, в том числе, для логистики, получающей сейчас признание и на Западе – облачная подплатформа сбора и хранения пооперационной первичной учетной информации всех предприятий в единой базе данных [Ерешко, 2018; J'son & Partners, 2021]. Данная подплатформа представляет собой цифровой стандарт на первичные информационные ресурсы с далеко идущими последствиями. Вся первичная учетная информация может быть сформирована в универсальном виде (стандарте): вид операции, объект операции, место проведения, кто проводил, дата, интервал времени, задействованные средства производства, объем операции, вид потребленного ресурса, объем потребленного ресурса. Следуя западной терминологии, данный цифровой стандарт позволяет сформировать подплатформу сбора и хранения пооперационной первичной учетной информации всех предприятий в облачной единой БД (ЕБДПУ). ЕБДПУ должна включать в себя и соответствующие классификаторы, справочники, реестры. Отдельные элементы данной структуры применялись и при бумажной технологии ведения учета технологических операций бизнеса на протяжении нескольких веков. Например, в России агрономы должны были вести карты истории полей, введенные Постановлением Совета Министров РСФСР от 6 мая 1961 года N 511 «О ведении в колхозах и совхозах шнуровой книги

истории полей севооборотов и агротехнического паспорта полей севооборотов», с отражением данной информации в соответствующих документах, заброшенных с началом перестройки.

Вторая облачная цифровая подплатформа носит уже отраслевой характер и представляет собой цифровой стандарт на единые онтологические (концептуальные), логические и физические модели технологических БД в производственных отраслях (ЕТБД), например, в растениеводстве, животноводстве, механизации и т.д., единые для всех предприятий некоторой отрасли страны.

Третья облачная цифровая подплатформа представляет собой отраслевой цифровой стандарт описания и реализации алгоритмов управленческих задач (база знаний), единых также для всех предприятий некоторой отрасли страны.

В последние 2-3 года данные цифровые стандарты начали активно внедряться в США при разработке облачных платформ и сервисов в виде следующих специализированных подплатформ: подплатформ-агрегаторов первичного сбора и накопления сельскохозяйственной информации и прикладных подплатформ (управленческие задачи) [J'son & Partners, 2021].

Одно из качественных изменений, связанных с разработкой ЦПУ, продемонстрируем на примере трансформации взаимодействия участников цепочки добавленной стоимости в сторону кооперативных форм принятия решений в этом случае на примере АПК (рис. 1). Сегодня все участники данной цепочки принимают решения по ценообразованию своей продукции и некоторым другим вопросам на основе индивидуализма, исходя из себестоимости, рыночных цен и оценки своих рисков. Остальные участники добавляют собственные риски к цене товаров, в которых уже заложены риски всех предыдущих участников. Конечный потребитель продукции в итоге оплачивает весь комплект рисков, что сказывается на конечной цене. Такое индивидуалистическое поведение, когда участники озабочены лишь своими интересами, не вникая в анализ всей схемы цепочки добавленной стоимости, приводит к невосприимчивости к новым цифровым технологиям [Меденников, 2021].

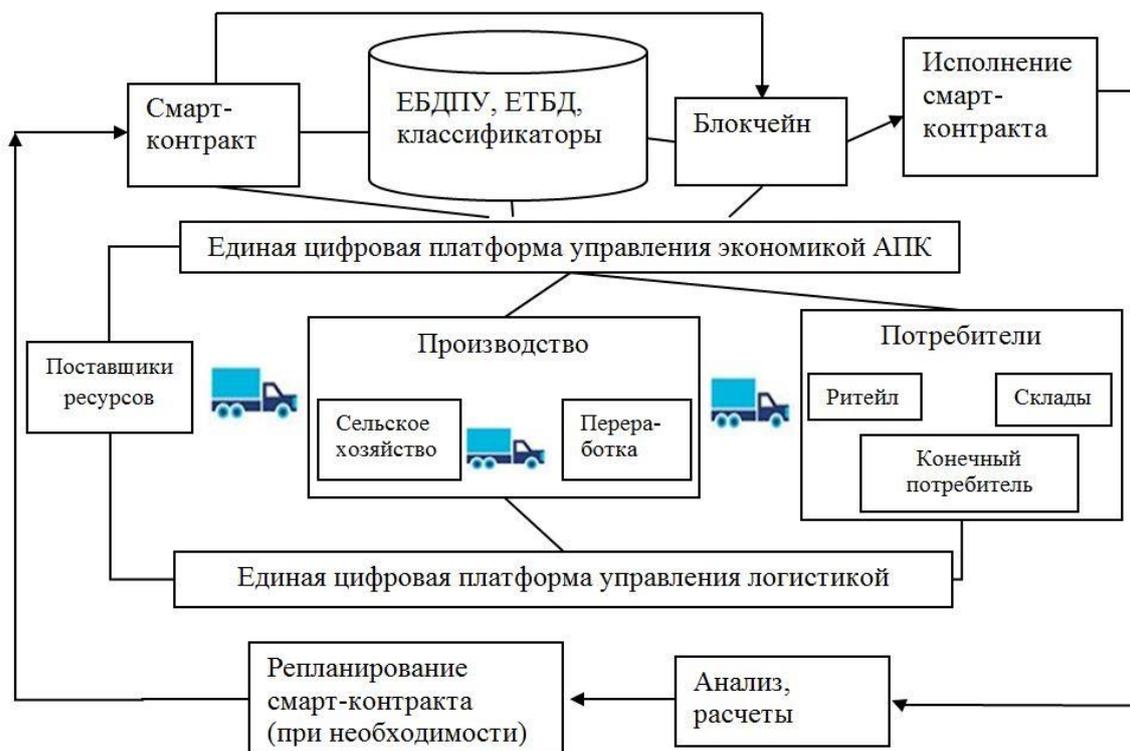


Рисунок 1. Трансформации взаимодействия участников цепочки добавленной стоимости на базе единой ЦПУ

Переход на технологии единой ЦПУ с использованием арсенала подплатформы базы знаний технологий (алгоритмов), в частности, умных контрактов, искусственного интеллекта, блокчейна, способен в корне изменить ситуацию. Рассмотренные в работе подплатформы позволяют прозрачным и объективным способом учесть персональный вклад отдельного участника цепочки в себестоимость любой продукции. В этом случае модель поведения каждого участника умного контракта в корне изменяется, поскольку позволяет оперировать лишь себестоимостью при передаче своей продукции в цепочку в связи с надежной фиксацией объективного вклада любого из них. По мнению западных экспертов, переход на рассмотренные платформы в производстве дает тренд перехода к новому типу управления на производственных предприятиях: от фазы контроля качества только после всего производственного цикла к принципу оперативного контроля всех производственных операций [J'son & Partners, 2021].

В России вслед за данными тенденциями также начались попытки в отдельных отраслях реализовать отдельные элементы первой платформы, получившей термин прослеживаемости товаров, правда, опять же фрагментарно, без онтологического моделирования входных параметров, с многократным дублированием вводимой информации. Так, в АПК еще в 2018г. была узаконена федеральная государственная ИС электронной ветеринарной сертификации «Меркурий», в которой все компании, участвующие в обороте товаров животного происхождения, обязаны зарегистрироваться и участвовать. Так, ИС прослеживаемости товаров, опирающиеся на применении позадачного, лоскутного подхода, намного легче было бы разработать и внедрить через типовые сайты предприятий и облачные подплатформы ЦПУ первичного учета с применением блокчейн-технологии на единой ЦПУ. В работе [Ерешко, 2018] продемонстрирована интеграция цифровой платформы АПК с цифровыми платформами смежных отраслей (АПК, логистика, фармацевтика, строительство) на базе подплатформы ЦПУ первичного учета. Из-за несовместимости системы «Меркурий» и ИС поставщиков, покупателей, складов, логистических центров почти три года не могли запустить ее.

Для того, чтобы выявить общие тенденции формирования ЦПУ в логистике и в АПК, позволяющие осуществить интеграцию их, рассмотрим эволюцию информатизации логистической деятельности в мире, дающей возможность разработать математическую модель формирования единой ЦПУ логистики, логично гармонизированной в единую производственную ЦПУ.

1. Эволюция информатизации логистической деятельности в мире

Период с 1980-х до середины 1990-х годов характеризуется стремительным развитием логистики в индустриальных странах Запада. В связи с этим возникает потребность в теоретическом осмыслении комплекса междисциплинарных проблем моделирования и управления цепями поставок на современном этапе в связи с предстоящей блокчейнизацией мировой экономики. Для этого рассмотрим уровни интеграции логистических систем в свете готовности к предстоящей цифровой трансформации. Суть управления цепями поставок в этих условиях заключается в создании комплексной системы взаимодействия предприятий с использованием принципов промышленного аутсорсинга, включающего в себя организацию кооперационных отношений, интегрированное управление цепями поставок, создание единого информационного пространства для координации и коммуникации участников цепями поставок. Под аутсорсингом понимается передача определенных логистических и других видов услуг сторонним организациям.

Так, в США рынок аутсорсинга составляет приблизительно 40 млрд. долл. По оценкам экспертов, суммарный же объем мирового рынка контрактной логистики составляет чуть более 172 млрд евро. Основными логистическими услугами, передаваемыми в аутсорсинг, принято считать: логистику распределения, складирование, таможенные услуги, экспедирование, консолидацию грузов, логистику возвратов, перегрузку, управление транспортом, аудит счетов, управление автопарком, консультации, службу поддержки покупателя и другие.

Развитие аутсорсинга и ИКТ привело постепенно к следующим уровням интеграции и координации логистики с использованием Интернета.

1. *Субконтрактинговая сеть поставок (ССП)* – это группа взаимосвязанных договорами, совместно действующих юридически независимых предприятий, каждое из которых реализует свой этап общего процесса перемещения продукции от источников первичного сырья до конечного потребителя. Применительно к СПП рассматривают, как правило, только процессы хранения и транспортировки. Процесс производства продукции на уровне сети в данном случае при планировании не учитывается. Жизненный цикл СПП достаточно длительный, в сети существуют устойчивые хозяйственные связи, предприятия в сети связаны долгосрочными договорами, что позволяет снизить воздействие непредвиденных случайных рыночных факторов, уменьшить уровень неопределенности и снизить трансакционные издержки.

2. *Информационная (виртуальная) СС (ИСС)* – это объединение, подобное СПП, только уже способное на основании их координации и оперативного распределения производить конечный продукт или услугу. ИСС функционируют на основе общих баз данных (БД) о предприятиях-участниках, их функциональных возможностях и технологических операциях. Доступ к указанным БД осуществляется через Интернет, на специально разработанном веб-сайте, на котором можно самостоятельно воспользоваться открытой БД: найти поставщика, найти производственный заказ, а также разместить информацию в БД поставщиков и в БД заказов. Основным эффектом ИСС заключается в возможности быстрого нахождения поставщика или клиента продукта или услуги. Участники сети добровольно размещают и изменяют информацию о своих потребностях и возможностях на сетевом Интернет-портале и самостоятельно вступают между собой в договорные отношения.

3. *Производственно-логистическая сеть (ПЛС)* объединяет концепции СПП и ИСС. Концепция ПЛС на сегодняшний день является вершиной эволюции интеграции логистической деятельности. Основная идея концепции ПЛС заключается в формировании единой организационно-технологической и информационной среды за счет временного объединения ресурсов различных автономных экономических агентов с целью повышения эффективности их деятельности и конкурентоспособности. В отличие от ИСС, где информационная база является лишь своего рода "доской объявлений", в ПЛС единое информационное пространство служит основой интегрированного планирования и управления выпол-

нением проектов в сети. В функциональное ядро ЕИП входят система оперативного управления, связанная с производственно-экономической ИС, и общая БД в «облаке», в которой хранятся и актуализируются данные по выполнению логистических процессов, классификаторы, НСИ, общие для всех участников логистической деятельности, а также сохраняется информация об участниках ПЛС.

4. *Цифровая логистическая платформа (ЦЛП)* на базе единой ЦПУ экономикой страны. Если в концепции ПЛС в ЕИП включена лишь незначительная часть различных автономных предприятий с ограниченным набором информационного наполнения с целью интегрированного планирования и управления выполнением опять же ограниченного набора проектов в сети, то выше мы обсудили концепцию формирования единой ЦПУ всеми предприятиями и организациями страны с созданием единой системы сбора, хранения и анализа первичной учетной, статистической, технологической информации, интегрированной как между собой, так и с единой системой классификаторов, справочников, нормативов, представляющих реестры практически всех материальных, интеллектуальных и человеческих ресурсов страны на основе онтологического моделирования данных видов информационных ресурсов.

Так, были предложены цифровые стандарты в виде концептуальных и логических моделей технологических БД, а также единой информационной структуры первичного учета в следующем формате: вид осуществляемой операции, объект ее, место проведения операции, субъект проведения операции, дата проведения операции, временной интервал проведения, использованные средства производства при проведении операции, объем операции, вид и объем потребленного ресурса. При такой структуре все первичные данные любого предприятия могут храниться в единой облачной БД (ЕБД) в унифицированном виде.

ЦЛП, основанная на данной структуре ЦПУ с облачным хранением распределенного реестра информации, позволит формировать логистические цепочки произвольной конфигурации с участием уже большинства хозяйствующих субъектов страны, если не всех.

Реализация ЦЛП позволит наиболее эффективно внедрить технологии распределенных реестров и интеллектуальных контрактов в логистику. Принятие этих технологий в логистике потенциально обеспечит отслеживание грузов в режиме реального времени, сокращение рабочего процесса и повышение прозрачности. Согласно Всемирной Торговой Организации, устранение барьеров в цепи международных поставок товаров позволит увеличить мировой ВВП на 5 % и общий объем перевозок на 15%.

2. Онтологическая модель логистической деятельности

Исходя из предыдущего изложения, еще раз подчеркнем важность идентификации операций как элементарного действия (совокупности действий) в логистике, которая должна быть направлена на создание нормативной базы и регламентов управления операционной логистической деятельностью. Это необходимо как для логистических посредников, так и для компаний промышленности, торговли и сферы услуг, выполняющих эту деятельность самостоятельно с помощью своего транспортного парка, складского хозяйства или информационной системы. Хранение в «облаке» информации о логистических операциях всех участников со всеми атрибутами позволит вести оперативный учет и анализ затрат ресурсов (материальных, финансовых, трудовых, информационных и т.п.) на их выполнение, в частности, финансовых издержек, затрат времени, трудоемкость работ персонала, производительность элементов логистической инфраструктуры и пр. Для понимания места операций в логистике рассмотрим попытки разработать онтологическую модель логистической деятельности в мире.

Логистика в числе первых осуществила онтологическое моделирование своей деятельности, установила некие стандарты на термины и понятия, принятые в мире в этой деятельности. В частности, в виде SCOR-модели (Supply-Chain Operations Referencemodel – «Рекомендуемая модель операций в цепях поставок»), разработанной Международной организацией – Советом по цепям поставок (The Supply-Chain Council-SCC), синтезировав в себе передовые достижения концепции SCM, с целью более эффективного анализа, планирования и проектирования цепей поставок [SCOR, 2021].

SCOR-модель предполагает собственный язык (терминологию) для описания взаимоотношений между участниками цепи поставок. Модель основана на так называемой «пирамиде из четырех уровней», в основе которой лежит принцип иерархичности: метрики верхнего уровня агрегируют измерения нижних уровней.

Приведем основные понятия модели.

Бизнес-процесс— это совокупность взаимосвязанных мероприятий или задач, направленных на создание определенного продукта или услуги для потребителей.

В общем случае в SCOR-модели все участники цепи поставок выполняют пять базисных бизнес-процессов:

1. Make («делать») – действия, связанные с производством товара или услуги.
2. Source («снабжать») – действия, связанные с получением предметов снабжения для производства товара или его продажи.
3. Deliver («доставлять») – действия по доставке товара потребителям как собственными подразделениями фокусной компании, так и ее контрагентами.

4. Return («возвращать») – действия, связанные с управлением так называемыми возвратными материальными потоками – с возвратом бракованной продукции, оборотной тары, утилизацией отходов или брака и т.п.

5. Plan «Планирование» объединяет и координирует деятельность всех участников цепи поставок и является интегрирующим элементом SCOR-модели.

В SCOR-модели участники цепи поставок представлены следующими группами: поставщики поставщиков (иногда конкретизируют – начальный поставщик, поставщик 2-го уровня, поставщик 1-го уровня); поставщик; фокусная компания; потребитель; потребитель потребителей (иногда конкретизируют – потребитель 1-го уровня, потребитель 2-го уровня, конечный потребитель).

Логистический процесс — определенным образом организованная во времени последовательность выполнения логистических операций/функций, позволяющая достигнуть заданные на плановый период цели логистической деятельности или ее функциональных подразделений.

Метрика 2 уровня SCOR-модели определяет 26 базовых логистических процессов, являющихся реализацией пяти базисных бизнес-процессов перечисленными выше участниками цепи поставок, которые могут быть использованы для реорганизации созданной цепи поставок.

Логистической функцией [Толуев, 2009] называется группа операций, объединённых для достижения определенных целей в управлении материальными потоками. Классификация функций логистики позволяет выделить следующие функциональные области (сферы) логистического управления: закупочная логистика, производственная логистика, распределительная логистика, транспортная логистика, логистика запасов, логистика складирования, логистика сервиса, информационная логистика. Метрика 3 уровня SCOR-модели оперирует в большей степени категориями логистических функций и предоставляет участникам информацию, необходимую для конкретизации целей осуществления в ней изменений.

Логистическая операция: [Толуев, 2009] любое действие, связанное с возникновением или преобразованием основных (сопутствующих) потоков, не подлежащее дальнейшему делению (декомпозиции) в рамках задач управления и контроллинга логистической системы. Целесообразность выделения логистической операции из конкретного бизнес-процесса должна диктоваться практической возможностью (и необходимостью) учета затрат ресурсов (материальных, финансовых, трудовых, информационных и т.п.) на ее выполнение, в частности финансовыми издержками, затратами времени, трудоемкостью работы персонала, производительностью элементов логистической инфраструктуры и пр. Метрика 4 уровня SCOR-модели оперирует в большей степени категориями логистических операций. Пока считается, что набор операций будет уникальным для каждой организации, поскольку не разработаны цифровые стандарты на ось приложений, предлагаемой в ЦЛП. Собственно, на этом уровне и возникает ситуация «неудовлетворенности» заказчика стандартным ПО и появляется необходимость кастомизации продуктов под процессы конечного пользователя. К сожалению, это может оказаться очень непросто, и вместо изменения программного обеспечения под требования пользователя начинают кастомизировать процессы под то, что может поддержать ПО. Кастомизация – индивидуализация продукции под заказы конкретных потребителей путём внесения конструктивных или дизайнерских изменений.

К логистическим операциям, связанным с материальными потоками, относятся: погрузка, разгрузка, затаривание, перевозка и экспедирование грузов, перегрузка с одного вида транспорта на другой, приёмка и отпуск товаров со склада, хранение и сортировка, комплектация и маркировка товаров.

Исходя из анализа производственно-экономической деятельности некоторых логистических компаний в процессе взаимодействия с их контрагентами, единой информационной структуры первичного учета, а также анализа концепций ЕИИП отраслей, рассмотренных в [Ерешко, 2018], предлагается следующая структура логистических операций для хранения в распределенном реестре (блокчейн), которая будет нужна и в бухгалтерии, и при оптимизации логистических цепочек и др. задач, например, при проектировании логической структуры деятельности некоторой кооперации компаний.

1. Классификатор видов операций:

- 1.1. заказ;
- 1.2. изготовление;
- 1.3. доставка;
- 1.4. разгрузка;
- 1.5. складирование;
- 1.6. отгрузка;
- 1.7. монтаж;
- 1.8. сервисное обслуживание;
- 1.9. демонтаж;
- 1.10. ремонт;
- 1.11. подготовка к погрузке;
- 1.12. подготовка к монтажу;
- 1.13. хранение и сортировка;
- 1.14. возврат товарно-материальных ценностей (ТМЦ);

- 1.15. страхование грузов;
- 1.16. заключение договоров;
- 1.17. расчеты с поставщиками и потребителями.
2. Классификатор объектов операций:
 - 2.1. продукция (номер, производитель, маркировка, дата изготовления – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 2.2. основное средство (наименование, инвентарный номер, и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется), сюда относится и транспорт с описанием, например, прицепа;
 - 2.3. оборотное средство (наименование, инвентарный номер и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется), сюда относится тара.
 - 2.4. исполнители (наименование, табельный номер и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется), сюда относятся и изготовители, и дилеры.
3. Классификатор места проведения операций:
 - 3.1. склад (идентификация с реквизитами: регион, адрес, наименование, номер и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 3.2. предприятие (наименование, регион, адрес и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 3.3. дорога (маршрут) (начальная точка, конечная точка и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 3.4. место входа в сервис в Интернете (сайт) (идентификация с реквизитами: регион, адрес, наименование, номер и т.д., которая при проектировании логической структуры появляется).
4. Классификатор оперирующей стороны:
 - 4.1. предприятие (идентификация с реквизитами: вид деятельности (изготовитель, дилер, транспортная компания и т.д.) регион, адрес, наименование, номер и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 4.2. кладовщик (ФИО, табельный номер, место работы и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 4.3. бригада (номер или ФИО бригадира, место работы и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 4.4. водитель (ФИО, место работы, номер авто и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 4.5. приемщик (ФИО, место работы, и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 4.6. водитель разгрузочного средства (ФИО, место работы, номер автосредства и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется).
5. Классификатор дат формируется на основе принятых в стране требований.
6. Классификатор интервалов времени формируется на основе принятых в стране требований.
7. Классификатор задействованных средств производства:
 - 7.1. погрузчик (государственный номер, идентификация с реквизитами – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 7.2. автосредство (государственный номер, идентификация с реквизитами – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 7.3. ручной труд (ФИО, ФИО бригадира, место работы и т.д. – ненормированная информация, которая при проектировании логической структуры появляется);
 - 7.4. сервис в Интернете (сайт) (идентификация с реквизитами: регион, адрес, наименование, номер и т.д., которая при проектировании логической структуры появляется).
8. Классификатор объема операции:
 - 8.1. количество (продукции, оборотных средств, денег, заказов и т.д.).
9. Классификатор видов потребленного ресурса:
 - 9.1. деньги (код, вид);
 - 9.2. тара (код, вид);
 - 9.3. топливо (код, вид);
 - 9.4. запчасти (код, вид);
 - 9.3. прочие ресурсы (код, вид).
10. Классификатор объемов потребленного ресурса формируется на основе принятых в логистике требований.
11. Классификатор документов, используемых в логистической цепочке.
 - 11.1. Акт готовности заказчика к проведению оформительских работ.
 - 11.2. Акт монтажа оборудования у заказчика.
 - 11.3. Задание на приемку товара.
 - 11.4. Заказ на поставку товара.
 - 11.5. Заявка на утилизацию.

- 11.6. Требование-накладная.
- 11.7. Накладная.
- 11.8. Акт о приеме-передаче ТМЦ.
- 11.9. Акт сдачи ТМЦ на хранение.
- 11.10. Акт о возврате ТМЦ.
- 11.11. Акт о возврате ТМЦ, сданных на хранение.
- 11.12. Промежуточный акт монтажа оборудования у заказчика.
- 11.13. Акт об расхождении по количеству и качеству ТМЦ.
- 11.14. Товарно-транспортная накладная.
- 11.15. Всевозможные договоры.
- 11.16. Акт о выполненных работах.

3. Состояние информатизации логистической деятельности в России

Состояние логистики в России далеко не идеальное. По результатам мирового рейтинга по эффективности логистической системы Россия находится на 95 месте в мире из 155 оцениваемых стран. В сегодняшней России уровень логистических расходов в производственном комплексе – один из самых высоких в мире. Совокупные внутренние и внешние затраты на транспорт и логистику в России составляют порядка 20% ВВП, в то время как в Китае – 15%, в странах Европы – 7–8%. Промышленные предприятия Российской Федерации вынуждены формировать запасы, превышающие аналогичный показатель в ЕС и США на 18%. Сравнение с Японией демонстрирует, что объем запасов в этой стране ниже российского на 64%. Причина такой ситуации – низкое качество отечественной логистической системы [Байда, 2018].

Уверенно можно говорить о том, что неэффективная транспортно-логистическая система – один из ключевых факторов, сдерживающих развитие российской экономики. Если РФ снизит затраты на транспортировку и логистику до среднемирового уровня (порядка 11% ВВП), это позволит высвободить порядка 180 млрд. долл. ежегодно.

Потребность в дальнейшем развитии рынка электронных транспортно-логистических услуг очевидна всем участникам рынка. Наряду с огромным количеством проблем, связанным с неразвитостью, непрозрачностью логистической инфраструктуры, важный рычаг повышения качества логистических сервисов – усиление развития кооперации и партнерств между всеми участниками рынка путем совершенствования информационного взаимодействия на базе цифровизации логистики. Однако большинство участников рынка ждет решения со стороны государства в области формирования цифровой платформы транспортно-логистического рынка. Самостоятельного формирования идеи ПЛС на базе единого информационного пространства пока не предвидится.

4. Виды добровольного объединения нескольких логистических компаний

Как известно [Меденников, 2020], для формирования единой информационной среды в интересах бизнеса, образования, науки, населения, управленцев, в частности, для логистики требуется разработка некоторых стандартов на три основные оси проектного пространства информационных систем (ИС): данные или информационные ресурсы (ИР), приложения (функции управления) для обработки данных и инструментальная часть, в которую входит общесистемное ПО и различное электронное оборудование, ВТ и периферия к ней. В общесистемное ПО обычно включаются и пакеты прикладных программ как инструментальные средства различных по сложности режимов обработки данных. К таким режимам можно отнести: информационно-справочный, статистический, оптимизационный, экспертных систем, big-data, искусственного интеллекта и т.д.).

Потребность в цифровых стандартах особенно необходима при переходе к цифровой экономике, когда появился интернет со всеми сопутствующими ему развитыми технологиями, который дает возможность доступа неограниченного числа пользователей к разрастающемуся снежным комом количеству ИС. ИКТ позволяют при этом осуществить интеграцию различных ИС и ИР не только в отдельных организациях, но и в масштабах отраслей, государств и всего мира.

Указанные выше стандарты в логистике зависят от функций управления, которые, в свою очередь, зависят от вида объединения некоторого множества логистических компаний. Поэтому можно лишь дать концептуальные предложения по организации цифровой логистической платформы деятельности объединения участников в виде некоторой коалиции компаний в условиях ЦЭ: тщательно прописанные и формализованные смарт-контракты, технологии распределенного реестра, финансовая система на основе собственных токенов либо банковских гарантий, онтологические модели классификаторов логистических операций, классификаторы материальных, информационных и человеческих ресурсов.

Мировая практика создания добровольных объединений в цепях поставок представляет такие их разновидности: административные системы, партнерства и союзы, контрактные системы, совместные предприятия [Толуев, 2009].

Административная система. Этот вид добровольного объединения похож на обычный канал распределения, где выделяется предприятие, имеющее наибольшие размеры предпринимательской

деятельности, благодаря чему может влиять на других участников цепи. Такое предприятие-лидер налаживает сотрудничество между партнерами по поставкам.

Партнерства. Такой вид добровольного объединения формируется, исходя из понимания предприятиями взаимной выгоды от партнерства, сосредотачивая усилия на совместном достижении определенных целей на основе долгосрочного сотрудничества с сознательным отказом от некоторой части независимости.

Союзы или ассоциации. Они отличаются от партнерства тем, что участники готовы изменять структуру своей деятельности в целях устранения дублирования операций и расходов. То есть, цель союза – это кооперация участников на основе общих ресурсов с ожиданием значительного выигрыша для всех. Такая кооперация требует широкого обмена информацией и готовности к совместному решению проблем.

Контрактные системы. Здесь основные контракторы и субконтракторы. Контрактор – это главное (обычно, сборочное) предприятие с минимально необходимыми собственными производственными мощностями с передачей юридически самостоятельным организациям части работ под его контролем. Как правило, субконтракторы – это малое или среднее узкоспециализированное предприятие.

Стратегические альянсы. Это объединение нескольких независимых предприятий, которые планируют заниматься специфическим видом деятельности, хотя закончить проект, используя знания, материалы и другие ресурсы друг друга, исходя из условий: минимизации совокупных логистических затрат, принципа оптимальности по Парето.

5. Организация цифровой платформы деятельности коалиции логистических компаний

Теоретическая и практическая реализация идей ЦЛП на основе единой ЦПУ позволяет сформировать новый вид добровольного объединения группы логистических предприятий в виде коалиции компаний, основанных на формировании юридически независимых предприятий ЕИИП, позволяющего осуществить технологический прорыв в отрасли логистики путем создания прозрачной системы взаимодействия между всеми участниками рынка на основе децентрализованной логистической платформы.

Рассмотрим основные этапы работ по организации децентрализованной деятельности коалиции компаний в условиях ЦЭ (рис. 2).

1. Создание Коалиции.

1.1. Подготовка и подписание соглашения о создании Коалиции.

1.2. Формирование ЕИИП с необходимыми элементами:

1.2.1. классификаторы с необходимыми характеристиками для записи логистических операций (автотехника, работники, складские здания, техника и оборудование, транспортная сеть, продукция, поставщики, потребители, продукция, формы договоров, актов, накладных, товарно-транспортных накладных, договоров, смарт-контрактов и т.д.);

1.2.2. распределенный реестр (блокчейн);

1.2.3. классификатор логистических операций, необходимых для автоматического формирования накладных, товарно-транспортных накладных, актов, прочих сопровождающих и подтверждающих документов; для проведения экономического анализа результатов деятельности;

1.2.4. формирование базы показателей для последующего проведения экономического анализа результатов деятельности.

2. Сбор и обобщение заказов на поставку продукции и монтажно-демонтажных работ (МДР) на некоторый интервал времени.

3. Планирование и проектирование цепей поставок (ЦП) и монтажно-демонтажных работ (МДР).

4. Формирование смарт-контрактов на основе имеющихся классификаторов и нормативов в ЕИИП.

5. Регистрация смарт-контрактов с помощью электронной подписи.

6. Старт исполнения смарт-контрактов с записью в блоки операций и передачей их регламентированным участникам Коалиции с использованием блокчейна и формированием сопровождающих документов.

7. Сбой в работе ЦП и МДР:

7.1. неожиданно новый заказ поступил или отмена уже заключенного смарт-контракта – перепланирование ЦП и МДР с анализом возможности и с переходом к п.5.3 с внесением соответствующих коррективов в модель;

7.2. сломалась автотехника – действия в соответствии с соглашением о создании Коалиции;

7.3. нарушение сроков поставки, подачи автотехники – действия в соответствии с соглашением о создании Коалиции;

7.4. неудовлетворительное качество продукции, недостача в поставке, ошибка в номенклатуре и т.д. – действия в соответствии с соглашением о создании Коалиции;

7.5. заявление о принятии нового (выходе) участника Коалиции – действия в соответствии с соглашением о создании Коалиции;

7.6. чрезвычайная ситуация – действия в соответствии с соглашением о создании Коалиции и законами РФ.

8. Анализ деятельности Коалиции на оговоренном в соглашении отрезке времени, сравнение со сформированной базой показателей для последующего проведения экономического анализа результатов деятельности, внесение коррективов в соглашение, смарт-контракты и ЕИИП, дележ дохода (убытка) в соответствии с соглашением о создании Коалиции.

9. Переход к п. 5 в соответствии с регламентом соглашения о создании Коалиции.

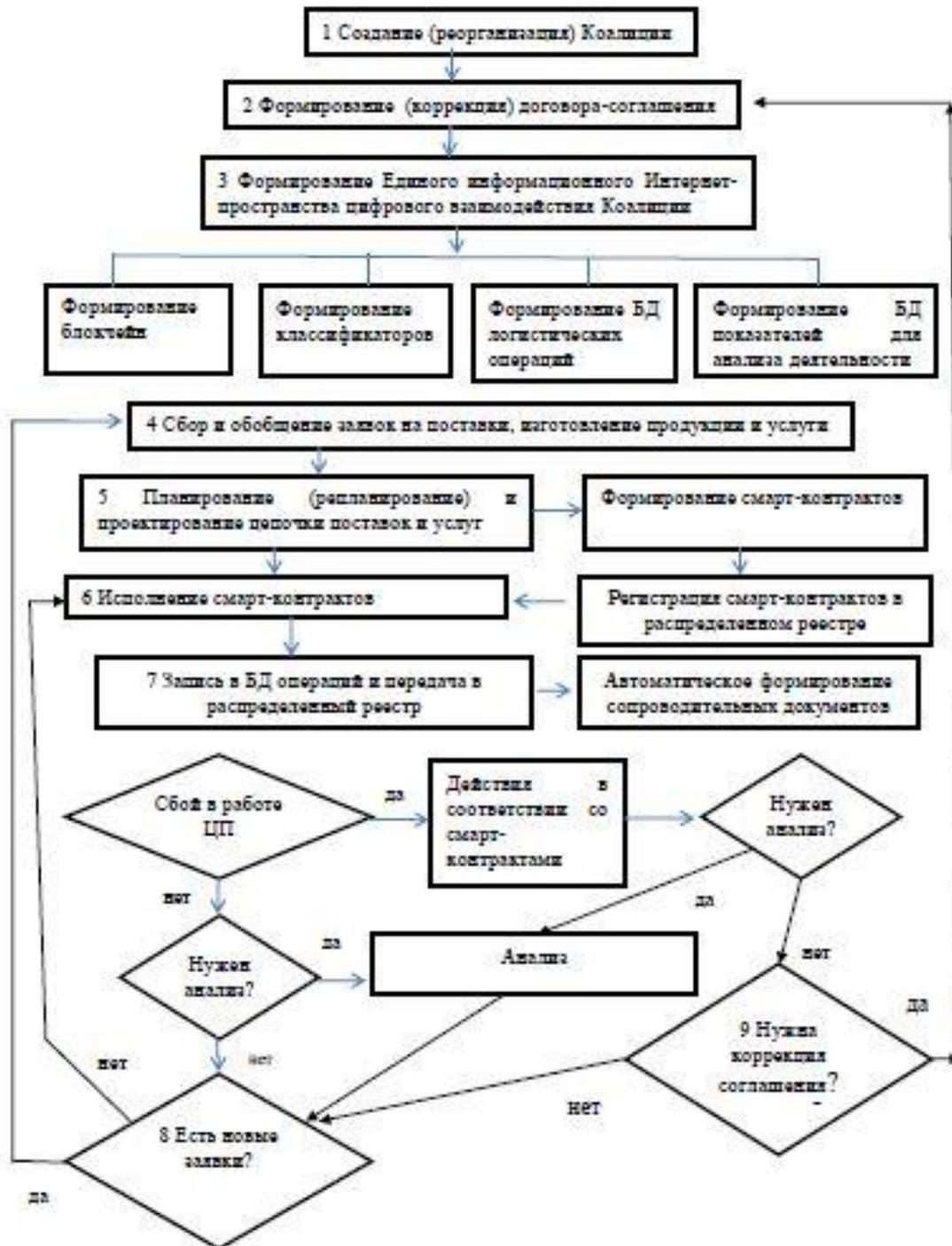


Рисунок 2. Блок-схема функционирования деятельности коалиции логистических компаний в условиях ЦПУ

Очевидно, что при реальном функционировании Коалиции придется вносить коррективы во многие организационные документы и программные средства. Это связано с массой факторов, например, с устойчивостью существования логистических систем. Это обусловлено и повсеместно внедряе-

мой системой менеджмента качества. Современная история движения за качество берет свое начало в конце 40-х - начале 50-х годов, когда японцы стали успешно применять на практике достижения американских специалистов в области управления качеством Э. Деминга и Дж. Джурана.

На промышленных предприятиях был введен цикл PDCA "планирование – выполнение – проверка – корректирующее воздействие" (plan-do-check-action), т.е. так называемый цикл Деминга, который охватывал проектирование, производство, сбыт продукции, анализ и корректирующие действия, направленные на повышение уровня качества [Управление, 2021]. Поэтому на рис. 3 представлена расширенная блок-схема функционирования децентрализованной деятельности коалиции компаний в условиях ЦПУ с учетом изложенных фактов, а не только схема организации ЦПУ.

6. Математическая модель оптимизации логистической деятельности коалиции участников

Исходя из предыдущего изложения, в данном разделе формализуем наиболее востребованную с точки зрения логистической деятельности систему управления внешней логистикой (блок 5 на рис. 2) с целью более эффективного анализа, планирования и проектирования цепей поставок. То есть, исключим из рассмотрения такие виды логистики, как производственная, закупочная, таможенная, складская, логистика запасов. В этом случае участники цепи поставок следующих групп: поставщики поставщиков, поставщики, потребители потребителей, потребители – будут объединены в группы: поставщики и потребители, исходя из критерия входа – выхода продукта. Одни и те же организации могут выступать как поставщики, так и потребители продуктов.

В этом случае участники цепи поставок представлены следующими группами: поставщики, потребители, склады, транспортные компании, монтажные компании, утилизационные компании. На рис. 3 определена схема такого взаимодействия участников цепи поставок. Очевидно, что блок формирования цепочки поставок является основным. Поскольку он и блоки выбора монтажной и утилизационной организации связаны между собой только финансовыми ограничениями и временем поставки монтажного оборудования, то они относятся к классу блочного программирования, рассмотрение последних сделаем позже.

Итак, рассматривается система, состоящая из множества поставщиков товаров, множества потребителей, множества транспортных компаний, множества складов. Ставится задача формирования оптимальных логистических цепочек поставки поставщиками продуктов потребителям транспортных компаний с использованием складов на основе критерия минимизации общих затрат на продукты, транспортировку их, складские услуги. При этом должен происходить выбор поставщиков продуктов, выбор складов, выбор транспортных компаний с загрузкой транспортных средств. В силу этого будут в комплексе решаться задачи: отслеживание транспорта, управление заказами (заявками), управление расходами на транспорт и складские услуги.

Считаем, что транспортных компаний (ТК) достаточное количество, чтобы удовлетворить все потребности, предложение товаров превышает спрос. Процесс управления предполагается периодически с периодом T , таким, что за данный период не должно быть задержек на производство и поставку товаров, и все логистические операции усреднены по времени. На выбор периода T влияют такие характеристики, как количество заявок, объемы перевозимого груза от поставщиков на склад и со склада потребителям, а также напрямую от поставщиков потребителям для того, чтобы можно было загрузить по максимуму транспортные средства. Влияет также необходимость в увеличении скорости оборота денежных средств, товаров на складах, срочность выполнения заявок. Если, например, T будет слишком маленьким, то модель выдаст большой недозагруз транспортных средств, если большим, то образуются очереди, не будет хватать мощностей складов, транспортных средств, участники цепочки поставок погрязнут в кредитах. Оптимальное значение T можно выяснить, по крайней мере, тремя способами. Первый – на основе информации обо всех транспортных потоках (временные характеристики погрузки, разгрузки, складирования, транспортировки, денежных потоков; объемные характеристики перевозимого товара, виды транспортных средств и т.д.) за длительный промежуток времени выяснить некие средние характеристики и рассчитать T (в этом случае при наличии всей информации можно попытаться построить оптимизационную модель). Второй – на основе модели в имитационном режиме найти искомое значение T . Третий – на основе экспертного мнения.

Отметим, что T в модели нужно для начала деятельности цепочки поставок. Его можно назвать T_0 . В дальнейшем при использовании модели при оперативном управлении в динамике, когда в логистической цепочке произойдет какой-либо сбой, появятся новые заявки, в соответствии с блок-схемой функционирования цифровой платформы децентрализованной деятельности участников цепочки поставок в условиях ЦЭ (рис. 2), следующий период планирования T_t . ($t = 1, 2, \dots$) будет зависеть от тех же характеристик, что и T .

Считаем, что из всех характеристик ТС, таких, как грузоподъемность, объем перевозимого груза и т.д., будем учитывать лишь фактическую грузоподъемность ТС с учетом удельной объемной грузоподъемности. При необходимости можно учесть и остальные характеристики, что приведет к усложнению модели. При этом под единицей продукта, объемов поставок, хранения будем понимать как единицу, так и объем удельной объемной грузоподъемности продукта.

Математическая модель

Введем обозначения:
константы:

v_{ik} – объем потребности i -го потребителя в k -ом продукте, $i = (1, 2, 3, \dots, I)$, $k = (1, 2, 3, \dots, K)$;

w_{jk} – объем потенциального наличия k -го продукта у j -го поставщика, $j = (1, 2, 3, \dots, J)$;

p_{jk} – цена единицы k -го продукта у j -го поставщика;

n – номер ТК, $n = (1, 2, 3, \dots, N)$;

s – номер склада, $s = (1, 2, 3, \dots, S)$;

r – номер вида ТС, $r = (1, 2, 3, \dots, R)$;

R_n – количество видов ТС у n -й ТК;

N_{rn} – количество ТС r -го вида у n -й ТК;

g_m – идентификационный номер ТС r -го вида у n -й ТК;

μ_r – удельная объемная грузоподъемность r -го вида ТС, рассчитывается как отношение общего веса всех продуктов к их объему, предназначенных к перевозке r -м видом ТС;

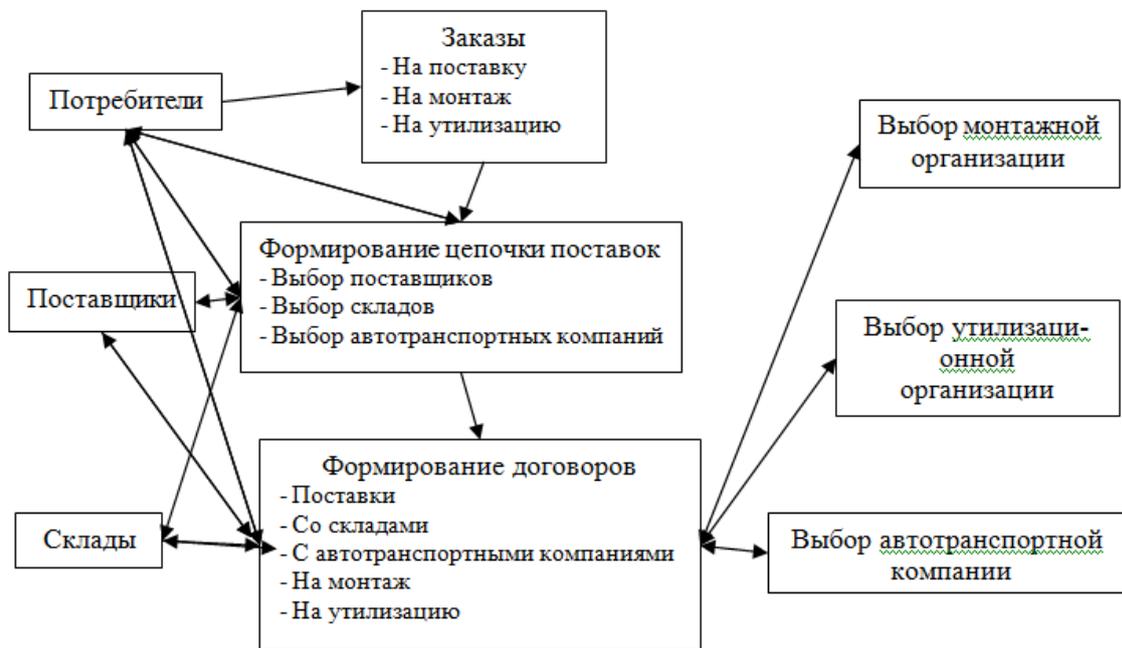


Рисунок 3. Схема взаимодействия участников цепочки поставок

A_s – мощность склада s (в удельной объемной грузоподъемности), рассчитывается в соответствии с таблицей перевода грузоподъемности паллет в удельную объемную грузоподъемность;

G_r – паспортная грузоподъемность r -го вида ТС;

V_r – объем кузова r -го вида ТС;

$d_r = \min(\mu_r, G_r/V_r)$ – фактическая грузоподъемность r -го вида ТС с учетом удельной объемной грузоподъемности;

D_{rn} – суммарная фактическая грузоподъемность всех ТС r -го вида у n -й ТК с учетом удельной объемной грузоподъемности, $D_{rn} = d_r \times R_{rn}$;

d_{ks} – расценки на хранение и грузоподготовку единицы k -го продукта на s -м складе, данная величина отражает сумму средних указанных затрат за период T ;

f_{irns}^1 – расценки перевозки единицы продукта из пункта s в пункт i r -м видом ТС у n -й ТК через h -й пункт, исходя из удельной объемной грузоподъемности r -го вида ТС ($h = (1, 2, 3, \dots, l)$);

f_{jrns}^2 – расценки перевозки единицы продукта из пункта j в пункт s r -м видом ТС у n -й ТК, исходя из удельной объемной грузоподъемности r -го вида ТС;

f_{ijrn}^3 – расценки перевозки единицы продукта (без перевалки) из пункта j в пункт i r -м видом ТС у n -й ТК, исходя из удельной объемной грузоподъемности r -го ТС;

переменные:

x_{ijk} – объем поставок k -го продукта из пункта j в пункт i ;

y_{irns}^1 – объем поставок продукта из пункта s в пункт i r -м видом ТС n -й ТК;

y_{irns}^1 – объем поставок продукта из пункта s в пункт i r -м видом ТС n -й ТК через h -й пункт;

y_{jrns}^2 – объем поставок продукта из пункта j в пункт s r -м видом ТС n -й ТК;

y_{ijrn}^3 – объем прямых поставок продукта из пункта j в пункт i ;

y_{ks}^4 – объемы хранения k -го продукта на s -м складе;

C_1 – стоимость поставок всех продуктов из всех пунктов s во все пункты i ;

C_2 – стоимость поставок всех продуктов из пунктов j во все пункты s ;

C_3 – стоимость поставок всех продуктов из пунктов j во все пункты i ;

C_4 – стоимость хранения всех продуктов на всех складах;

C_5 – общая стоимость поставляемых всех продуктов;

C_0 – общая стоимость всей логистической цепочки;

уравнения и неравенства:

$$\sum_j x_{ijk} = v_{ik};$$

$$\sum_i x_{ijk} \leq w_{jk};$$

$$\sum_{is} y_{irns}^1 + \sum_{js} y_{jrns}^2 + \sum_{ij} y_{ijrn}^3 \leq D_{rn};$$

$$\sum_{irns} y_{irns}^1 = \sum_{jrns} y_{jrns}^2;$$

$$\sum_{jk} x_{ijk} = \sum_{rns} y_{irns}^1 + \sum_{jrn} y_{ijrn}^3;$$

$$\sum_{ik} x_{ijk} = \sum_{rns} y_{jrns}^2 + \sum_{irn} y_{ijrn}^3;$$

$$\sum_{jrn} y_{jrns}^2 = \sum_k y_{ks}^4;$$

$$y_{irns}^1 = \sum_h y_{irns}^1;$$

$$\sum_{irn} y_{irns}^1 = \sum_k y_{ks}^4;$$

$d_r - \varepsilon_r \leq y_{ijrn}^3$ - требование почти полной загрузки (ε_r - допустимый недозагруз) прямых поставок продукта из пункта j в пункт i r -го вида ТС n -й ТК;

$d_r - \varepsilon_r \leq \sum_i y_{irns}^1$ - требование почти полной загрузки (ε_r - допустимый недозагруз) r -го вида ТС n -й ТК при поставке продукта из пункта s в пункт i через h -й пункт;

$$\sum_k y_{ks}^4 \leq A_s;$$

критерий эффективности $c_0 = c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5 \rightarrow \min$, где

$$c_1 = \sum_{irnsh} f_{irnsh}^1 y_{irnsh}^1;$$

$$c_2 = \sum_{jrns} f_{jrns}^2 y_{jrns}^2;$$

$$c_3 = \sum_{ijrn} f_{ijrn}^3 y_{ijrn}^3;$$

$$c_4 = \sum_{ks} d_{ks} y_{ks}^4;$$

$$c_5 = \sum_{ijk} p_{jk} x_{ijk};$$

В результате решения данной задачи получим конкретные значения x_{ijk}^* , y_{irns}^{*1} , y_{irnsh}^{*1} , y_{jrns}^{*2} , y_{ijrn}^{*3} , y_{ks}^{*4} .

Нам удалось свести в целом нелинейную задачу формирования цепочки поставок с загрузкой каждого конкретного автомобиля к линейной путем объединения ресурсов ТС и продуктов с различными стоимостями и ценами. Однако, мы потеряли детализацию загрузки каждого ТС конкретными продуктами. При решении этой линейной задачи получили обобщенные потоки продуктов с распределением на группы ТС.

Нелинейность первоначальной задачи формирования цепочки поставок связана с возможностью загружать каждый конкретный автомобиль продуктами от разных поставщиков с различными их ценами. Решение аналогичного класса с нелинейной постановкой задач можно посмотреть в [Меденников, 2019].

Нелинейность первоначальной задачи формирования цепочки поставок связана с возможностью загружать каждый конкретный автомобиль продуктами от разных поставщиков с различными их ценами. Решение аналогичного класса с нелинейной постановкой задач можно посмотреть в [Меденников, 2019].

Для решения новой задачи загрузки каждого ТС конкретными продуктами применим эвристические алгоритмы для трех транспортных потоков.

1. Прямые поставки

Введем новые переменные $x_{ijk}^{*t} = x_{ijk}^*$, $y_{ijg_{rn}n}^{3t} = y_{ijrn}^{*3}$, g_{rn} - счетчик номера ТС r -го вида у n -й ТК.

Положим $i=1$, $k=1$, $j=1$, $r=1$, $n=1$, $g_{rn}=1$. Введем множество $K^* = K$.

Шаг 1. Если $y_{ijg_{rn}n}^{3t} \geq d_r$ то к шагу 2, иначе, к шагу 5.

Шаг 2. $y_{ijg_{rn}n}^{3t} = y_{ijg_{rn}n}^{3t} - d_r$, если при этом $x_{ijk}^{*t} \geq d_r$, то переходим к шагу 3, иначе, к шагу 4.

Шаг 3. $x_{ijk}^{*t} = x_{ijk}^{*t} - d_r$.

Загружается авто g_{rn} товаром k из пункта j в пункт i . Если $g_{rn} < N_{rn}$, то $g_{rn} = g_{rn} + 1$. Если $g_{rn} = N_{rn}$ и $r < R_n$, то $r=r+1$, если $r=R_n$, то $n=n+1$ и к шагу 1.

Шаг 4. Решаем оптимизационную задачу: $\max_m \sum_{m \in K^*} x_{ijm}^{*t} \leq d_r$. Находим решение $x_{ijk^*}^{**t}$ для некоторых k^* . Определяем $\alpha = d_r - \max_m \sum_{m \in K^*} x_{ijm}^{*t}$, $K^* = K^* \setminus k^*$, если $\alpha = 0$, то шагу 4.1, иначе,

если $K^* = 0$, то к шагу 4.1, иначе принимаем $x_{ijk}^{*t} = x_{ijk}^{*t} - x_{ijk^*}^{**t}$ находим $x_{ijk^1}^{*t}$ такое, что $x_{ijk^1}^{*t} \geq \alpha$ и $k^1 \in K^*$. Если такого k^1 не нашли, то к шагу 4.1, иначе для этого k^1 находим $x_{ijk^1}^{*t} = x_{ijk^1}^{*t} - \alpha$ и к шагу 4.1.

Шаг 4.1. Загружаем в авто g_{rn} продукты с номерами k^* и часть α с номером k^1 . Если $g_{rn} < R_n$, то $g_{rn} = g_{rn} + 1$. Если $g_{rn} = N_{rn}$ и $r < R_n$, то $r=r+1$, если $r=R_n$, то $n=n+1$ и к шагу 1.

Шаг 5. Если $y_{ijg_{rn}n}^{3t} \leq d_r$, то загружаем в авто g_{rn} остаток продукта x_{ijk}^{*t} из пункта j (место нахождения продукта j -го поставщика) в пункт i (место доставки i -го потребителя).

Если $g_{rn} < N_{rn}$, то $g_{rn} = g_{rn} + 1$. Если $g_{rn} = N_{rn}$ и $r < R_n$, то $r=r+1$, если $r = R_n$, то $n=n+1$ и к шагу 6.

Шаг 6. Если $j < J$, то $j=j+1$ и к шагу 1, иначе $j=1$, Если $i < I$, то $i=i+1$ и к шагу 1, иначе к шагу 7.

Шаг 7. Расчеты закончены. Получены прямые поставки x_{ijk}^{*t3} .

2. Поставки на склады

В результате предыдущих расчетов у поставщиков есть остатки x_{ijk}^{*t} . Введем переменные $y_{jg_{rn}ns}^{2t} = y_{jrnns}^{*2}$, $y_{ks}^{4t} = y_{ks}^{*4}$. Определим $j=1$, $s=1$, множество $K^* = (1, 2, 3, \dots, K)$. Поскольку $y_{jg_{rn}ns}^{2t} = \sum_{ik} x_{ijk}^{*t}$, то в дальнейшем будем для распределения по ТС использовать эту величину.

Шаг 1. Если $y_{jg_{rn}ns}^{2t} \geq d_r$ то к шагу 2, иначе, к шагу 5.

Шаг 2. $y_{jg_{rn}ns}^{2t} = y_{jg_{rn}ns}^{2t} - d_r$. если при этом $x_{ijk}^{*t} \geq y_{ks}^{*4}$ и $s=S$, то к шагу 7, иначе $s = s+1$ и переходим к шагу 3, иначе, при $x_{ijk}^{*t} < y_{ks}^{*4}$ к шагу 4.

Шаг 3. $x_{ijk}^{*t} = x_{ijk}^{*t} - d_r$.

Загружается авто g_{rn} товаром k из пункта j в пункт s . Если $g_{rn} < N_{rn}$, то $g_{rn} = g_{rn} + 1$. Если $g_{rn} = N_{rn}$ и $r < R_n$, то $r=r+1$, если $r = R_n$, то $n=n+1$ и к шагу 1.

Шаг 4. Решаем оптимизационную задачу: $\max_m \sum_{m \in K^*} x_{ijm}^{*t} \leq d_r$. Находим решение x_{ijk}^{**t} для которых k^* . Определяем $\alpha = d_r - \max_m \sum_{m \in K^*} x_{ijm}^{*t}$, $K^* = K^* \setminus k^*$, если $\alpha = 0$, то к шагу 4.1, иначе, если $K^* = 0$, то к шагу 4.1, иначе $x_{ijk}^{*t} = x_{ijk}^{*t} - x_{ijk}^{**t}$ находим $x_{ijk^1}^{*t}$ такое, что $x_{ijk^1}^{*t} \geq \alpha$ и $k^1 \in K^*$. Если такого k^1 не нашли, то к шагу 4.1, иначе, для этого k^1 находим $x_{ijk^1}^{*t} = x_{ijk^1}^{*t} - \alpha$ и к шагу 4.1.

Шаг 4.1. Загружаем в авто g_{rn} продукты с номерами k^* и часть α с номером k^1 . Если $g_{rn} < R_{rn}$, то $g_{rn} = g_{rn} + 1$. Если $g_{rn} = N_{rn}$ и $r < R_n$, то $r=r+1$, если $r = R_n$, то $n=n+1$ и к шагу 1.

Шаг 5. Если $y_{jg_{rn}ns}^{2t} < d_r$, то загружаем в авто g_{rn} остаток продукта x_{ijk}^{*t} из пункта j (место нахождения продукта j -го поставщика) в пункт s (склад).

Если $g_{rn} < N_{rn}$, то $g_{rn} = g_{rn} + 1$. Если $g_{rn} = N_{rn}$ и $r < R_n$, то $r=r+1$, если $r = R_n$, то $n=n+1$ и к шагу 6.

Шаг 6. Если $j < J$, то $j=j+1$ и к шагу 1, иначе $j=1$, Если $s < S$, то $s=s+1$ и к шагу 1, иначе к шагу 7.

Шаг 7. Расчеты закончены. Получены поставки товаров k из пункта j в пункт s x_{ijk}^{*t2} , а также загрузку складов y_{ks}^{*p4} .

3. Поставки со склада

В результате предыдущих расчетов у поставщиков не осталось товаров, предназначенных для поставки, а у потребителей остались недопоставленные товары $v_{ik}^* = v_{ik} - \sum_j x_{ijk}^{*t3}$ со складов. Введем переменные $y_{ig_{rn}nsh}^{1t} = y_{irnsh}^{*1}$, $y_{ks}^{4t} = y_{ks}^{*4}$ (загрузка авто g_{rn}). Определим $i=1$, $s=1$, $k=1$, $h=1$, $y_{ig_{rn}nsh}^{*1t}$ (загруженность авто g_{rn}) = 0, множество $K^* = (1, 2, 3, \dots, K)$.

Шаг 1. Если $y_{ig_{rn}nsh}^{1t} \geq d_r$, то к шагу 2, иначе к шагу 4.

Шаг 2. $y_{ig_{rn}nsh}^{1t} = y_{ig_{rn}nsh}^{4t} - d_r$. Если при этом $y_{ks}^{4t} \geq v_{ik}^*$, то загружается авто g_{rn} товаром k из пункта s в пункт i через пункт h . $y_{ks}^{4t} = y_{ks}^{4t} - d_r$, $v_{ik}^* = v_{ik}^* - d_r$. Если $g_{rn} < N_{rn}$, то $g_{rn} = g_{rn} + 1$. Если $g_{rn} = N_{rn}$ и $r < R_n$, то $r=r+1$, если $r = R_n$, то $n=n+1$ и к шагу 1. Иначе, при $y_{ks}^{4t} < v_{ik}^*$ к шагу 3.

Шаг 3. Если $d_r \leq y_{ks}^{4t}$, то $y_{ks}^{4t} = y_{ks}^{4t} - d_r$, $v_{ik}^* = v_{ik}^* - d_r$. Загружается авто g_{rn} товаром k из пункта s в пункт i через пункт h . Если $g_{rn} < N_{rn}$, то $g_{rn} = g_{rn} + 1$. Если $g_{rn} = N_{rn}$ и $r < R_n$, то $r=r+1$, если $r = R_n$, то $n=n+1$ и к шагу 1. При $y_{ks}^{4t} < d_r$ и при $y_{ig_{rn}nsh}^{*1t} + y_{ks}^{4t} \leq d_r$, то к шагу 3.1, при $y_{ig_{rn}nsh}^{*1t} + y_{ks}^{4t} > d_r$ - к шагу 3.2.

Шаг 3.1. Загружается в авто g_{rn} товар y_{ks}^{4t} , $y_{ig_{rn}nsh}^{*1t} = y_{ig_{rn}nsh}^{*1t} + y_{ks}^{4t}$, $v_{ik}^* = v_{ik}^* - y_{ks}^{4t}$, $y_{ks}^{4t} = 0$, $k=k+1$ и к шагу 3. Если для любого k выполняется $y_{ks}^{4t} = 0$, то к шагу 6, иначе к шагу 1.

Шаг 3.2. Загружается в авто g_{rn} товар $y_{ks}^{4t} - (d_r - y_{ig_{rn}nsh}^{*1t})$, из пункта s в пункт i через пункт h . $y_{ks}^{4t} = y_{ks}^{4t} - (d_r - y_{ig_{rn}nsh}^{*1t})$, $y_{ig_{rn}nsh}^{*1t} = 0$. К шагу 3.1.

Шаг 4. Если $y_{ig_{rn}nsh}^{1t} < d_r$, то при $y_{ks}^{4t} < d_r$ и при $y_{ig_{rn}nsh}^{*1t} + y_{ks}^{4t} \leq d_r$, то к шагу 4.1, при $y_{ig_{rn}nsh}^{*1t} + y_{ks}^{4t} > d_r$ - к шагу 4.2.

Шаг 4.1. Загружается в авто g_{rn} товар y_{ks}^{4t} , $y_{ig_{rn}nsh}^{*1t} = y_{ig_{rn}nsh}^{*1t} + y_{ks}^{4t}$, $v_{ik}^* = v_{ik}^* - y_{ks}^{4t}$, $y_{ks}^{4t} = 0$. Если для любого k выполняется $y_{ks}^{4t} = 0$, то к шагу 5, иначе к шагу 1.

Шаг 4.2. Загружается в авто g_{rn} товар $y_{ks}^{4t} - (d_r - y_{ig_{rn}nsh}^{*1t})$, из пункта s (склад) в пункт i через пункт h . $y_{ks}^{4t} = y_{ks}^{4t} - (d_r - y_{ig_{rn}nsh}^{*1t})$, $y_{ig_{rn}nsh}^{*1t} = 0$. К шагу 4.1.

Шаг 5. Если $i < l$, то $i=i+1$ и к шагу 1, иначе $i=1$, если $h < l$, то $h=h+1$ и к шагу 1, иначе, если $s < S$, то $s=s+1$ и к шагу 1, иначе к шагу 6.

Шаг 6. Расчеты закончены. Получены поставки продуктов $y_{ig_{rn}nsh}^{1t}$ из складов s в пункты i -х потребителей через пункты h с загрузкой k -м продуктом каждого ТС.

На этом процедура оптимизации формирования цепочки поставок логистической деятельности завершается. Результаты решения оптимизационной задачи могут быть закреплены соглашением в виде смарт-контрактов. Данную модель можно использовать и при оперативном управлении в динамике, когда в логистической цепочке произойдет какой-либо сбой, появятся новые заявки. Для этого придется в модель ввести параметр t (период планирования). При внесении соответствующих изменений в модель она будет применима и для перспективного планирования с определением инвестиций в инфраструктуру, например, с оптимизацией размещения новых складских помещений путем строительства либо аренды. В процессе совершенствования управления на основе оптимизации логистической деятельности будут изменяться и параметры модели, например, расценки и т.д. в соответствии с блоком «анализ» рис. 2. При формировании единого интернет-пространства логистических операций можно было бы добавить возможность подключения к нему поставщиков, транспортных компаний, не входящих в планируемую коалицию и осуществляющих перевозку на встречных маршрутах, для минимизации холостого пробега с обеих сторон.

Замечание. Загрузка каждого ТС конкретными продуктами на основе рассмотренных эвристических алгоритмов для трех транспортных потоков осуществлялась в порядке возрастания их условных номеров. Такую последовательность можно было бы изменить при введении ограничений на время прибытия, время ожидания, время разгрузки транспортных средств, пропускную способность складов, габариты и совместимость продуктов (грузов) и т.д.

Математическая модель выбора монтажной (утилизационной) организации

Математическая модель оптимизации логистической деятельности в указанной выше постановке состоит из математической модели оптимизации управления внешней логистикой и математической модели выбора монтажной (утилизационной) организации. Поскольку эти две модели, как уже было отмечено, связаны между собой только финансовыми ограничениями и временем поставки монтажного оборудования (монтажные работы начинаются только после поставки соответствующего оборудова-

ния), эти модели могут рассчитываться отдельно (относятся к классу блочного программирования) с последующей интеграцией финансов. Введем обозначения.

P_{ijk} - стоимость k -го вида работ (монтажных, утилизационных) j -го исполнителя (поставщика) работ для i -го потребителя.

α_j - репутация j -го исполнителя (поставщика) работ, $\alpha_j = (0, 1)$, с ростом репутации возрастает α_j .

Тогда выбор исполнителя (поставщика) k -го вида работ для i -го потребителя с учетом его репутации находится из решения следующей оптимизационной задачи j^* :

$$P_{ijk} \times (1 - \alpha_j) \rightarrow \min .$$

Выводы

Как видно из работы, логистический процесс многогранен. На организацию единого цифрового логистического пространства страны действует огромное количество факторов. Многие крупные международные компании с осторожностью апробируют новинки в области логистики, скрывая свои наработки, чтобы не навредить устоявшейся логистической цепочке из большого количества участников, не потерять свою конкурентоспособность. Это, отчасти, связано с тем, что многие участники в силу разных причин находятся на разных уровнях интеграции информационных систем, что будет сдерживать объединение их в единую систему.

Предлагаемые концептуальные предложения по организации единого цифрового логистического пространства страны могут быть технологическим прорывом, который обеспечит коалиции улучшение управления взаимоотношениями с потребителями; обслуживанием потребителей; спросом; выполнением заказов; производством; поставкой; разработкой продукции и доведением ее до коммерческого использования; реверсивными потоками. Хранение же в «облаке» информации о логистических операциях всех участников со всеми атрибутами на основе цифровых стандартов позволит существенно сократить затраты и на бухгалтерский учет; в перспективе его могли бы вести программы-роботы, поскольку единая ЦПУ обеспечивает ведение оперативного учета и анализа затрат ресурсов (материальных, финансовых, трудовых, информационных и т.п.) на их выполнение, в частности, финансовых издержек, затрат времени, трудоемкость работ персонала, производительность элементов логистической инфраструктуры и пр.

Литература:

1. Толуев Ю.И., Плунковский С.И. Моделирование и симуляция логистических систем. – Киев: «Миллениум», 2009. – 85 с.
2. Байда В.Н., Гайдаш К.А., Ерешко Ф.И., Меденников В.И. Цифровые платформы в логистике. Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции «Современные сложные системы управления HTCS'2018». СТИ НИТУ «МИСиС», Старый Оскол, 2018. С. 110–113.
3. Меденников В.И. Влияние системной цифровой трансформации общества на методы математического моделирования управления экономикой. Журнал «Цифровая экономика», 2021, №4(16), С. 22–39.
4. Ерешко Ф.И., Кульба В.В., Меденников В.И. Интеграция цифровой платформы АПК с цифровыми платформами смежных отраслей // АПК: экономика, управление. 2018. № 10. С. 34–46.
5. J'son & Partners Consulting. (Analysis of the market of cloud IoT platforms and applications for digital agriculture in the world and prospects in Russia // Retrieved from https://json.tv/en/ict_telecom_analytics_view/analysis-of-the-market-of-cloud-iot-platforms-and-applications-for-digital-agriculture-in-the-world-and-prospects-in-russia.
6. SCOR-модель (SCOR) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://helpiks.org/9-16320.html/> (дата обращения: 12.11.2021).
7. Меденников В.И. Математическое моделирование цифровых платформ и стандартов для управления экономикой страны // Журнал «Информатизация образования и науки», 2020, 3(47), 2020. С. 57–72.
8. Управление качеством в Японии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/3_165982_upravlenie-kachestvom-v-yaponii.html/ (дата обращения: 12.11.2021).
9. Меденников В.И. Математическая модель формирования цифровых платформ управления экономикой страны // Цифровая экономика. 2019. №1(5). С. 25–35.

References in Cyrillics

1. Toluev Yu.I., Plankovskij S.I. Modelirovanie i simulyaciya logisticheskikh sistem.- Kiev: «Millenium», 2009. – 85 s.
2. Bajda V.N., Gajdash K.A., Ereshko F.I., Medennikov V.I. Cifrovye platformy v lo-gistike. Sbornik trudov XIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremen-nye slozhnye sistemy upravleniya HTCS\2018». STI NITU «MISiS», Staryj Oskol, 2018. S. 110-113.

3. Medennikov V.I. Vliyanie sistemnoj cifrovoj transformacii obshchestva na metody matematicheskogo modelirovaniya upravleniya ekonomikoj. Zhurnal "Cifrovaya eko-nomika", 2021, №4(16), S. 22-39.
4. Ereshko F.I., Kul'ba V.V., Medennikov V.I. Integraciya cifrovoj platformy APK s cifrovymi platformami smezhnyh otraslej // APK: ekonomika, upravlenie. 2018. № 10. S. 34-46.
5. J'son & Partners Consulting. Analysis of the market of cloud IoT platforms and applications for digital agriculture in the world and prospects in Russia // Retrieved from https://json.tv/en/ict_telecom_analytics_view/analysis-of-the-market-of-cloud-iot-platforms-and-applications-for-digital-agriculture-in-the-world-and-prospects-in-russia.
6. SCOR-model' (SCOR) [Elektronnyj resurs]. — Rezhim dostupa: <http://helpiks.org/9-16320.html/> (data obrashcheniya: 12.11.2021).
7. Medennikov V.I. Matematicheskoe modelirovanie cifrovyyh platform i standartov dlya upravleniya ekonomikoj strany // Zhurnal "Informatizaciya obrazovaniya i nauki", 2020, 3(47), 2020. S. 57-72.
8. Upravlenie kachestvom v Yaponii [Elektronnyj resurs]. — Rezhim dostupa: https://studopedia.ru/3_165982_upravlenie-kachestvom-v-yaponii.html/ (data obrashcheniya: 12.11.2021).
9. Medennikov V.I. Matematicheskaya model' formirovaniya cifrovyyh platform upravleniya ekonomikoj strany // Cifrovaya ekonomika. 2019. №1(5). S. 25-35.

*Виктор Иванович Меденников (dommed@mail.ru)
ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Москва*

Ключевые слова

Логистика, цифровые стандарты, облачная подплатформа, алгоритмы, первичный учет, математическая модель, эволюция информационных систем, цифровая платформа управления.

Victor Medennikov. Transformation of management technologies of the production and logistics chain of products during the formation of a unified digital platform for managing the Russian economy

Keywords

Logistics, digital standards, cloud subplatform, algorithms, primary accounting, mathematical model, evolution of information systems, digital management platform.

DOI: 10.34706/DE-2022-01-02

JEL classification C02 – Математические методы

Abstract

The paper considers a mathematical model for the transformation of management in logistics based on a unified digital platform for managing the Russian economy, integrating the following three subplatforms, which are digital standards: a subplatform for collecting and storing operational primary accounting information of all enterprises in a cloud unified database, a subplatform for unified ontological, logical and physical models of technological databases in manufacturing industries, a cloud subplatform for the implementation of algorithms for management tasks (knowledge bases), common for all enterprises of a certain industry. It is shown that the unified digital logistics platform obtained as a result of mathematical modeling is a connecting link for all participants in the value chain, including product manufacturers, resource and service providers, product consumers and logistics companies. In this case, the use of technologies of the two types of the above cloud platforms - a single digital platform for managing the economy and a single digital logistics platform in this chain will provide an opportunity to switch to direct sales, in which the manufacturer traces the end consumer, the volume and structure of his demand, through the use of mathematical models produces exactly the products that the consumer needs and at the right time, and product delivery is managed by automatically exchanging information between participants in the supply chain through a cloud service and minimizing the use of warehouse and logistics infrastructure of wholesale intermediaries. Such digitalization will make it possible to exclude many unnecessary intermediaries from the chain, which now account for up to 80% of the cost in the retail price of goods.