

Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева
Российский Союз Химиков
Институт экономики РАН
Институт металлургии УрО РАН
Центральный Российский Дом Знаний
Генуэзский университет (Италия)
Бранденбургский технический университет (г.Коттбус, Германия)
Панония Университет (г. Веспрем, Венгрия)
Технический университет г. Острава (Чехия)
Национальный технический университет (Харьковский политехнический институт), Украина
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ЛОГИСТИКА И ЭКОНОМИКА
РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(МНПК «ЛЭРЭП-6-2012»)

Сборник научных трудов по материалам
VI Международной научно-практической конференции
11 – 13 декабря 2012 года

В сборнике опубликованы труды участников VI Международной научно-практической конференции «Логистика и экономика ресурсосбережения и энергосбережения в промышленности» (МНПК «ЛЭРЭП-6-2012»), которая состоялась 11 – 13 декабря 2012 г. в Саратовском государственном техническом университете имени Гагарина Ю.А.

Представленные материалы отражают актуальные направления логистики и экономики ресурсосбережения и энергосбережения в промышленности и транспорте.

В докладах, выполненных на девяти секциях конференции, отражен опыт исследований в области использования логистических принципов при анализе и синтезе различных сложных систем в химической, нефтехимической, биохимической и других отраслях промышленности, машиностроения и энергетики.

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов старших курсов вузов, руководителей и специалистов различных отраслей промышленности, использующих в работе принципы логистики.

Доклады рецензированы и отредактированы Программным комитетом конференции ЛЭРЭП-6-2012.

Одобрено

Редакционно-издательским советом

Саратовского государственного технического университета

Редакционная коллегия:

А.А. Большаков, доктор технических наук, профессор (отв. редактор);

В.П. Мешалкин, член-корреспондент РАН (зам. отв. редактора);

В.Н. Клочков, доктор экономических наук, профессор;

А.Н. Плотников, доктор экономических наук, профессор

Секция 3

Разработка организационно-функциональной структуры и эксплуатация высокоэффективных логистических систем промышленных предприятий, коммунально-промышленных комплексов и регионов. Научные проблемы «зеленой логистики» (или «логистики ресурсоэнергосбережения»), и обратной логистики, организации и логистического управления «зелеными» цепями поставок, стройными предприятиями и стройными цепями поставок.

Секция 4

Экономика и организация предприятий химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, газовой, биохимической, металлургической и других перерабатывающих отраслей промышленности по выпуску конкурентоспособной продукции высокой добавленной стоимостью

Заходякин Г.В., Мешалкин В.П.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Москва, РФ

postlogist@gmail.com

SCOR и GREENSCOR: ИНСТРУМЕНТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК

В последние годы значительное распространение получили методы анализа и совершенствования деятельности предприятия, основанные на моделировании бизнес-процессов. Существует несколько методологий моделирования, каждая с собственной парадигмой и областью применения. Наибольшее распространение получили процессно-ориентированные методологии (ARIS eEPC, BPMN, IDEF3), в которых организация рассматривается как совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих бизнес-процессов. В свою очередь, бизнес-процессы рассматриваются как последовательности шагов, имеющих цель, выходы (результаты), входы (ресурсы), упорядоченные во времени. Эти бизнес-процессы являются «сквозными», или «межфункциональными», т.е. в одном бизнес-процессе участвуют несколько функциональных подразделений компании, а также партнеры по цепи поставок. Также с элементами процессов можно связать набор показателей, характеризующих эффективность их выполнения и потребность в ресурсах, что обеспечивает основу для анализа и бенчмаркинга деятельности компании. Все методологии используют графические средства моделирования бизнес-процессов и соответствующие CASE-инструменты.

Хотя графические языки облегчают использование моделей широким кругом заинтересованных лиц, одних лишь методологий недостаточно. Они фиксируют базовый принцип декомпозиции системы (функциональный, структурный или процессный) и набор синтаксических правил создания диаграмм, но при этом разработчикам предоставляется полная свобода в выборе границ системы, процессов верхнего уровня, принципах и глубине детализации, – эти решения определяются целью моделирования. Это затрудняет применение моделирования бизнес-процессов в сфере управления цепью поставок, которое по определению выходит за рамки отдельной компании и требует согласования как применяемых методологий, так и наборов понятий, объектов и процессов, образующих цепь поставок.

Для стандартизации методологии моделирования бизнес-процессов в цепях поставок в 1996 году создана международная некоммерческая ассоциация – Совет по цепям поставок (The Supply Chain Council), одной из главных задач которого является разработка и распространение эталонной модели цепи поставок – Supply Chain Operations Reference Model, или SCOR-модели. На сегодняшний день эта ассоциация включает более 800 организаций-членов

по всему миру, актуальной версией SCOR-модели является версия 10. SCOR-модель признается в качестве международного межотраслевого стандарта описания цепей поставок.

SCOR-модель включает следующие компоненты (рис. 1): принцип декомпозиции системы (цепь поставок) на элементы (процессы) и число уровней декомпозиции; справочники бизнес-процессов и элементов, по квалификационным требованиям исполнителей бизнес-процессов и по «лучшим практикам» организации процессов; систему показателей эффективности деятельности в привязке к бизнес-процессам.

В модель SCOR включены только операционные бизнес-процессы, которые отражают аспекты движения материальных потоков от поставщиков к покупателям, а также сопутствующих информационных потоков. При этом в модель не включается финансовая деятельность, маркетинг, продажи и научные исследования/разработки. Коммерческая и научно-исследовательская деятельность при разработке новых продуктов и услуг нашли отражение в родственных SCOR проектах – CCOR и DCOR. Разработчики SCOR-модели стремились сделать ее всеобъемлющей и универсальной, но при этом достаточно гибкой, чтобы допустить применение в любых отраслях промышленности.

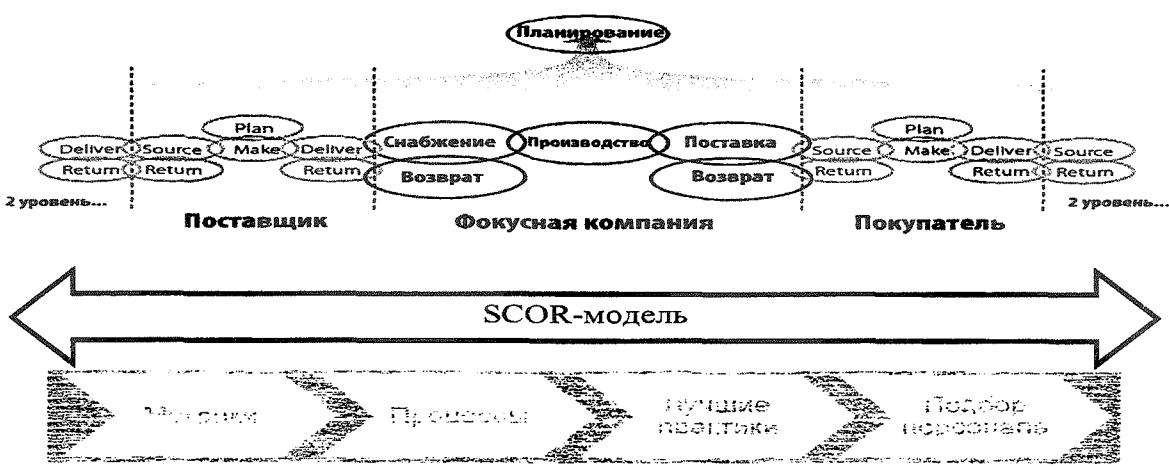


Рис. 1. Основные компоненты SCOR-модели

В модели определены три уровня декомпозиции системы. На первом, верхнем уровне, вводятся 5 типов процессов, которые задают правила дальнейшей декомпозиции и представляют собой группы процессов, необходимых для организации товародвижения и возвратных потоков. Эти процессы одинаковы для всех звеньев цепи поставок. Среди процессов верхнего уровня:

Планирование (Plan) – деятельность по разработке планов для управления цепью поставок. Планирование предполагает определение потребностей, сбор данных о доступных ресурсах, согласование спроса и имеющихся ресурсов, выявление разрывов и оценку необходимых для ликвидации разрывов действий.

Снабжение (Source) – деятельность, связанная с организацией поставок необходимых компании товаров и услуг (размещение заказа, доставка, приемка и размещение на хранение товаров, обработку платежных документов). При этом поиск и отбор поставщиков находятся за рамками SCOR-модели.

Производство (Make) – деятельность, связанная с преобразованием материальных потоков для создания продуктов или услуг. Под преобразованием понимаются любые физические изменения материалов: сборка, переработка, обслуживание, ремонт, рециклинг, восстановление и т.п. Принципиальным является лишь различие материальных ресурсов на входе и выходе процесса.

Поставка (Deliver) – деятельность, связанная с получением, обработкой и выполнением заказов покупателей, включая упаковку, отгрузку и доставку продукта клиенту, а также обработку платежных документов.

Возврат (Return) – деятельность по организации движения возвратных материальных потоков. При этом отдельно рассматриваются возвраты продукта от клиентов (например, для восстановления, замены, вторичной переработки) и возвраты продуктов или оборудования поставщикам. При этом вторичная переработка является частью другого процесса - «Производство».

Для каждого типа процессов (1 уровень декомпозиции) определены несколько процессов уровня 2, которые носят в SCOR название *категорий процессов* и позволяют «настроить» модель бизнес-процессов в соответствии с операционной стратегией компании. Например, для процесса «Производство» выделяются следующие категории процессов 2 уровня:

sM1: Производство «на склад» (Make-to-Stock) – стратегия управления поставками, при которой заказы покупателей выполняются из запасов, а производственные заказы не связаны с заказами покупателей. Для оценки потребности используется прогнозирование.

sM2: Производство на заказ (Make-to-Order) – график производственных операций полностью определяется поступившими заказами клиентов, а также доступностью ресурсов и компонентов продукта.

sM3: Разработка на заказ (Engineer-to-Order) – производство по заказу штучных изделий, при этом для каждого заказа требуется инженерное проектирование в соответствии со спецификациями заказчика, а в некоторых случаях – разработка специального технологического процесса.

sEM: Обеспечение производства (Enable Make) – набор бизнес-процессов, связанных с организацией и контролем производства, включая необходимые данные и взаимодействия с другими процессами.

Последний уровень декомпозиции процессов в SCOR – уровень 3, определяющий набор «элементарных процессов», из которых состоит каждый бизнес-процесс (всего более 200 элементов). Для каждого элемента процесса в справочнике приводятся: определение, входы и выходы, измерители функционирования, лучшие практики. В эталонной модели не содержится никакой информации о деталях реализации элементарных процессов (4 и последующие уровни). При необходимости, компания самостоятельно может описать их с помощью любых инструментов моделирования.

Пример декомпозиции процесса *sM1: Производство «на склад»* показан на рис. 2. Элементы процесса: *sM1.1 – Составление графика производственных операций; sM1.2 – Отпуск материалов в производство; sM1.3 – Производство и тестирование; sM1.4 – Упаковка; sM1.5 – Временное хранение; sM1.6 – Подготовка к отгрузке; sM1.7 – Удаление отходов.* Для упрощения схемы входы и выходы отдельных элементарных процессов не показаны. Код элементарного процесса состоит из обозначения «родительского» процесса – в данном случае, *sM1* и уникального номера (последовательность номеров не имеет значения).

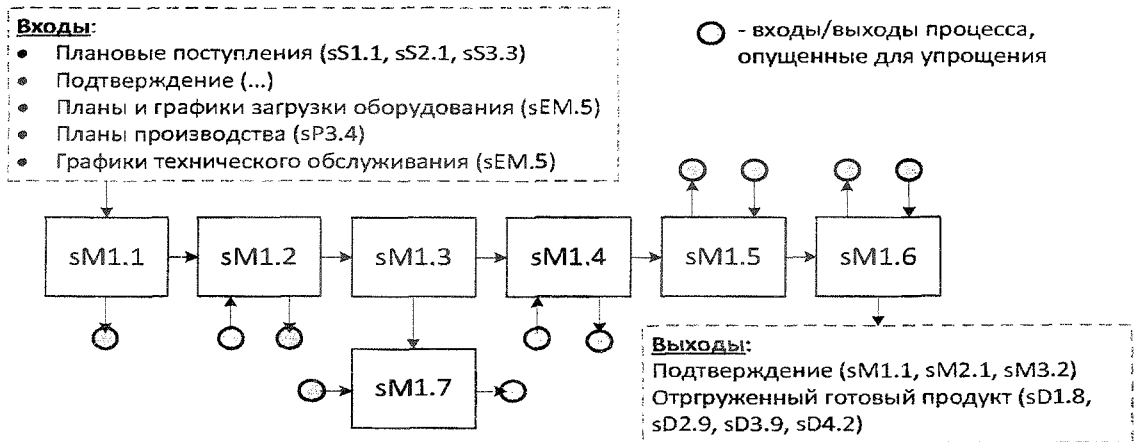


Рис. 2. Модель бизнес-процесса *sM1: «Производство на склад»* в SCOR

SCOR-модель разрабатывалась как инструмент сравнительного анализа и улучшения бизнес-процессов в цепи поставок. Поэтому помимо стандартной библиотеки процессов, в ней определяется и система показателей эффективности, также имеющая иерархическую структуру. Деятельность цепи поставок в SCOR оценивается по 5 аспектам (performance attributes).

Надежность цепи поставок (Reliability, RL) – способность решать задачи в соответствии с ожиданиями, предсказуемость результатов процесса.

Время отклика (Responsiveness, RS) – скорость выполнения операций, выражаемая, например, длительностью логистического цикла.

Маневренность цепи поставок (Agility, AG) – способность адаптироваться к внешним изменениям, которая выражается в изменении структуры или интенсивности операций в цепи поставок.

Издержки (Costs, CO) – затраты на выполнение процессов в цепи поставок, в том числе, затраты на материалы, персонал, оборудование, управление, транспортировку и хранение.

Эффективность использования активов, включая материальные запасы (Asset Management, AM).

Аспекты деятельности отражают качества цепи поставок и не имеют количественного выражения. Однако они характеризуются набором количественных показателей – метрик, которые могут быть вычислены и использованы для бенчмаркинга. Необходимые расчетные формулы и правила подготовки данных содержатся в справочнике. Всего в SCOR-модели определены три уровня метрик (пример на рис. 3). Предполагается, что метрики уровня 1 являются стратегическими; именно они используются на этапе бенчмаркинга. Если обнаружены существенные разрывы с лидерами в отрасли, необходимо рассчитывать показатели более низких уровней, чтобы выяснить причины (применяется схема, аналогичная диаграмме Ишикавы). Всего в руководстве по SCOR-модели определено около 500 показателей.

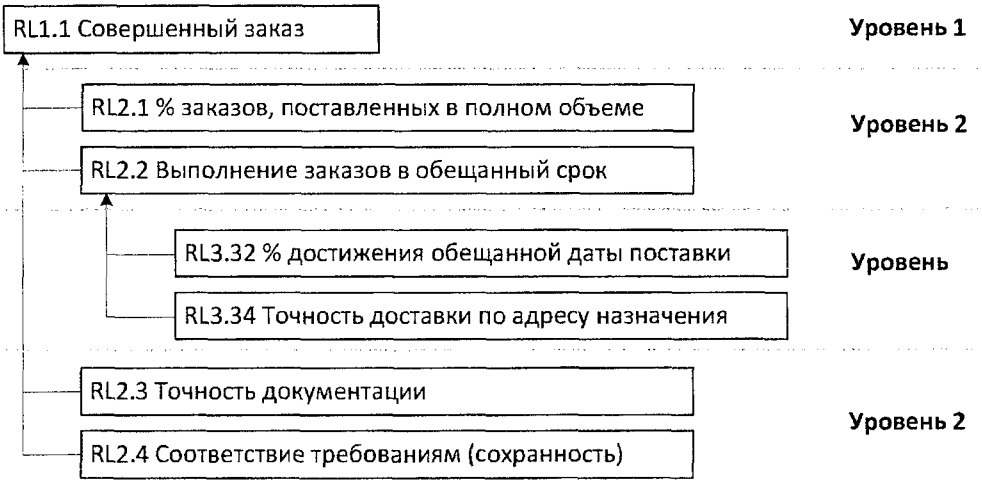


Рис. 3. Дерево декомпозиции стратегического показателя «Совершенный заказ»

Применение SCOR-модели предполагает следующие этапы.

1. Описание бизнес-процессов «как есть» с использованием стандартной методологии, предложенной в руководстве SCOR.
2. Бенчмаркинг – вычисление стратегических показателей для ключевых процессов и сравнение их с показателями «лучших в своем классе» компаний. На этом этапе устанавливаются внутренние цели компании, а также проводится анализ причин низкой эффективности с использованием метрик 2 и 3 уровней. Для поддержки 2 этапа (бенчмаркинг) Совет по цепям поставок ведет базу данных по показателям предприятий, имеющих членство в ассоциации. Эта база данных доступна всем членам ассоциации.
3. Анализ лучших практик. На этом этапе для процессов, требующих улучшения, рассматриваются «лучшие практики», рекомендованные в руководстве SCOR.

4. Разработка модели бизнес-процессов «как должно быть» на основе «лучших практик», установление целевых показателей, подбор инструментов (практики управления и программные решения), определение квалификационных требований для исполнителей бизнес-процессов.

Таким образом, SCOR-модель – это полезный инструмент совершенствования бизнес-процессов в цепи поставок, основанный на трех принципах: процессный подход, бенчмаркинг и «лучшие практики». Эталонная модель предлагает единые правила декомпозиции цепи поставок на элементарные процессы и обеспечивает общение на едином стандартизованном языке всех подразделений компании и партнеров в цепи поставок. Стандартизация набора и правил вычисления показателей облегчает задачу бенчмаркинга, а описание «лучших практик» способствует их распространению среди пользователей модели.

Одновременно с возникновением концепции управления цепями поставок в 1990-е годы в западных странах значительное внимание стало уделяться экологическим аспектам деятельности предприятий и цепей поставок. Ужесточение экологического законодательства и развитие добровольных программ корпоративной социальной ответственности постепенно привело к отказу от подхода регулирования вредного воздействия «на конце трубы» - очистки выбросов и утилизации отходов – к системному подходу, основанному на *предотвращении* образования потерь и отходов. С начала 1990-х годов получила распространение, теоретическую и эмпирическую базу методология оценки жизненного цикла (Life Cycle Assessment), основанная на количественной оценке воздействия на окружающую среду и использования ресурсов на всех этапах жизненного цикла продукта – от извлечения сырья, до захоронения отходов использованного продукта. Методология оценки жизненного цикла включает три основных компонента.

1. Идентификация и количественная оценка использования ресурсов, а также образование выбросов и отходов на каждом этапе жизненного цикла продукта (инвентаризационный анализ).

2. Качественная и количественная оценка негативного воздействия выявленных на этапе инвентаризации материальных потоков (оценка воздействия), а также оценка ущерба экосистемам, человеку и другим объектам защиты

3. Поиск и оценка возможностей для снижения вредных воздействий жизненного цикла продукта.

Хотя концепция жизненного цикла продукта, включающая различные стадии производства, транспортировки, использования и утилизации, во многом схожа с концепцией цепи поставок, данные области развивались, фактически, изолированно. Причина в том, что ими пользовались специалисты разных профилей, имеющих разные сферы ответственности внутри компании. Забота о соответствии экологическому законодательству и сокращении вредных воздействий, традиционно ложится на плечи экологического менеджмента, отделов охраны труда, инженеров-технологов, специалистов по промышленной экологии. В При этом управление материальными потоками и товародвижением, выполнение логистических операций, ответственных за значительную часть воздействия на окружающую среду, выбор поставщиков сырья и материалов в глобальной цепи поставок – это задачи логистов.

Тем не менее, значимость доли логистических операций в совокупном воздействии цепи поставок на окружающую среду всегда признавалась, и многие компании реализовали и продолжают реализовывать в настоящее время различные программы повышения экологичности цепей поставок. Наиболее распространенные области применения «зеленой» логистики – оптимизация и повторное использование упаковки, оптимизация планирования транспортировки, направленная на экономию топлива и увеличение коэффициента использования транспортных средств, энергосберегающие технологии складирования, отказ от использования опасных и токсичных материалов, рассмотрение экологических критериев при выборе поставщиков. Все эти улучшения являются локальными, при этом не гарантируется максимально возможная отдача на инвестированные средства. Инструмента для системной оценки и повышения экологической эффективности цепи поставок до недавнего времени не существовало. Использование методологии оценки жизненного цикла продукта в этом качестве связано с рядом проблем, наиболее существенными из которых являются: привязка к одному продукту и проблемы распределения воздействий на окружающую среду между продуктами,

невозможность однозначно связать воздействия с элементами бизнес-процессов и сложность восприятия понятий, используемых в оценке жизненного цикла, менеджерами-логистами, которые традиционно оперировали только экономическими затратами.

С начала 2000-х годов Советом по цепям поставок года ведутся научно-исследовательские работы, направленные на интеграцию экологических показателей и концепции оценки жизненного цикла в эталонную модель SCOR. В 2003 году опубликован отчет [3], в котором изложены основные принципы решения данной задачи:

- разработка единой основы для экологической и экономической оптимизации цепи поставок, использование системного подхода предотвращения выбросов и отходов;
- включение «зеленых» показателей, процессов и практик как неотъемлемой части существующей SCOR-модели, а не отдельной методологии, которую можно было бы легко игнорировать;
- возможность прослеживания воздействия на окружающую среду вплоть до отдельного элемента процесса;
- отбор и анализ «лучших практик» повышения экологической эффективности, включение их в общий справочник SCOR;
- анализ существующих в SCOR процессов с целью выявления их вклада в экологическую эффективность и разрывов с принципами экологического менеджмента.

В результате этих исследований SCOR-модель переработана и в версии SCOR 9.0 (2008 г) впервые появился раздел GreenSCOR, включающий описание лучших практик и показателей экологической эффективности. В результате пересмотрены и некоторые базовые процессы SCOR. Так, в процессы производства, например, в показанный на рис. 2, процесс sM1: «Производство на склад» добавлены элементарные процессы переработки отходов, которые не рассматривались в SCOR-модели, несмотря на их практическую необходимость и вклад в совокупные затраты цепи поставок. Процессы возврата в предыдущих версиях модели не учитывали некоторые причины возврата продуктов, например, повторную переработку или использование, а также утилизацию продуктов, содержащих опасные вещества (например, люминесцентных ламп, аккумуляторов, электроники), хотя данные процессы в течение длительного времени в сфере ответственности поставщика.

Таблица 1

Примеры лучших практик в GreenSCOR

Процесс	Примеры «лучших практик»
Планирование	Партнеры в цепи поставок совместно работают над решением экологических проблем Планы производства разрабатываются с учетом минимизации энергопотребления
Снабжение	Отбираются только поставщики материалов с действующей системой экологического менеджмента Установление партнерств с поставщиками, направленных на повышение экологической эффективности
Производство	В графиках производства периоды наибольшей нагрузки разнесены с периодами пикового спроса на электроэнергию Минимизация использования упаковочных материалов Переход на использование экологически безопасных материалов
Поставка	Маршрутизация выполняется с учетом минимизации расхода топлива Упаковочные материалы возвращаются для повторного использования Использование поддонов многократного применения
Возврат	Отказ от физического возврата продукта, ремонт которого экономически нецелесообразен Программы возврата продуктов для рециклинга
Обеспечение	Внедрение системы экологического менеджмента, мониторинг экологической эффективности Техническое обслуживание оборудования для обеспечения топливной и энергетической эффективности

После переработки, в каждый элементарный процесс SCOR-модели были добавлены «лучшие практики», направленные на повышение экологической эффективности. Дополнительно они собраны в специальном разделе GreenSCOR. Примеры «лучших практик», сгруппированные по типам процессов, приведены в табл. 1. Всего «зеленых» практик в руководстве SCOR около 100.

В руководство включены только реально используемые и зарекомендовавшие себя практики, которые могут применяться широким кругом государственных и частных организаций.

При разработке системы метрик принято решение об отказе от создания отдельной группы экологических показателей (аспекта цепи поставок), что дало бы повод для исключения этих показателей из рассмотрения логистическим менеджментом. Вместо этого все метрики распределены по существующим пяти аспектам эффективности цепи поставок, для которых переработаны определения с учетом экологичности (см. табл. 2). Наибольшее число метрик отнесено к категории издержек (CO). В специальном разделе руководства содержатся метрики, позволяющие рассчитать экологический след (ecological footprint) цепи поставок и связать его с отдельными элементарными процессами в цепи поставок.

Таблица 2

Примеры экологических метрик в GreenSCOR

Аспект	Примеры экологических метрик
Надежность	RL.3.3 число нарушений экологического законодательства из-за ошибок или недостаточного обучения персонала RL.3.16 % поставщиков, удовлетворяющих установленным экологическим нормативам/критериям
Время отклика	RS.3.69 Среднее время для приведения производства в соответствие с требованиями экологического законодательства RS.3.141 Время накопления отходов
Маневренность	Метрики не установлены
Издержки	CO.3.5 % избыточных упаковочных материалов на единицу продукта CO.3.10 % использования альтернативных видов автомобильного топлива CO.3.14 % повторно используемых упаковочных материалов CO.3.15 Выбросы в атмосферу CO.3.144 Расход энергии в расчете на единицу продукта
Эффективность использования активов	AM.3.1 % опасных материалов в запасе AM.3.15 Опасные отходы как % от общего количества отходов AM.3.21 Доля повторно используемых или переработанных продуктов

Уровень 1

Совокупный экологический след цепи поставок =
Выбросы+Стоки+Отходы * (100-% переработки)

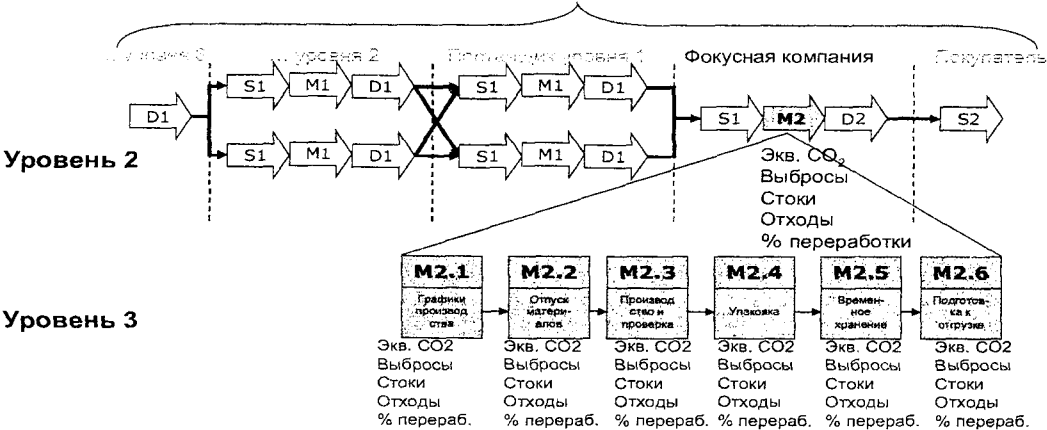


Рис. 4. Принципы агрегирования показателей воздействия на окружающую среду в GreenSCOR

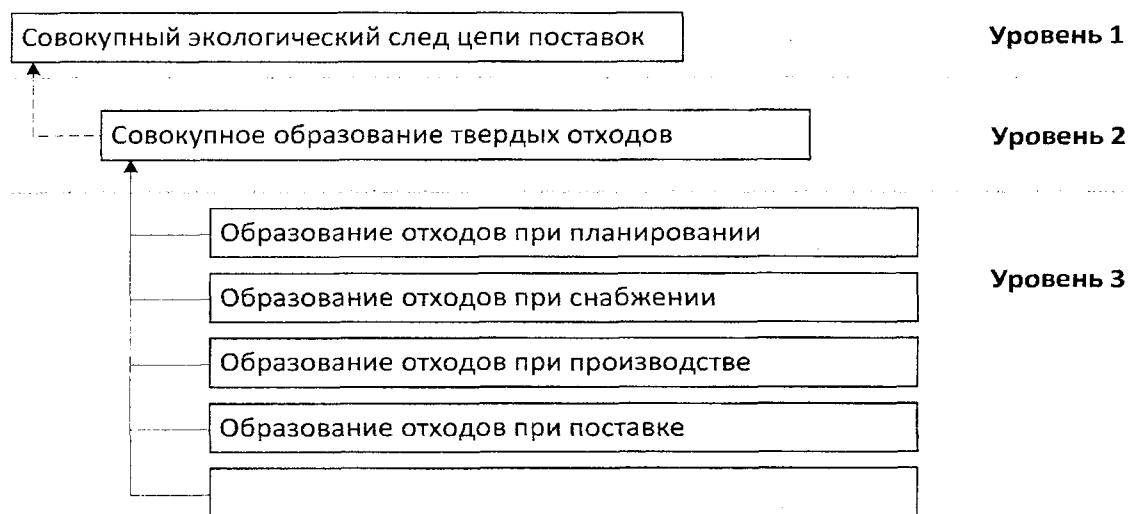


Рис. 5. Иерархия показателей воздействия на окружающую среду в GreenSCOR

Во многих отношениях GreenSCOR является продолжением методологии оценки жизненного цикла. Здесь также связываются воздействия и использование ресурсов с отдельными стадиями жизненного цикла. Однако фокус – не на производственную систему и отдельный продукт, а на цепь поставок. Кроме того, используется гораздо более детальное описание воздействий, с привязкой к отдельным процессам в цепи поставок (рис. 4, 5).

В настоящее время работа над GreenSCOR не завершена. Например, экологические метрики включены только на третьем, детальном уровне и не интегрированы в иерархию традиционных метрик цепи поставок. Использование абсолютных показателей при оценке экологического следа не позволяет выполнять бенчмаркинг. Тем не менее, данное расширение эталонной модели операций в цепи поставок является важным шагом вперед, формирующим единую основу для повышения экологической эффективности цепи поставок и налаживания связей между экологическим менеджментом и управлением цепью поставок, что необходимо для практической реализации этих изменений. С одной стороны, упрощается сбор данных и оценка эффективности экологических программ, легче становится выявлять потенциал для улучшения – например, за счет мероприятий, направленных на минимизацию упаковочных материалов или возврат/переработку использованных покупателями продуктов. С другой, из-за связи экологических и традиционных показателей цепи поставок появляется возможность отслеживать воздействие этих программ на эффективность цепи поставок и, в конечном счете, на ее прибыльность. Во многих случаях разработчикам удалось установить связь экологических показателей и затрат, что существенно увеличивает привлекательность лучших «зеленых» практик, описанных в руководстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левина Т.В. Лучшие практики. SCOR-моделирование. // Логистика и управление цепями поставок, 2012. № 2. С. 88-94
2. Мешалкин В.П. и др. Стратегия управления цепями поставок химической продукции и устойчивое развитие. М.: ПХТУ им. Д.И.Менделеева, 2003. 542 с.
3. Cash R., Wilkinson T. GreenSCOR: Developing a green supply chain analytical tool. Report LMI-LG101T4. Washington, 2003. 38 p.
4. Supply chain operations reference model. Version 10.0 / Supply chain council, 2010. 856 p.

выходного напряжения. Например, при использовании управляемых выпрямителей угол регулирования зажиганием вентилей i -го выпрямителя оказывается равным

$$\alpha_i = \alpha_0 + \delta\alpha_i,$$

где α_0 – общая для всех преобразователей составляющая величина угла регулирования, определяемая сигналом μ_0 ; $\delta\alpha_i$ – величина дополнительного угла регулирования, определяемая рассогласованием $\Delta\mu_i$.

Блок управления выпрямителем, реализованный по вертикальному принципу, работает таким образом, что для преобразователей, для которых текущее значение выходного тока I_{di} превышает требуемую величину этого тока I_{0di} (т.е. $\Delta\mu_i > 0$), величина $\delta\alpha_i > 0$ и, следовательно, напряжение U_{di} уменьшается, что приводит к уменьшению тока I_{di} и абсолютной величины рассогласования $\Delta\mu_i$. Наоборот, при $I_{di} < I_{0di}$ ($\Delta\mu_i < 0$) величина дополнительного угла $\delta\alpha_i < 0$, что ведет к увеличению тока I_{di} и уменьшению абсолютной величины рассогласования.

Аналогичная задача возникает в газовой промышленности при регулировании распределения потоков газосодержащей смеси между отдельными линиями установки низкотемпературной сепарации (НТС) [2].

Рассмотрим установку с двумя линиями сепарации. Каждая линия состоит из четырех сепараторов, осуществляющих выделение жидкости из потока газа, емкостей, в которые эта жидкость поступает и затем попадает далее в трубопровод, регулирующих клапанов (K1 и K2), расходомеров (P1 и P2), датчиков входного (Д0) и выходного давления (ДК), а также соединительных труб. На входе системы поддерживается давление в заданном диапазоне. Выходное давление также колеблется относительно известной величины. Параметры сепараторов и труб (гидравлическое сопротивление) считаются постоянными.

При работе системы газ проходит через три первых сепаратора, а затем через управляющий клапан. Регулированием положения клапана на каждой из линий достигается установление заданной пропорции распределения потока газа для каждой линии. Регулирование предлагается осуществлять системой управления, которая будет отслеживать изменения входного и выходного давления и открывать или закрывать клапаны для достижения заданного соотношения потоков на линиях. Открытие клапана уменьшает гидравлическое сопротивление соответствующего участка системы, что увеличивает поток газа по ней. Закрытие клапана данный поток уменьшает.

Для каждой из рассмотренных систем построена математическая модель, компьютерное исследование которых позволяет выбирать структуру и параметры регуляторов, обеспечивающие требуемые показатели переходных процессов. В настоящее время описанный способ распределения токов и потоков газа внедряется на реальных установках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники. Новосибирск: НГТУ, 2003. 664 с.
2. Коротаев Ю.П., Ширковский А.И. Добыча, транспорт и подземное хранение газа. Учебник для вузов. М.: Недра, 1984. 487 с.

Черногузов В.А., Ивашенко В.А.

Институт проблем точной механики и управления РАН

Саратов, РФ

sharik00@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОДОГРЕВОМ ГАЗА НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ

В газовой промышленности для передачи газа на большие расстояния используются магистральные газопроводы с высоким давлением газа порядка 5..10 МПа. Для поставки газа на какой-либо крупный объект, например, населённый пункт или промышленное предпри-

ятие, необходимо снизить давление газа до 0,4 Мпа. Эту задачу выполняет газораспределительная станция (ГРС).

В основе работы (ГРС) находится процесс редуцирования газа, который сопровождается его сильным охлаждением. При отрицательных температурах примеси газа (водяные пары, некоторые лёгкие фракции углеводородов) конденсируются и намерзают на внутренних стенках газового оборудования, что может привести, например, к поломке турбинного счётчика газа, используемого для коммерческого учёта, а также на редукторах газа, что может привести к прекращению подачи газа. Чтобы этого не произошло газораспределительная станция имеет участок предварительного нагрева газа с теплообменниками.

Количество теплообменников и нагревающих котлов рассчитывается, исходя из максимальной производительности станции, которая зависит от максимального потребления газа в час. Потребление газа в реальных условиях никогда не остаётся постоянным, следовательно, при его малых расходах использовать все имеющиеся теплообменники и котлы экономически нецелесообразно. Используя лишь необходимую часть оборудования, удаётся существенно сохранить ресурс оборудования и продлить срок службы котлов и теплообменников, снизить затраты на их обслуживание, в некоторых случаях, полностью исключить прекращение подачи газа потребителю в результате отказа оборудования.

Для моделирования функционирования газораспределительной станций можно воспользоваться имитационным моделированием на базе программного продукта Tescnomatix Plant Simulation [1], который разработан в Германии и служит мощным инструментом для применения в производстве (см. рисунок). В нём применён объектно-ориентированный принцип построения модели, существенно облегчающий создание модели и все работы, связанные с её настройкой.

Результаты моделирования показали, что при расходах газа менее 2/3 от максимального наиболее эффективным режимом работы котлов и насосов является: «один – в работе, один – в резерве» с автоматическим сменой режимов раз в сутки. Это требование обусловлено равномерным расходом ресурсов оборудования – рабочего и резервного. Такой режим работы повышает отказоустойчивость системы и сокращает энергозатраты на подогрев газа.

При расходе, близком к максимальному, газораспределительная станция использует всё оборудование одновременно и режим работы котлов и насосов «все в работе». В данном случае эффективность работы зависит только от конструктивных особенностей узлов и оборудования, заложенных при изготовлении газораспределительной станции.

Результаты моделирования функционирования (газораспределительной станции) будут полезны при автоматизации управления технологическим оборудованием. Такое управление обеспечит экономию энергозатрат на подогрев газа, снижение затрат на обслуживание оборудования, более равномерному использованию ресурсов оборудования, что повысит срок службы оборудования и надёжность работы станции в целом на протяжении всего срока эксплуатации.

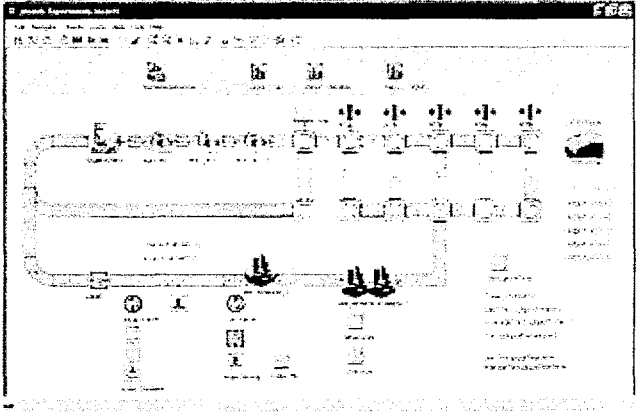


Схема газораспределительной станции
в Tescnomatix Plant Simulation

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев В.И. Имитационное моделирование систем и процессов в системе Tescnomatix Plant Simulation / Секция 2 «Средства автоматизации и визуализации имитационного моделирования» // Имитационное моделирование. Теория и практика ИММОД-2009: 4-ая Всерос.науч.-практ. конф. СПб, 2009. С.288-291.

ВЫБОР ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОСРЕДНИКА НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ИЕРАРХИИ В УСЛОВИЯХ МАЛОГО БИЗНЕСА

Компании, являющиеся участником цепочки поставок, обычно требуются логистический посредник; 3PL-провайдер, экспедитор, склад, дистрибьютор и т.д. Существуют для выбора логистических посредников с учетом необходимых критериев. Одним из них является метод аналитической иерархии (МАИ), являющийся одним из перспективных для экспертной оценки. Его применение в условиях малого бизнеса будет рассмотрено в статье.

Малый бизнес играет важную роль в экономике России. В общей сложности малый бизнес производит 23,6% от выручки всего российского бизнеса, а занятость в нем составляет 22% (данные Росстата за 2011 год). Однако у этого бизнеса (торговля, строительство, машиностроение и т.д.) имеются задачи, в том числе оптимального выбора логистического посредника, т.к. перед многими компаниями возникает вопрос перевозки материалов, готовой продукции, их складирования, обработки, хранения и т.д. Компании обычно проводят детальный для выбора партнера. При этом МАИ, в частности, применим и полезен при выборе логистического посредника в условиях малого бизнеса и позволяет оценивать варианты решений с использованием знаний и опыта лица, принимающего решение (ЛПР). Метод построен на том, чтобы ЛПР попарно сравнивались определенные альтернативные решения по выбранным критериям, и, исходя из результатов сравнения, выбиралась наилучшая в каждом конкретном случае альтернатива. В общем виде постановка задачи оптимизации, решаемой данным методом, представляется следующим образом [1]:

1. Задается общая цель.
2. Задаются m альтернатив для достижения поставленной цели.
3. Задаются n критериев оценки альтернатив в рамках анализируемой системы.
4. Требуется выбрать наилучшую альтернативу.

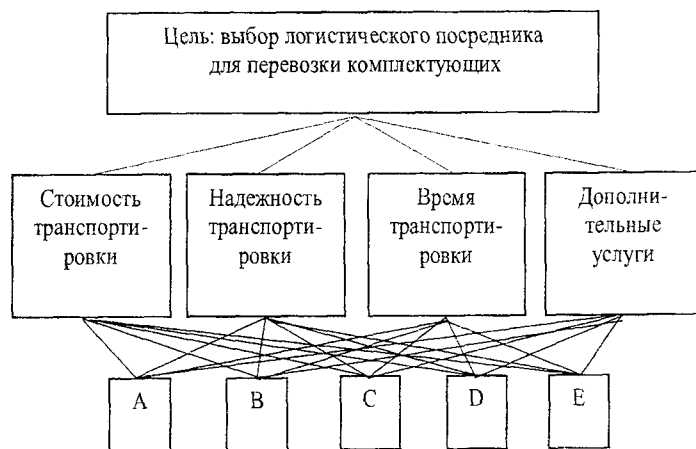
При этом МАИ предполагает реализацию следующих этапов для решения поставленной задачи [1]:

1. Структурирование задачи в виде иерархической структуры.
2. Реализация попарных сравнений всех элементов иерархии.
3. Нахождение «весов» (коэффициентов важности) для каждого критерия и альтернативы и проверка согласованности суждений ЛПР.
4. Вычисление приоритетов и определение наилучшего альтернативного решения в рамках конкретной системы.

Нами проведена практическая апробация логистической поставки.

Этап 1. Структурируем задачу в виде иерархии в соответствии с заданной ЛПР целью по уровням цель-критерии-альтернативы:

Этап 2. Необходимо реализовать процедуру попарных сравнений критериев между собой, а затем альтернатив. Попарное сравнение элементов иерархии осуществляется на основе системы шкалирования, которая включает разработанные Томасом Саати количественные ко-



Структурирование задачи в виде иерархии

эффектенты [2], называемые степенями важности, от 1 до 9. В данной шкале 1 – это одинаковая значимость, 3 – умеренная значимость, 5 – существенная значимость, 7 – сильная значимость, а 9 – абсолютная значимость, т.е. свидетельство в пользу предпочтения одного действия другому в высшей степени.

Строим матрицу попарного сравнения критериев с использованием ЛПР (см. табл. 1)

Таблица 1

Определение весов критериев

Критерии	Надежность	Стоимость	Время	Доп. услуги	Собственный вектор	Вес критерия w_i
Надежность	1	3	5	9	3,41	0,56
Стоимость	1/3	1	3	7	1,63	0,27
Время	1/5	1/3	1	5	0,76	0,13
Доп. услуги	1/9	1/7	1/5	1	0,24	0,04

Далее находится собственный вектор и нормализуется, чтобы определить «вес» каждого из критериев.

Затем определяется индекс согласованности (ИС): $ИС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = 0,06$, который характеризует приемлемую согласованность суждений ЛПР, поскольку выполняется необходимое для этого условие $ИС < 0,1$ [1].

Далее необходимо перейти к попарным сравнениям рассматриваемых нами альтернатив, т.е. спуститься на нижний уровень нашей иерархии. Для этого рассмотрим каждый из вариантов (поставщики) по каждому из критериев.

Этап 3. Перейдем к сравнению альтернатив по критерию «надежность транспортировки». Имеем следующую матрицу попарных сравнений (процедуры аналогичны определению весов критериев, поэтому не будем их повторять):

Таблица 2

Попарное сравнение альтернатив по критерию "надежность транспортировки"

	A	B	C	D	E	Вектор	Вес
A	1	3	1/3	3	5	1,72	0,26
B	1/3	1	1/5	1	3	0,72	0,11
C	3	5	1	3	7	3,16	0,48
D	1/3	1	1/5	1	3	0,72	0,11
E	1/5	1/3	1/7	1/3	1	0,32	0,05

Перевозчик С доминирует по этому показателю, т.к. его вес – 48%. Перевозчик Е по данному критерию является наименее привлекательным. Далее снова оцениваем ИС. После этого аналогичным образом находим «веса» всех альтернатив по каждому критерию.

Этап 4. Если все «веса» каждого элемента иерархии найдены, переходим к последнему этапу – определению наилучшей альтернативы. На этом этапе МАИ реализуем синтез найденных на предыдущих этапах «весов» для анализируемых альтернатив с учетом «весов» каждого критерия в рамках данной иерархии. Формула для определения итогового показателя, например, применительно к перевозчику А, выглядит так: $V_A = w_1 \cdot V_{A1} + w_2 \cdot V_{A2} + w_3 \cdot V_{A3} + w_4 \cdot V_{A4}$, где w_i – вес i -го критерия, а V_{Aj} – значения важности альтернативы по i -му критерию [1].

Для вариантов А, В, С, D, Е выбора логистического посредника для перевозки комплекующих получаем следующие показатели их приоритета:

$$V_A = 0,56 \cdot 0,26 + 0,27 \cdot 0,11 + 0,13 \cdot 0,17 + 0,04 \cdot 0,11 = 0,21;$$

$$V_B = 0,56 \cdot 0,11 + 0,27 \cdot 0,28 + 0,13 \cdot 0,17 + 0,04 \cdot 0,33 = 0,17;$$

$$V_C = 0,56 \cdot 0,48 + 0,27 \cdot 0,03 + 0,13 \cdot 0,06 + 0,04 \cdot 0,33 = 0,29;$$

$$V_D = 0,56 \cdot 0,11 + 0,27 \cdot 0,11 + 0,13 \cdot 0,44 + 0,04 \cdot 0,11 = 0,15;$$

$$V_E = 0,56 \cdot 0,05 + 0,27 \cdot 0,47 + 0,13 \cdot 0,17 + 0,04 \cdot 0,11 = 0,18;$$

Приоритет альтернативы С является наиболее высоким (он равен 29%), соответственно, это альтернативное решение – наилучшее в рамках метода аналитической иерархии применительно к рассмотренной задаче.

Достоинством МАИ являются комплексность оценки вариантов с учетом человеческого фактора; декомпозиция трудоемкой задачи на ряд относительно простых, кроме этого возможность наглядного представления о характере взаимодействий факторов, влияющих на приоритеты решений. К числу недостатков следует отнести субъективность суждений ЛПР и относительно большое время реализации при многих критериях и альтернативах. При этом субъективность можно снизить на основе метода Дельфи или консенсуса.

Таким образом, на основе предлагаемой процедуры можно выбрать логистического посредника (склад, транспортная компания или 3PL-провайдер). Рассмотренный метод целесообразно использовать в условиях малого бизнеса, когда применяются оценки ЛПР, при этом отсутствуют большие финансовые или человеческие ресурсы для выбора логистического посредника другими способами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике. М.: Академия, 2010.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М: Радио и связь, 1993.
3. Сергеев В.И. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов. М.: ИНФРА-М, 2004.

Дружинина Н.А., Никитина В.В.

Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

Смоленск, РФ

dr_nadya@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ

В современном мире инновации имеют надотраслевой приоритет. Все страны, претендующие на позиции мировых лидеров, занимаются инновационными разработками. Наиболее перспективным направлением мировое сообщество признает наноиндустрию, однако из-за определенных особенностей проекты в этой области требуют специфичных подходов к управлению.

Все проекты, несмотря на различия в предметной области и содержании, имеют типовую структуру жизненного цикла, т.е. логико-временную структуру деятельности по проекту, протекающую в установленных рамках. Количество фаз в структуре варьируется в зависимости от особенностей конкретного проекта. Для сферы нанотехнологий следует отметить следующие особенности. Проекты рассматриваемой области обычно уникальны, поэтому невозможно точно определить работы, сроки и требуемые ресурсы. Кроме того, в качестве цели в таких проектах не обязательно выступает определенный товар или услуга, цель может быть интеллектуальной, например, достижение нового уровня знаний об объекте. Отсюда вытекают сложности формализации цели и её количественной оценки. Следует также заметить, что инновационные проекты часто представляют мультипроекты, обеспечение взаимодействия элементов и процессов в которых – сложная задача, требующая грамотной интеграции целей, задач, ресурсов и интересов участников, разных по структуре подпроектов. В таких проектах отсутствует четкая временная граница между фазами жизненного цикла проекта. Фазовые процессы взаимодействуют, а также с процессами из других областей знаний. Каждый процесс может включать действия одного или нескольких лиц или групп лиц и в зависимости от потребностей проекта может происходить в проекте один раз или включен в несколько фаз проекта. Все это позволяет выделить задачи управления проектами, представ-

Пример оценки влияния ИСТ-решений на общие логистические затраты

Показатель	Фактические (0)	Планируемые с учетом ИСТ (1)	Изменение показателей $\Delta=(1)-(0)$	Оценка на основе ИМА
$A, \text{ед}$	1200	1300	100	419
$C_3, \text{у.е.}, \text{ в том числе}$	650	580	-70	-519
C_o	100	90	-10	-74*
C_m	500	450	-50	-371*
C_k	50	40	-10	-74*
$S, \text{ед.}$	200	147	-53	- 92
$C_x, \text{у.е.}$	60	70	10	868
$\sum C_{\text{шт}}, \text{у.е.}$	180	41	-139	-1031
$C_{\sum} \text{у.е.}$	10980	10637	-343	-355

* - составляющие общей оценки C_3

Дальнейшие исследования по развитию предложенного подхода должны быть сосредоточены на следующих направлениях: углубление аналитического подхода (включение большего количества составляющих в уравнение TLC); получение количественных оценок для составляющих ИСТ-решений (с учетом табл. 1); разработка методики формирования рейтинговых оценок основных управленческих решений (с учетом инвестиций на ИСТ), направленной на повышение эффективности цепей поставок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бауэрсокс Дональд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. М.: Олимп-Бизнес, 2001.
2. Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И., Стерлигова А.Н. Логистика: Учебник (полный курс МВА). М.: Эксмо, 2008.
3. Лукинский В.В., Маркович М.А., Шульженко Т.Г. Оценка ключевых показателей логистики на основе методов экономического анализа // Логистика: современные тенденции развития: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. СПб.:СПбГИЭУ, 2011.
4. Модели и методы теории логистики: учеб. пос. 2-е изд. / Пор ред. В. С. Лукинского. СПб.: Питер, 2008
5. Сток Дж. Р., Ламберт Д.М. Стратегическое управление логистикой. М.: Инфра-М, 2005.
6. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.

Большаков М.А., Щербаков В.В.

Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов
Санкт-Петербург, РФ
 michael7@yandex.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ ЗАПАСОВ МНОГОПРОФИЛЬНОЙ КОМПАНИИ

Многопрофильность подразумевает одновременное ведение компанией существенно различающихся по логистическим особенностям видов деятельности (направлений), генерирующих доход: производственная деятельность, дистрибуция, оказание услуг и выполнение работ, причем ни один из видов деятельности не является доминирующим. В процессе раз-

вития у многопрофильных компаний (МК), начиная с дистрибуции в одном регионе, в дальнейшем формируется территориально распределенная сеть филиалов. , создается производство и расширяется проектная деятельность. При этом возникает возрастающая по сложности проблема, связанная с эффективным управлением разнородными и многономенклатурными материальными запасами. Характерным проявлением этих проблем является снижение способности удовлетворять клиентский спрос и потребности собственного производства из-за отсутствия требуемых товарно-материальных ценностей (ТМЦ) на складе при одновременном росте складских запасов ТМЦ, не имеющих спроса. Часто одна из основных причин возникновения проблем содержится в используемых методах управления запасами, которые давали вполне удовлетворительные результаты на начальных этапах функционирования компании, впоследствии перестали соответствовать изменениям в масштабах и структуре деятельности компании.

В настоящей работе обобщается опыт и практические наработки при развитии системы управления логистикой запасов многопрофильных компаний Санкт-Петербурга, занимающихся дистрибуцией, разработкой программного обеспечения, проектированием и строительством, производством, сервисным обслуживанием в отраслях информационных и энергоэффективных технологий, системной интеграции и автоматизации инженерных систем. Основными целевыми сегментами бизнес-единиц компаний в отраслях, связанных с энергоэффективными технологиями, являются:

- 1) строительные предприятия и системные интеграторы, приобретающие материалы и оборудование под конкретные объекты;
- 2) производственные предприятия, использующие электромонтажное, монтажно-установочное оборудование для выпуска своей продукции;
- 3) производственные предприятия, автоматизирующие управление технологическими процессами (АСУ ТП);
- 4) магазины строительных материалов и бытовой техники, прочие реселлеры.

Вопросы управления материальными запасами приобретают проблемный характер после создания филиалов в территориально удаленных регионах по мере укрупнения и масштабирования коммерческой деятельности многопрофильной компании. Требования к корпоративной информационной системе (КИС) включают обеспечение раздельного учета и управления по направлениям бизнеса (бизнес-единицам), а логистика закупок осуществляется по следующей схеме. Происходит условное деление номенклатуры ТМЦ на две части: лимитированные и заказные позиции. Лимитированные позиции – это согласованная с вендором часть номенклатуры производимой продукции, которую компания, как дистрибьютор, должна иметь на складе. Для лимитированной продукции менеджерами компании устанавливался предел складского запаса (квота), обеспечивающий нормальный уровень продаж между регулярными поставками. На основе статистики и прогнозов продаж менеджеры периодически пересматривали величины квот, а также согласовывают с вендорами изменения в составе лимитированных позиций. Заказные позиции – это товары, на которые имеется покупатель, но он отсутствует на складе. Для каждого подразделения формируются отдельные заказы на поставку (ордера). Формирование ордера осуществляется в два этапа. Сначала в него включаются заказные позиции, указанные в полученных к этому времени заявках и планов снабжения производственных подразделений. Затем на основе соотношения величин текущего складского запаса и квот ордер дополняется лимитированными позициями.

Большинство поставок ТМЦ выполняются зарубежными вендорами с периодичностью раз в месяц, приблизительно одинаковыми объемами. Перед окончанием года компания увеличивала объем закупок в 2-3 раза, так как в это время вендоры предоставляли ежегодные скидки на продукцию, приближалось начало перерыва в работе перевозчиков и таможни в связи с новогодними каникулами.

Логистическая система компании на начальном этапе была ориентирована на дистрибуцию, построенную на принципе «выталкивания» материальных ресурсов. Проектному характеру строительно-монтажных работ и мелкосерийного производства электротехнической

продукции под заказ, использующих одну номенклатуру ТМЦ, что и дистрибуция, соответствуют принципу «вытягивания» материальных ресурсов: вместо системы квот требуется организация закупок по индивидуальным заявкам от производственных подразделений. Обмен ТМЦ между подразделениями организационно затруднен, сопряжен с накладными расходами на дополнительные перевозки, занимает много времени и, по существу, плохо управляем. Поставки всего объема лимитированных позиций непосредственно на территориально удаленные склады для обеспечения клиентского спроса приводят к высокому уровню товарных запасов на местах (до 2-3-х месячного объема фактических продаж).

Таким образом, в управлении логистикой запасов требуется переход к преимущественному использованию метода вытягивания материальных потоков. Для снижения общей стоимости складских запасов с сохранением удовлетворенности спроса клиентов, целесообразно предложить следующие основные мероприятия по совершенствованию логистики запасов компании.

1. Снижение доли мало- и неликвидных ТМЦ в материальных запасах.

В случае одновременных оптовых продаж и комплексных поставок для проектов заказчиков неравномерности покупки и потребления материалов из-за проектного характера внутреннего производства необходимо формировать десятки отчетов для разных отчетных периодов и анализировать полученные показатели по каждой позиции вручную. Для устранения указанных недостатков предлагается для группировки материальных запасов по степени ликвидности ввести понятие функции ликвидности, описывающей зависимость значений показателей ликвидности от анализируемого периода и построить прогнозный тренд показателей ликвидности и дать оценку их достоверности. Предложенная методика расчета функции ликвидности позволит реализовать объективный контроль ликвидности складских запасов МК и повысить своевременность принятия решений по снижению или отмене квот для малоликвидных ТМЦ, утилизации, возврату вендору или распродаже неликвидных ТМЦ.

2. Уменьшение позиций номенклатуры, закупаемых по системе квот.

Для избежания образования избыточных запасов произвести анализ статистики продаж по методу ABC-XYZ, чтобы выявить количество позиций, продажи по которым не поддаются надежному планированию, и исключить их из числа закупаемых по системе квот. Например, по номенклатуре поставок за год ведущего производителя электромонтажного оборудования Лэгран, включающей более 5,5 тыс. позиций, по системе квот закупалось почти 500 позиций, хотя можно ограничиться не более 100 позициями [1].

3. Управление материальными потоками на основе взаимосвязанных логистических заказов.

Для улучшения качества управления логистикой целесообразно стандартизировать процесс формирования ордеров на поставку на основе формализованных заявок на покупку и обеспечить его автоматизацию в единой корпоративной информационной системе. По заявке на покупку в системе формируется отложенный резерв: при поступлении ТМЦ на склад отгрузки купленные по заявке позиции автоматически резервируются в заказ на отгрузку. В случае необходимости купленные по заявкам ТМЦ автоматически включаются в заказы на межскладские перевозки.

4. Использование буферных запасов в цепочках поставок.

Уменьшение материальных запасов подразделений можно осуществить формированием буферных запасов [2], размещенных физически выше звеньев непосредственной отгрузки клиентам по схеме движения ТМЦ в цепочке поставок. Буферы разделяются на общефирменные (центральный склад) и терминальные склады подразделений. Пополнение буферных запасов следует выполнять еженедельно на основе обработки заявок на покупку, пополнение и перемещение ТМЦ. Центральные склады содержат общедоступное оборудование, кроме лимитированных для всей компании позиций и используются для приема «новогодних» поставок и сбора малоликвидных позиций. Расчет объема поставок по лимитированным позициям следует реализовать непосредственно в КИС и учитывать состояние отложенного резерва по таким позициям. Непосредственной продажи с центральных складов необходимо избегать, предварительно ТМЦ требуется переместить на склад подразделения. По предоплаченным заказам заявки на перемещение с цен-

трального склада должны выполняться автоматически. В случае отсутствия на складе компании ТМЦ, оплаченных клиентом, формируется заявка на покупку. В особых случаях, когда заказы не оплачены, для перемещения или покупки ТМЦ требуется согласование со стороны руководителя заказывающего подразделения.

Плановая реализация описанных мероприятий по совершенствованию управления материальными запасами позволит компании снизить средний уровень товарных запасов почти и одновременно увеличить объем продаж.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков М.А. Концепция формирования плана поставок НПК «КАТАРСИС» // Человеческий фактор в управлении социальными и экономическими системами: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции / Пенза: РИО ПГСХА, 2006. С.87-96.
2. Основы логистики: учебник для вузов / Под ред. В.Щербакова. СПб.: Питер, 2009. 107 с.

Каткова Е.В., Лукинский В.В.

Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет
Санкт-Петербург, РФ
dept.kliop@engec.ru

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПОСРЕДНИКОВ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК НЕГАБАРИТНОЙ ПРОДУКЦИИ

Логистика снабжения является ключевой областью логистики, цель которой состоит в надежном перемещении материальных ресурсов (МР), т.е. передачи поставщиком закупаемых у него МР заказчику (предприятию-потребителю). Типовой функциональный цикл логистики снабжения включает [5] следующие этапы.

1. Обработка заказа на поставку МР или готовой продукции (ГП).
2. Определение потребности в МР или ГП.
3. Выбор поставщиков и источников поставок.
4. Размещение заказа на закупку МР (ГП) и их поставку.
5. Комплектация заказа поставщиком.
6. Отгрузка и доставка МР.
7. Прием и формирование запасов у заказчика.

Центральное место в операциях функционального цикла снабжения занимает выбор поставщиков и источников поставок. Вопросы выбора логистических посредников (ЛП), рассмотренные практически во всех работах по логистике, различаются в основном глубиной проработки и наличием примеров расчетов. В большинстве работ выбор логистических посредников производится в условиях определенности и рассматривается как однокритериальная или сводимая к ней многокритериальная задача.

Задачи выбора очень распространены в логистике, при этом они достаточно разнообразны, что объясняется рядом причин. Во-первых, выбор может быть разовым и повторным (или повторяющимся). Причем большинство задач разового выбора при накоплении информации об условиях выбора, альтернативах может перейти в разряд повторного выбора. Во-вторых, в зависимости от ответственности можно выделить индивидуальный и многосторонний выборы. Индивидуальный в зависимости степени известности последствия выбора можно разделить на выбор в условиях определенности, неопределенности и в условиях риска. В каждом из указанных условий могут применяться специальные методы, позволяющие произвести выбор. Индивидуальный повторный выбор, базирующийся на разовом выборе, предусматривает адаптацию по решениям и селекцию претендентов (альтернатив). Многосторонний (разовый и повторный) выбор в зависимости от степени согласованности целей разде-

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОЗИРОВОЧНО-СМЕСИТЕЛЬНОЙ ЛИНИИ СТЕКОЛЬНОЙ ШИХТЫ

Повышение производительности и ресурсоэкономического сохранения стекольных производств связано с увеличением съема листового стекла и улучшением его качества. Эти задачи решаются на основе повышения скорости приготовления шихты. Для этого необходимо исследовать возможности существующего оборудования для выявления резервов его производительности и наилучшего их использования.

Управление ДСЛ осуществляет автоматизированная система управления технологическим процессом приготовления шихты по программе в соответствии с рецептом шихты, выданным центральной лабораторией, циклограммой отвеса (последовательностью и временем работы технологического оборудования). Подача шихты к загрузочным карманам стекловаренных печей должна производиться непрерывно в соответствии с заданным уровнем стекломассы в ваннах печах и съемом стекломассы. ДСЛ является сложной системой, состоящей из автоматизированных рабочих мест (АРМ), промышленных контроллеров, линий связи, датчиков и исполнительных устройств. Для нее характерны специфичное весоизмерительное оборудование; автоматическая компенсация ошибок отвесов; высокие требования к точности дозирования и качеству смешивания.

Система управления ДСЛ состоит из двух станций оператора на базе SCADA системы WinCC v.5.1 SP1 и системы автоматизации на базе микропроцессорного контроллера SIMATIC S7-315-2DP фирмы Siemens. Она содержит программные компоненты, необходимые для организации информационного обмена станций оператора с контроллером. Связь осуществляется на основе промышленной локальной сети MPI/Profibus.

Стекольная шихта представляет однородную увлажненную смесь предварительно подготовленных сырьевых материалов, составленную в соответствии с заданным составом стекла с учетом химического состава сырьевых материалов.

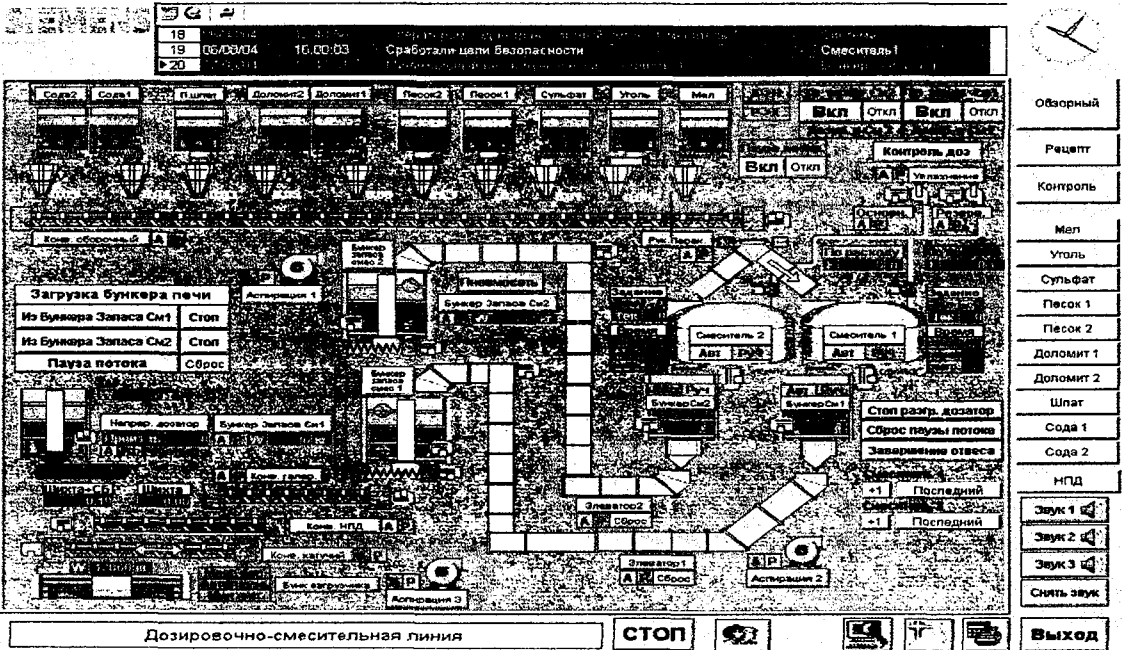


Рис. 1. Технологическая схема ДСЛ

Для приготовления шихты используются сырьевые материалы: песок, мел, доломит, полевой шпат, сода, сульфат натрия и уголь. В начале компоненты шихты проходят входной контроль физических и химических параметров, а затем транспортируются в бункеры запаса, где проводится контроль массовой доли влаги. Цикл дозирования включает взвешивание доз сырьевых материалов, разгрузку компонентов шихты в определенной последовательности, транспортирование их в смеситель, увлажнение, смешивание, контроль состава шихты и определение ее категории. Затем готовая шихта разгружается из смесителя в один из бункеров накопителей в зависимости от категории шихты. Далее шихта подается в загрузочный карман ванной печи при этом смешиваясь со стеклобоем [1].

Методы имитационного моделирования позволяют исследовать возможности существующего оборудования и выявить резервы его производительности. Эти методы реализованы в системе имитационного моделирования Tecnomatix Plant Simulation (TPS) фирмы Siemens. TPS представляет мощный инженерный инструмент моделирования, который позволяет быстро строить и модифицировать модели, обладает развитыми средствами анализа, двумерной и трехмерной визуализации, открытыми интерфейсами для встраивания в имеющееся информационное окружение и при этом не требует длительного освоения и глубоких знаний в области программирования или математической статистике [2, 3].

Модель ДСЛ построена с использованием стандартных объектов. Каждый объект обладает настраиваемым поведением и параметрами, присущими реальным объектам моделируемой системы. Объекты, представляющие ресурсы, соединяются коннекторами, определяющими направление материалопотока.

Для имитационной модели ДСЛ существенными объектами моделирования являются бункера запаса (БЗ) и дозаторы весовые (ДВ) сырьевых материалов, бак запаса и насос воды, сборочный конвейер, смеситель. На основе циклограммы работы ДСЛ и нормативной документации заполнены характеристики модельных объектов. Характеристики приведены в таблице.

Таблица
Характеристики модельных объектов

№	Объект ДСЛ	Объект модели	Время операции, с	Время восстановления, с	Начало восстановления
1	БЗ мел	Bunker	90	110	при выходе детали
2	БЗ песок	Bunker1	40	160	при выходе детали
3	БЗ доломит	Bunker2	55	145	при выходе детали
4	БЗ полевой шпат	Bunker3	15	185	при выходе детали
5	БЗ сода	Bunker5	85	115	при выходе детали
6	БЗ вода	Tank	0	200	при выходе детали
7	ДВ мел	Dozator	51	7	при заходе детали
8	ДВ песок	Dozator1	0	17	при заходе детали
9	ДВ доломит	Dozator2	44	12	при заходе детали
10	ДВ полевой шпат	Dozator3	0	7	при заходе детали
11	ДВ сода	Dozator4	19	12	при заходе детали
12	Насос	Dozator5	31	73	при заходе детали
13	Сборочный конвейер	Assembly	0	0	
14		Transporter	56	0	
15	Смеситель	Mixer	140	60	по окончании обработки

На основе табл. в TPS 10.1 разработана имитационная модель ДСЛ (рис. 2). При реализации имитационной модели в TPS 10.1 сборочный конвейер представлен двумя блоками: Assembly и Transporter. Такое решение позволило преобразовать отвесы из нескольких сырьевых материалов в отвес стекольной шихты. Анализ результатов моделирования позволил определить, что использование двух смесителей (Mixer) позволяет повысить производительность ДСЛ на 23%. Такое решение уменьшает время простоя дозаторов и бункеров запаса, т.е. производить навеску и дозирование сырьевых материалов во время работы одного из смесителей.

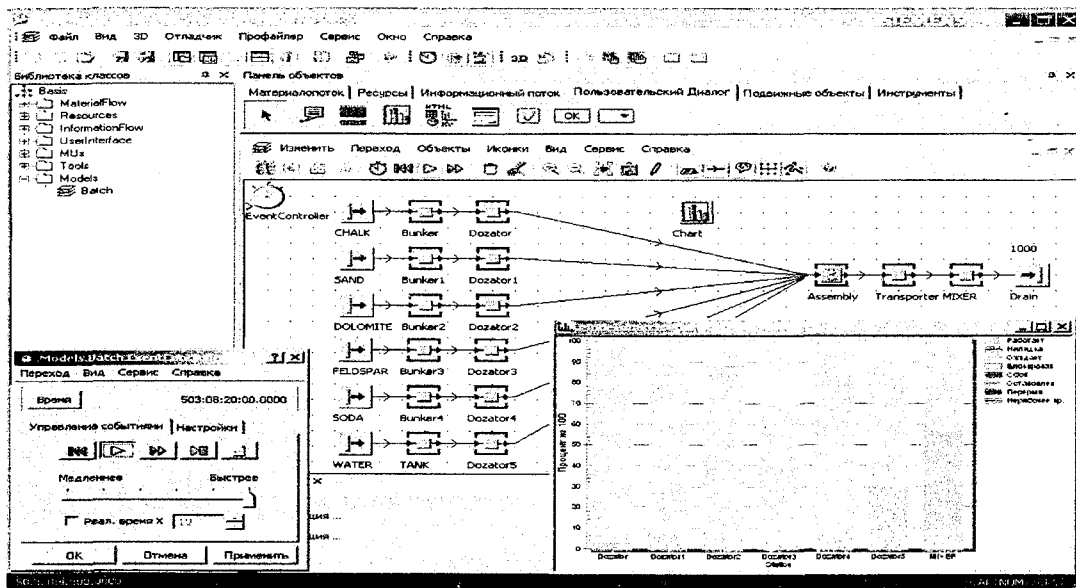


Рис. 2. Имитационная модель ДСЛ в TPS

Результаты моделирования являются основой для разработки новой циклограммы работы ДСЛ и увеличить коэффициента использования оборудования. Полученная имитационная модель позволяет также смоделировать отказы оборудования при повышенной производительности и своевременно разработать мероприятия по их устранению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маневич В.Е., Субботин К.Ю., Ефременков В.В. Сырьевые материалы, шихта и стекловарение / Под ред. Маневича В.Е. М.:РИФ «Стройматериалы», 2008. 326 с.
2. Медведев В.И. Имитационное моделирование систем и процессов в системе Tecnomatix Plant Simulation // Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД-2009: матер. 4-й всерос. науч.-практ. конф., СПб.: 2009. С.288-291.
3. Медведев В.И. Имитационное моделирование в промышленности // Plm news. Инновации в промышленности. 2008. №5. С.32-37.

Амплеев А.В., Петров Д.Ю.*, Иващенко В.А.*

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

*Институт проблем точной механики и управления РАН,

Саратов, РФ

varlafff@gmail.com

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ОБРАБОТКИ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА

При использовании роботизированных технологических комплексов (РТК) обработки листового стекла можно значительно повысить производительность труда, объема изготавливаемой продукции, снизить стоимости работ. Наиболее полный учет особенностей ТП и условий функционирования РТК обеспечивают имитационные методы моделирования. На основе имитационных методов, отражающих причинно-следственные связи между отдельными элементами моделируемой системы и динамику изменения каждой из составляющих ее элементов, можно проводить эксперименты и получать сведения о различных режимах

функционирования РТК и их эффективности при реализации ТП. Схема ТП производства автомобильных стекол представлена на рис. 1.

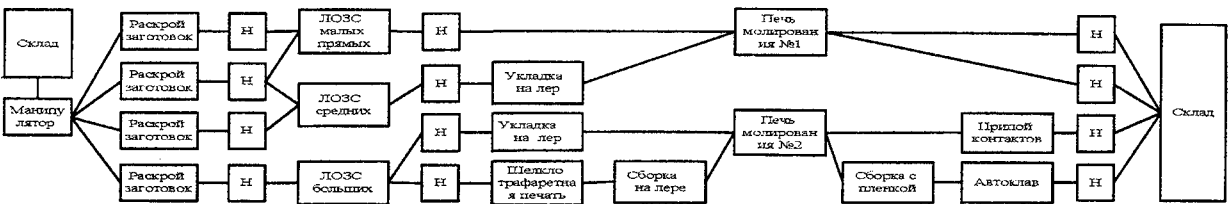


Рис. 1. Технологическая схема производства автомобильных стекол

На основе методов имитационного моделирования оптимизируется модульная структура РТК обработки листового стекла. Для этого РТК обработки листового стекла представляется как сеть связанных подсистем массового обслуживания (СМО). Рабочие позиции в сетевой модели отображаются как СМО, расположенные в узлах сети. Маршруты движения изделий моделируются порядком прохождения узлов сети. Изделия, находящиеся в накопителях, отображаются в виде очередей на обслуживание в узлах сети.

Длина реализации соответствует интервалу моделирования системы и обычно составляет смену. Предусмотрена возможность накопления информации для ее дальнейшего анализа и вычисления обобщенных показателей функционирования системы (за месяц, год).

В качестве показателей эффективности функционирования системы используются: средняя длительность производственного цикла изготовления изделий; коэффициенты загрузки рабочих позиций РТК при реализации ТП; среднее количество изделий в накопителях. На основе результатов анализа моделирования делается вывод о необходимости и направлениях корректировки исследуемой структуры РТК. При необходимости возможна не только оценка эффективности функционирования исследуемой структуры РТК на ЭВМ, а также дальнейшая ее оптимизация.

Таблица

Среднее время и дисперсия времени обработки изделия на рабочих позициях

№	Наименование узла	Узел в PS	m	D	P																				
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Склад 0	Sklad0	0,0952	0,0904	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Склад 1	Sklad1	0,0526	0,0526	0	1	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Склад 2	Sklad2	0,0952	0,0904	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Склад 3	Sklad3	0,0952	0,0904	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Фацет мал.	LOZ_small	0,0952	0,0904	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Фацет сред.	LOZ_middle	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Фацет бол.	LOZ_big	0,0526	0,0526	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Буфер. стол	Buffer	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	Буфер. стол1	Buffer1	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Буфер. стол2	Buffer2	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Буфер. стол3	Buffer3	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	Укл. на лер	UkladkaToLer0	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13	Укл. на лер1	UkladkaToLer1	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
14	Шелкография	Trafaret	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
15	Укл. 2х листов	Sborka	0,0476	0,0476	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
16	Молирование 1	Molirovanie1	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
17	Молирование 2	Molirovanie2	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,5	0
18	Укл. Винаила	SborkaWVenil	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0
19	Автоклав	Avtoklav	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
20	Припайка конт.	PripoyKont	0,0952	0,0904	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
21	Склад прод.	Sklad_got	0,0476	0,0476	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

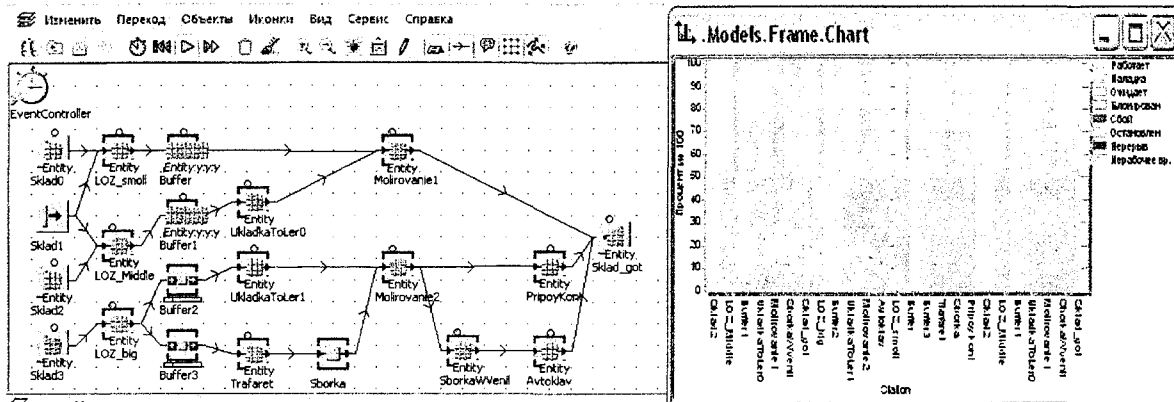


Рис. 2. Схема в Tecnomatix Plant Simulation

Для моделирования процесса функционирования РТК обработки листового стекла при реализации ТП по изготовлению выше указанного изделия его структура представляется в виде СМО (рис. 2), состоящей из $n = 21$ рабочих позиций, на которых выполняется набор операций по обработке изделий: входной контроль листового стекла; контроль качества готовой продукции.

Входной поток изделий аппроксимирован потоком Пальма, вычислены оценки математического ожидания и дисперсии входного потока изделий.

Среднее время и дисперсия времени обработки изделия на рабочих позициях m_i и D_i , $i = 1, \dots, 21$ приведены в табл. Эти характеристики определены на основе обследования и анализа моделируемого объекта, производительности и стабильности функционирования соответствующих модулей РТК обработки листового стекла.

В качестве среды имитационного моделирования применен программный комплекс Technomatix Plant Simulation фирмы Siemens. При наличии необходимых статистических данных система Plant Simulation позволяет моделировать отказы отдельных модулей РТК (перебои в обработке/контроле изделий на рабочих позициях) и различные дисциплины поступления изделий из очереди (накопителей) на обработку (контроль). Имитационная модель процесса функционирования РТК обработки листового стекла представлена на рис. 2.

После анализа полученных данных от моделирующего алгоритма Plant Simulation: оценки погрешности (систематических и случайных ошибок) и устойчивости результатов моделирования, исследования их чувствительности к вариации параметров входного потока и процессов обработки (контроля) изделий на рабочих позициях (вызываемой изменением номенклатуры изделий, параметров ТП и условий функционирования РТК), а также исследования динамики функционирования системы (определения вида и длительности переходного процесса) в результате определены значения показателей эффективности функционирования системы: средней длительности производственного цикла изготовления изделия, которая составила $T_{\text{ц}} = 56$ мин, и коэффициентов загрузки рабочих позиций, представленных на рис. 2 в виде графика, облегчающего сравнительный анализ режимов работы отдельных модулей РТК.

Как показывает анализ графика (рис. 2), наиболее загруженными являются рабочие позиции 16 и 17. Их коэффициенты загрузки составляют, соответственно, 0,83 и 0,81. Позиции остальные позиции загружены лишь на 0,50-0,55. Однако, исключить из структуры РТК одну из наиболее загруженных рабочих позиций не представляется возможным, т.к. коэффициент загрузки оставшейся позиции при этом составит значение большее 1. Поэтому необходимо принять решение о замене этих узлов сети на более производительные или о их дублировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивашенко В.А., Петров Д.Ю. Применение методов моделирования при проектировании структур роботизированных комплексов дуговой сварки // Проблемы и перспективы прецизионной механики и управления в машиностроении. Саратов: Изд-во СГУ, 1997. С.23-25.
2. Бусленко Н.Н. Моделирование сложных систем. М.: Наука. 1978. 400с.
3. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем. Искусство и наука. М.: Мир. 1978. 417с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УЧАСТКА СЪЁМА ЛИСТОВОГО СТЕКЛА

В отрасли производства строительных материалов изготовление листового стекла является одним из наиболее энергоёмких. Существенное влияние на эффективность его производства оказывает технологический процесс раскроя ленты стекла на листы, их съёма и упаковки. Этот технологический процесс основан на применении механического оборудования, производительность которого ограничена. Поэтому на стекольных предприятиях устанавливают несколько станций резки, съёма и упаковки листового стекла. На рис. 1 показана схема участка съёма листового стекла.

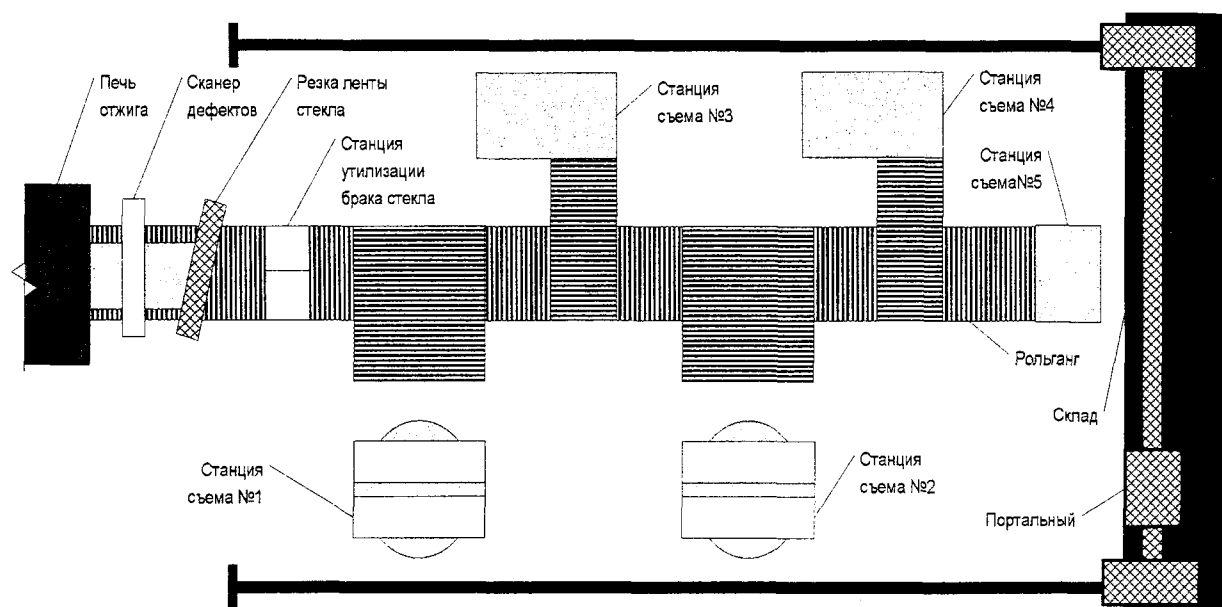


Рис. 1. Схема участка съёма листового стекла

Для обеспечения постоянства режимов стекловарения и объёма съёма стекла при производстве листового стекла толщиной 3 мм и менее возрастает скорость вытягивания ленты стекла и поступления листов на участок съёма. При малом количестве брака станции съёма начинают не успевать обрабатывать поступающие листы. Для обеспечения функционирования всего участка съёма стекла приходится часть качественных листов направлять на станцию утилизации брака стекла. Поэтому оптимизация управления станциями съёма тонкого стекла повышает эффективность производства листового стекла в целом.

Для анализа функционирования станций съёма листового стекла необходимо применение методов имитационного моделирования. Большинство методов имитационного моделирования реализованы с помощью ряда программных средств [1]. Одно из них Tescomatix Plant Simulation, разработано компанией Siemens. В его основу положен объектно-ориентированный принцип построения модели, поэтому существенно облегчается создание модели, ее изменение, анализ и оптимизация [2].

Источниками получения информации для построения модели являются: документы (научная, техническая, технологическая документация), управленческо-административный и производственный персонал (беседы), непосредственные наблюдения за процессом функционирования реально существующих объектов и т.д. В случае вновь создаваемых объектов использует-

ся накопленный опыт и результаты наблюдения над процессами функционирования аналогичных систем с учетом особенностей проектируемого объекта.

Для моделирования участка съема листового стекла на основе априорной информации о продукции и технологических операциях задаются следующие параметры: n - количество узлов сети (рабочих позиций); $\lambda_{\text{вх } \ell}, k_{\ell}$ - соответственно, интенсивности и порядки входных потоков листов стекла, $\ell = \overline{1, L}$ (L - количество входных потоков сети); p_r - вероятности появления во входном потоке листов r -го типа (при обработке листов разного типа), $r = \overline{1, R}$ (R - количество типоразмеров листов); m_i и D_i - среднее время и дисперсия времени обработки листа в i -м узле сети, $i = \overline{1, n}$; $P = (p_{ij})$ - вероятностная матрица распределения потока листов между узлами сети; p_{ij} - доля потока листов, передаваемых от i -го узла к j -му узлу ($i, j = \overline{1, n}$).

Входной поток сети аппроксимируется, потоком Эрланга соответствующей интенсивности и порядка, а время обработки листов стекла на рабочих позициях - нормальными законами распределения с заданными параметрами. Входным потоком на участке съема листового стекла является модуль резки ленты стекла. Модуль резки стекла раскраивает ленту стекла с учетом задания и уменьшения площади и количества бракованных листов. В таблице представлены типы заявок (брак, большие стекла (джамбо), средние, малые) и время их обработки на каждой позиции. Особенности резки стекла рассмотрены в [3].

Таблица

Объекты моделирования

№	Технологический объект	Объект модели	Свойства модели	
			Типы заявок	Время, сек.
1	Модуль резки и разлома ленты стекла	Источник заявок	брак, большие, средние, малые стекла	0
2	Рольганг	Линия задержки	Задержка	5
3	Станция утилизации брака	Обработка	Брак	10
4	Рольганг	Линия задержки	Задержка	6
5	Рольганг к станции №1	Линия задержки	Задержка	8
6	Станция съема №1	Обработка	Большие стекла	30
7	Рольганг	Линия задержки	Задержка	4
8	Рольганг к станции №3	Линия задержки	Задержка	6
9	Станция съема №3	Обработка	Средние и малые ст.	10
10	Рольганг	Линия задержки	Задержка	5
11	Рольганг к станции №2	Линия задержки	Задержка	8
12	Станция съема №2	Обработка	Большие стекла	30
13	Рольганг	Линия задержки	Задержка	4
14	Рольганг к станции №4	Линия задержки	Задержка	6
15	Станция съема №4	Обработка	Средние и малые ст.	10
16	Рольганг	Линия задержки	Задержка	5
17	Станция съема №5	Обработка	Малые стекла	12
18	Портальный кран	Обработка	Ящики для склада	600
19	Склад	Сток заявок	Ящики	0

На рис. 2. показана схема моделирования участка съема листового стекла, реализованная в программном комплексе Tecnomatix Plant Simulation 10.1.

В качестве показателей эффективности функционирования участка съема листового стекла используются: средняя длительность производственного цикла обработки листов

стекла каждого типа; коэффициенты загрузки рабочих позиций в ходе реализации ТП; среднее количество листов в накопителях.

Анализ результатов моделирования функционирования участка съема листового стекла показывает, что наиболее загруженными являются рабочие позиции 6 и 12. Их коэффициенты загрузки составляют соответственно 0,83 и 0,81. Позиции 9, 15, 17 загружены лишь на 0,35-0,55. Однако, исключить из структуры РТК одну из рабочих позиций 9 или 15 не представляется возможным, так как коэффициент загрузки оставшейся позиции при этом составит значение большее 1.

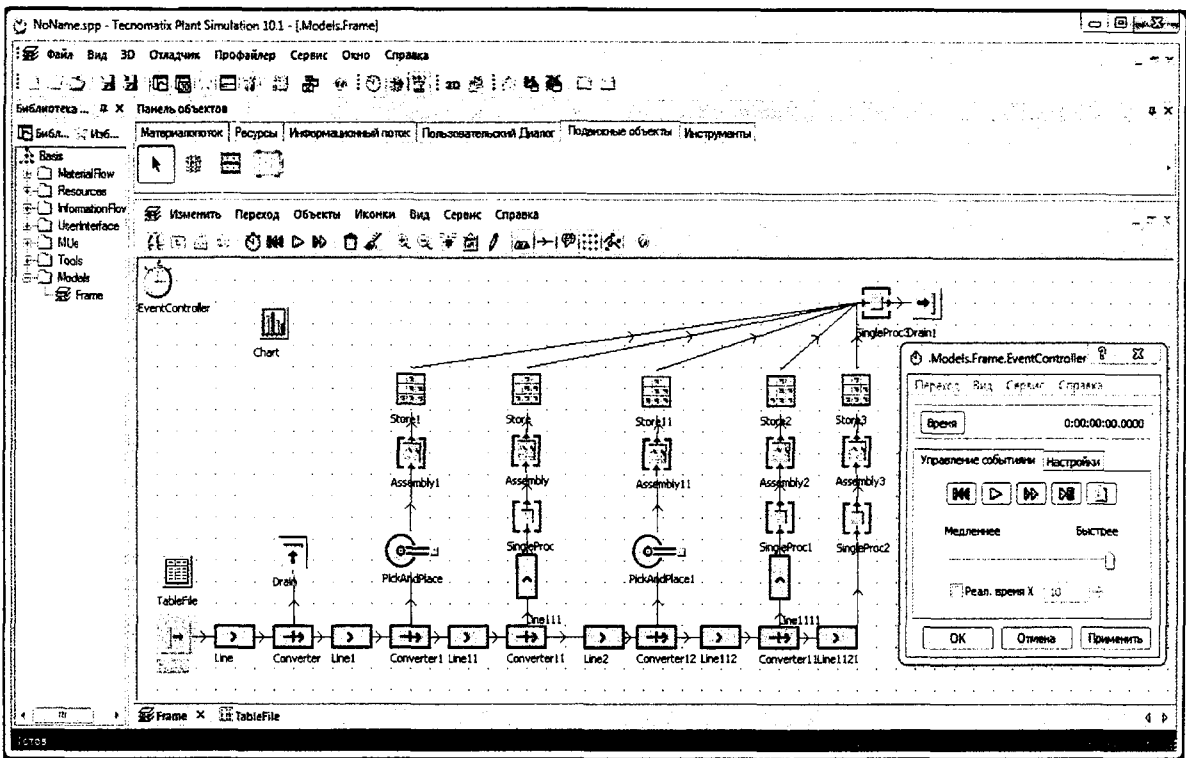


Рис. 2. Схема моделирования в Tecnomatix Plant Simulation 10.1

Результаты имитационного моделирования являются основой для разработки более эффективных по критерию производительности циклограмм и программ для промышленных контроллеров, обеспечивающих управление оборудованием участка съема листового стекла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моделирование систем [Электронный ресурс]: Обзор систем моделирования – Режим доступа: <http://simulation.su/static/ru-soft.print>

2. Медведев В.И. Имитационное моделирование систем и процессов в системе Tecnomatix Plant Simulation // Имитационное моделирование. Теория и практика: 4-ая Всерос.науч.-практ. конф. ИММОД-2009. СПб.: 2009. С.288-291.

3. Саркисов П. Д. Влияние остаточных напряжений флоат-стекла на качество резки / П.Д. Саркисов, М.И. Смирнов, Ю.А. Спиридонов, А.Р. Карапетян // Стекло и керамика. 2012. № 5. С. 11-15.

- Также необходимо отметить и недостатки рассматриваемой модели. К ним относят:
- увеличение взаимной зависимости производителя и дистрибьютора;
 - потребность в существенных инвестициях для реализации VMI-модели. Затраты на технологии и оптимизацию бизнес-процессов, на организацию эффективного функционирования логистической цепочки;
 - необходимость регулярного тестирования EDI-системы, контроля полноты и корректности поступающих данных;
 - необходимость особенно тщательного планирования и просчета проводимых мероприятий и кампаний, направленных на продвижение продукции, во избежание ошибок и задержек в пополнении запасов.

Преимущества внедрения модели VMI представлены в таблице.

Таким образом, практика внедрения модели VMI показывает прямую экономию затрат и ресурсов с возможностью расширения доли рынка и диверсификации деятельности дистрибьютора, а также различные виды косвенной выгоды от партнерства производителя и дистрибьютора. Однако применение модели возможно не во всех отраслях производства и организациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добронравин Е.Р. Организация работы сбытовых цепей. Режим доступа: http://www.genobium.com/r/a14_chainorg.htm
2. Сергеев В.И. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов. М.: Инфра-м, 2005. 976 с.
3. Материалы сайта <http://www.vendormanagedinventory.com/>
4. Материалы с сайта <http://www.bsc-consulting.ru/company/analytics/vmi/>
5. Jon Schreibfeder. Vendor Managed Inventory: There's More To It Than Just Selling Products. <http://effectiveinventory.com>, 2004.

Муравьев Д.С., Рахмангулов А.Н.

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Магнитогорск, Россия

mural5@inbox.ru

ВЫБОР И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ «СУХОГО» ПОРТА

Ежегодный прирост контейнерных перевозок в регионах России составляет порядка 15-20%, в связи с этим повышается загрузка морских портов [2]. Анализ перерабатывающей способности большинства портов показывает, что их возможности по дальнейшему наращиванию объемов перевозок, в т.ч. и контейнерных, практически исчерпаны. Это обусловлено, в основном, расположением морских портов в пределах населенных пунктов, отсутствием перспектив расширения их территорий для создания терминалов для хранения грузов. Выходом из сложившейся ситуации может стать строительство «сухих» портов. Именно этот подход может значительно увеличить пропускную и перерабатывающую способность морских портов.

Анализ динамики грузооборота морских портов показывает его ежегодный прирост. Появляются очереди в морских портах на прием и обработку грузов, снижается своевременность доставки грузов. Сравнение грузооборота морских бассейнов и портов за 2010-2011 г. представлено на рис. 1 и 2 [3].

Прогноз грузооборота морских портов РФ до 2030 года, сделанный по результатам анализа «Концепции стратегии развития морской портовой инфраструктуры России», представлен на рис. 3 [4].

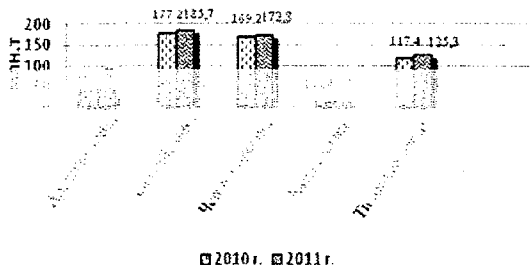


Рис. 1. Сравнение грузооборота по морским бассейнам в 2010-2011 г.

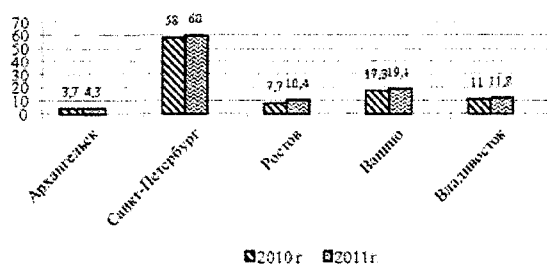


Рис. 2. Сравнение грузооборота морских портов России в 2010-2011 г.

«Сухие» порты – это признанная международная практика. Например, морской порт в г. Малага (Испания) имел на 2006 г. грузооборот 30000 TEU. Дальнейшее развитие морского порта по увеличению площадей не представлялось возможным из-за расположения порта в населенном пункте. Городские власти пришли к решению создания «сухого» порта, в результате увеличились пропускная и перерабатывающая способность морского порта, его грузооборот. Динамика повышения грузооборота морского порта г. Малаги показана на рис. 4 [6].

«Сухой» порт – это совокупность складов временного хранения, вспомогательных зданий, сооружений, автомобильных и железнодорожных путей, площадок, расположенных за пределами территории морского порта, связанных между собой и морским портом единым технологическим процессом и электронной информационной системой для совершения грузовых операций с товарами и их временным хранением под таможенным контролем [2].

Помимо перевалки «сухой» порт также может выполнять функции хранения, консолидации и комплектации грузов, их таможенное оформление, техническое обслуживание автомобильных и железнодорожных транспортных средств. Выполнение функций на территории сухого порта приводит к снижению объемов запаса и таможенного оформления грузов на территории морских портов и направлено на освобождение территории портов для более быстрого процесса разгрузки судов.

Основные преимущества «сухих» портов: снижение общих транспортных расходов; возможность реализовывать мультимодальные решения; повышение пропускной способности подъездных путей; ускорение процесса таможенного оформления грузов; решение экологических и социальных проблем региона.

В настоящее время в России «сухие» порты находятся на стадии развития. За последние три года в России построено 5 «сухих» портов. Однако в настоящее время недостаточно развиты научно-обоснованные методы и методики расчета параметров сухих портов, обоснования необходимости их создания. Одна из главных задач, решаемых в процессе создания «сухого» порта – выбор места его размещения. В работе [2] сделан анализ существующих методов выбора месторасположения транспортно-грузовых комплексов. В таблице представлен сравнительный анализ этих методов применительно к «сухим» портам.

На взгляд авторов наиболее эффективным методом, позволяющим учесть множество как количественных, так и качественных и плохо формализуемых факторов, оказывающих различное влияние на эффективность будущего «сухого» порта, является метод имитационного моделирования.

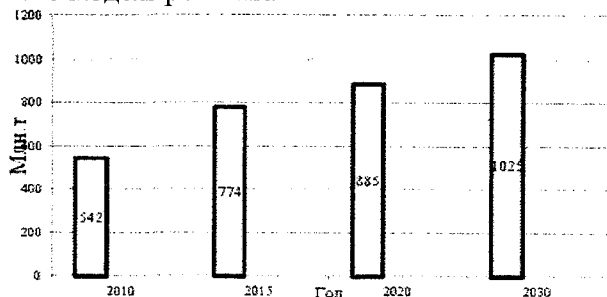


Рис. 3. Прогноз грузооборота морских портов России до 2030 г.

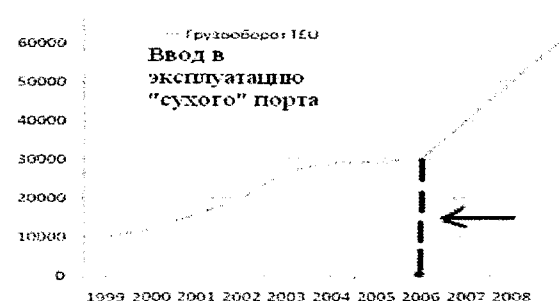


Рис. 4. Динамика повышения грузооборота морского порта в г. Малаге

Анализ методов выбора месторасположения транспортно-грузовых комплексов

Методы	Достоинства	Недостатки
Метод центра тяжести	Позволяет найти месторасположение по таким параметрам, как расстояние перевозок в км или грузооборот и объемы в тоннах, тонно-км или часо-тонно-км	При нахождении оптимального места расположения склада учитываются только натуральные параметры (расстояние, вес, время), и они считаются основными. Данный метод учитывает только спрос на продукцию, не принимая во внимание размеры поставок продукции поставщиками и их местонахождение
Метод «сетки»	На географическую карту с нанесенным на нее предполагаемыми объектами накладывается сетка с горизонтальными вертикальными координатами. В результате составляется таблица с описанием каждого объекта с указанием его координат, тарифа на единицу транспортной работы (руб/ткм) и тарифа на тоннаж перевозимого груза (руб/т)	Основывается на статистическом подходе, где не учитываются возможные изменения транспортных тарифов, объемов закупок и реализуемых грузов, изменений источников поставки и потребления. Не учитываются топографические условия
Линейное и нелинейное программирование	Быстрота решения и простота постановки задачи. Оптимизационный анализ можно проводить не ежегодно, а ежемесячно, что позволяет проследить временную динамику уровня совокупных запасов	Масштабность решаемых задач и трудности включения в исходные условия данных о постоянных издержках. Оптимизационные возможности этого метода весьма относительно: результаты линейного программирования применимы ровно настолько, насколько адекватно поставлена задача и насколько верно определены ее условия
Имитационное моделирование	Позволяет описать моделируемый процесс с большей адекватностью, чем другие, имитационная модель обладает известной гибкостью варьирования структуры, алгоритмов и параметров системы, применение ЭВМ существенно сокращает продолжительность испытаний по сравнению с натурным экспериментом (если он возможен), а также их стоимость	Для "прогона" сложных моделей требуется довольно значительное компьютерное время
Метод аналитической иерархии	Простота использования	Субъективный характер оценки влияния факторов (критериев) на размещение распределительного центра, основанный на ощущениях, интуиции и опыте экспертов

В качестве основы для построения имитационной модели транспортной системы, в состав которой входит «сухой» порт предлагается использовать использовать логистическую схему (рис. 5).

В такой схеме «сухой» порт выступает в роли дополнительного элемента, выполняющего функции накопительного логистического элемента. Параметры накопительного элемента находятся во взаимосвязи с параметрами логистических потоков, перерабатываемых этим элементом. Предлагается анализировать следующие параметры логистических потоков (грузопотоков).

1. Маршрут продвижения. Как показывает практика, рациональное расстояние между «сухим» и морским портами находится в пределах от 7 и 20 км. Каждая точка в выбранной зоне характеризуется определенными капитальными и эксплуатационными затратами. При этом необходимо учитывать не только расстояние транспортировки грузов между «сухим» и морским портами, но и ландшафт местности, а также близость «сухого порта» к транспортным коммуникациям.

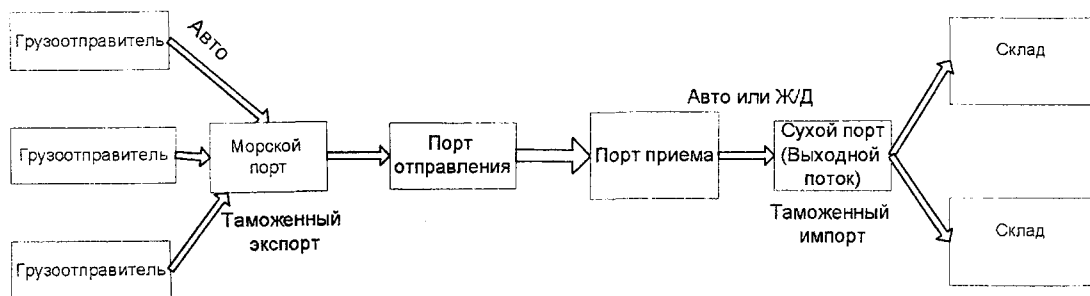


Рис. 5. Схема логистической цепи с «сухим» портом

2. Интенсивность грузопотоков. Этот параметр изменяется в результате переноса ряда операций по переработке грузопотоков из морского в «сухой» порт. Интенсивность грузопотоков зависит от пропускной, перерабатывающей способности транспортно-грузовых средств и устройств, а также от их вместимости.

3. Неравномерность грузопотоков. Коэффициент неравномерности отдельных входных материальных потоков в транспортную систему с «сухим» портом может превышать 2,0, т.к. рыночные факторы и сезонность оказывают различное влияние на интенсивность разных грузопотоков. Создание дополнительных емкостей для грузопотоков вводом в схему их продвижения «сухого» порта позволяет снизить неравномерность потоков и повысить качество (своевременности) доставки грузов.

Таким образом, предлагается основывать методику расчета основных параметров «сухих» портов на использовании метода имитационного моделирования и строить имитационную модель логистической цепи, управляемыми параметрами которой являются: маршрут продвижения грузопотоков, их интенсивность и неравномерность. В результате экспериментов с такой имитационной моделью должны определяться такие параметры «сухого» порта, как место его размещения, перерабатывающая способность и вместимость складов, состав операций по обработке грузопотоков, техническое оснащение «сухого» порта. Комплекс параметров «сухих» портов должен обеспечивать требуемые значения параметров грузопотоков и необходимое качество грузоперевозок.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГП «Одесский морской торговый порт» Режим доступа: <http://www.port.odessa.ua/ru/>
2. Копылова О.А., Рахмангулов А.Н. Применение метода системной динамики для исследования факторов размещения элементов транспортно-логистической инфраструктуры // Современные проблемы транспортного комплекса России: межвуз. сб. науч. тр. Вып. 2 / под ред. А. Н. Рахмангулова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. № 2. С.92-97.
3. Корнилов С. Н., Фридрихсон О. В. Формирование системы переработки контейнерного потока // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. науч. тр. / под ред. А. Н. Рахмангулова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. №1. С. 131-137.
4. Морские узлы. Развитие морского транспорта. Режим доступа: http://www.muzel.ru/article/morflot/razvitie_morskogo_transporta.htm (2.04.12).
5. Морской порт г. Малаги [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.puertomalaga.com/web/guest> (16.11.12).
6. ТК.РУ – все о таможне. [Электронный ресурс] Таможня для всех. Режим доступа: http://www.dp.ru/a/72012/01/17/Gruzooborot_morskih_porto/.
7. Федеральное агентство морского и речного транспорта Режим доступа: <http://www.rosmorport.ru7media7File/new2/Strategv2030.pdf>

Недостаточное количество утилизационных комплексов (способ прессования).

На основе этого отметим, что, несмотря на отсутствие должного регулирования со стороны государства и автопроизводителей, деятельность по сбору, демонтажу и переработки утилизированных АТС ведется многими организациями и частными лицами. Главными экономическими факторами, влияющими на принятие решения об утилизации являются снижение остаточной стоимости АТС и растущие издержки на его содержание. Основными источниками рентабельности системы утилизации АТС являются рыночный потенциал ресурсов, не потерявший свои потребительские свойства. Этот потенциал может поступать на вторичный рынок запасных частей, материалы переработки идти на нужды производства.

Предлагаем рассмотреть вариант – схему утилизаций АТС (см. рисунок).

Основным положением при утилизации АТС, должны выполняться ряд условий.

1. От момента изготовления АТС до его полной утилизации (реализации запасных частей, узлов, агрегатов и т. д.) должен быть собственник, который отвечает за утилизацию АТС. Для этого должны быть разработаны соответствующие механизмы с включением государственного комитета по имуществу, налоговых органов и МВД (РЭО ГИБДД).

2. Вопросы утилизации должны осуществляться на производственной базе представителей заводов изготовителей.

3. Для сбора и доставки АТС на утилизацию должны быть разработана в дополнение к имеющимся нормативно-правовые документы (при организации сбора АТС должны учитываться экономические интересы участников процесса).

Учитывая дальнейший рост автомобилизации страны, будут постоянно расти объемы отходов АТС. Это требует создания отрасли и экономико-экологической системы управления отходами АТС. Главным в создании системы является выявление и упорядочении материальных потоков, связанных с утилизацией АТС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трофименко К.Ю. Особенности системы обращения с отходами автомобильного транспорта в городе Москве // Автотранспортное предприятие. №8. 2008. С.28-31.

Морозов С.А., Курбатова Е.С.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Саратов, РФ

s.morozov09@mail.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНОГО КОНТРОЛЯ В ПРИГОРОДНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОМПАНИЯХ

Пригородные пассажирские перевозки железнодорожным транспортом признаются убыточными во многих развитых странах. Российские железные дороги (ОАО «РЖД») также испытывают подобные трудности работы на данном рынке перевозок. Ситуация усложняется тем, что данный вид перевозок является социально значимым и подход с точки зрения получения прибыли не всегда уместен. С 2006 года происходит процесс выведения пригодных пассажирских перевозок из перечня оказываемых услуг ОАО «РЖД» с образованием пассажирских компаний. С 1 января 2011 подобная кампания начала работу в Саратовской области под названием ОАО «Саратовская пригородная пассажирская кампания» (ОАО «Саратовская ППК»).

Создание пригородных пассажирских компаний ставящих цель получение прибыли из данного вида перевозок, позволяет значительно расширить спектр предоставляемых услуг и даст возможность получать доход.

Так в бизнес-плане создания пригородной пассажирской компании рассматривались следующие виды деятельности не связанные с перевозкой пассажиров: оказание услуг в сервис-центрах, рекламная деятельность, торговая деятельность, оказание услуг пассажирам, оказание дополнительной услуги по обилечиванию. Не смотря на существенный перечень дополнительных услуг, основным источником финансов являются сборы платы за проезд.

Таким образом, наиболее значимым источником коммерческой прибыли являются денежные средства, полученные за перевозку пассажиров. Они могут быть получены непосредственно от пассажиров – покупка билета, либо из бюджета за перевозку льготных групп пассажиров – оформление льготного проездного документа. Стоит отметить, что по итогам 2012 года руководство Саратовской пригородной кампании озвучило необходимое финансирование со стороны местной администрации в размере порядка 210 миллионов рублей за 2012 год при предусмотренных 147 миллионах. В связи с этим имеется потребность в сокращении маршрутов и остановочных пунктов. Эти меры являются вынужденными для сохранения пригородной компании.

Поэтому актуален поиск путей увеличения сборов платы за проезд и уменьшение издержек связанных с ним, с помощью аппарата логистики.

В логистике главным объектом управления является материальный поток. Задача оптимизации логистического процесса ведения контроля пассажиров сводится к определению потока и организации взаимодействия контролеров с этим потоком. Организация пригородных железнодорожных пассажирских перевозок учитывает четыре взаимодействующие потоки разной природы (рис. 1).

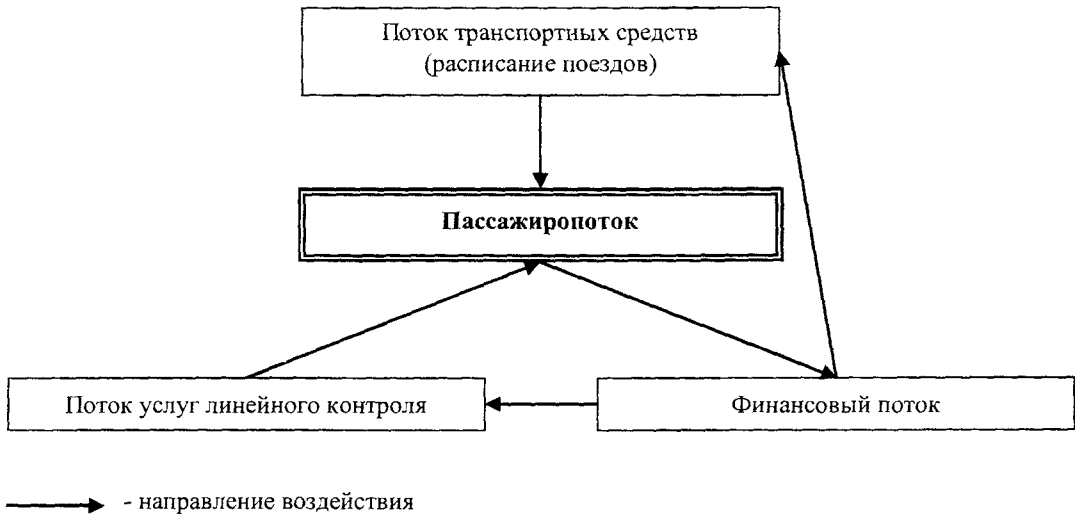


Рис. 1. Взаимодействие потоков в организации пассажирских перевозок

Для дальнейшего анализа показанных потоков рассмотрим их на основе логистической системы. Процесс разработки и внедрения логистической системы проходит четыре основных этапа: проектирование, создание (организация), отладка (налаживание процесса взаимодействия), эксплуатация (рабочее взаимодействие контролеров с пассажиропотоками). На этапе проектирования происходит определение подсистем и потоков, способов их внутреннего функционирования и взаимодействия. Процесс создания системы в функционирующей коммерческой компании связан с логистизацией ее работы, в осуществлении описания системы в логистическом представлении. Создание логистической системы требует после теоретической проработки проведения отладочных действий (адаптации). Отладка системы (адаптация) производится в два этапа: на этапе внедрения, и в процессе работы системы для поддержки её адекватности состоянию системы.

На этапе разработки системы осуществляется разработка адекватной модели описания потоков с учетом действующих на них факторов. Оптимизация контрольной деятельности за пассажирами осуществляется с использованием экономического критерия – предельных издержек: как в процессе проектирования системы контроля, так и в процессе отладки её работы. Последняя достигается на основе использования экономического критерия и функционирования транспортных потоков в качестве исходных данных и разработки и отладки алгоритма и программы составления расписания работы контролёров на электропоездах.

Исходя из схемы взаимодействия потоков, следует применить анализ потоков по их взаимовлиянию (по контурам) (рис. 2).

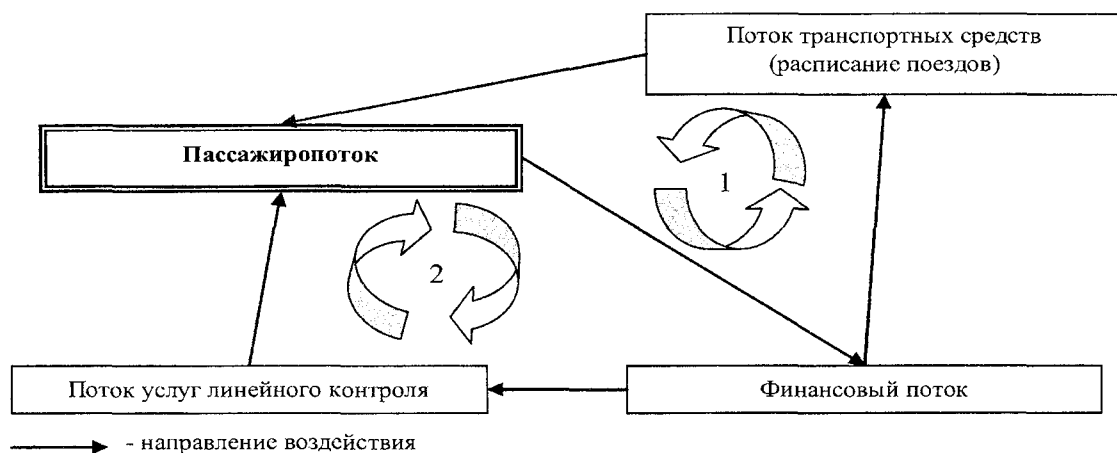


Рис. 2. Контуры взаимодействия потоков и последовательности оптимизации

Пассажирская компания при логистическом функционировании управляет двумя видами потоков: транспортных средств (расписание поездов) и потоком услуг линейного контроля. Управление услугами линейного контроля (контур 2) производится в оперативном режиме на основании действующих расписаний работы электропоездов, составляемых и вводимых в действие (контур 1) по сезонному графику.

Расписание движения электричек по сети железных дорог в транспортном узле разрабатывается заблаговременно до выполнения перевозок. Каждый вариант расписания разрабатывается на длительный период времени и не подвергается частым пересмотрам. Поэтому к расписанию движения поездов не применяются принципы оперативного управления (рис. 2, контур 1).

Оптимизация по контуру 1 производится на длительный промежуток времени, согласовывается с сеткой расписания ОАО «РЖД» и должна проводиться в соответствии с требованиями местной администрации по оказанию социально-значимой услуги – перевозки пассажиров. Обычно разрабатывают расписания движения электричек в зимний и летний периоды. Оптимизация расписания движения поездов, в связи с этим, проводится не реже 2-х раз в год. На практике иногда вводятся дополнительные поезда на временной основе. От расписания движения поездов зависит величина обслуживаемого потока и, как следствие, величина сборов платы за проезд. Оптимизация цикла решает задачу большего привлечения пассажиров на железнодорожный транспорт, поэтому определяет возможные денежные сборы с конкретного пассажиропотока при достигаемой полноте оплаты пассажирами своего проезда.

Планирование расписания контроля и перемещения бригад контролёров по контролируемым поездкам осуществляют на краткосрочный оперативный (суточный) период. На этом отрезке времени расписание движения электричек не меняются. Поэтому для ведения рационального контроля оплаты проезда необходимо оптимизировать взаимодействие обслуживаемого пассажирского потока с потоком услуг контролеров. От полноценного взаимодействия этих потоков зависит объем выручки Пассажирской компании, получаемой за перевозку пассажиров.

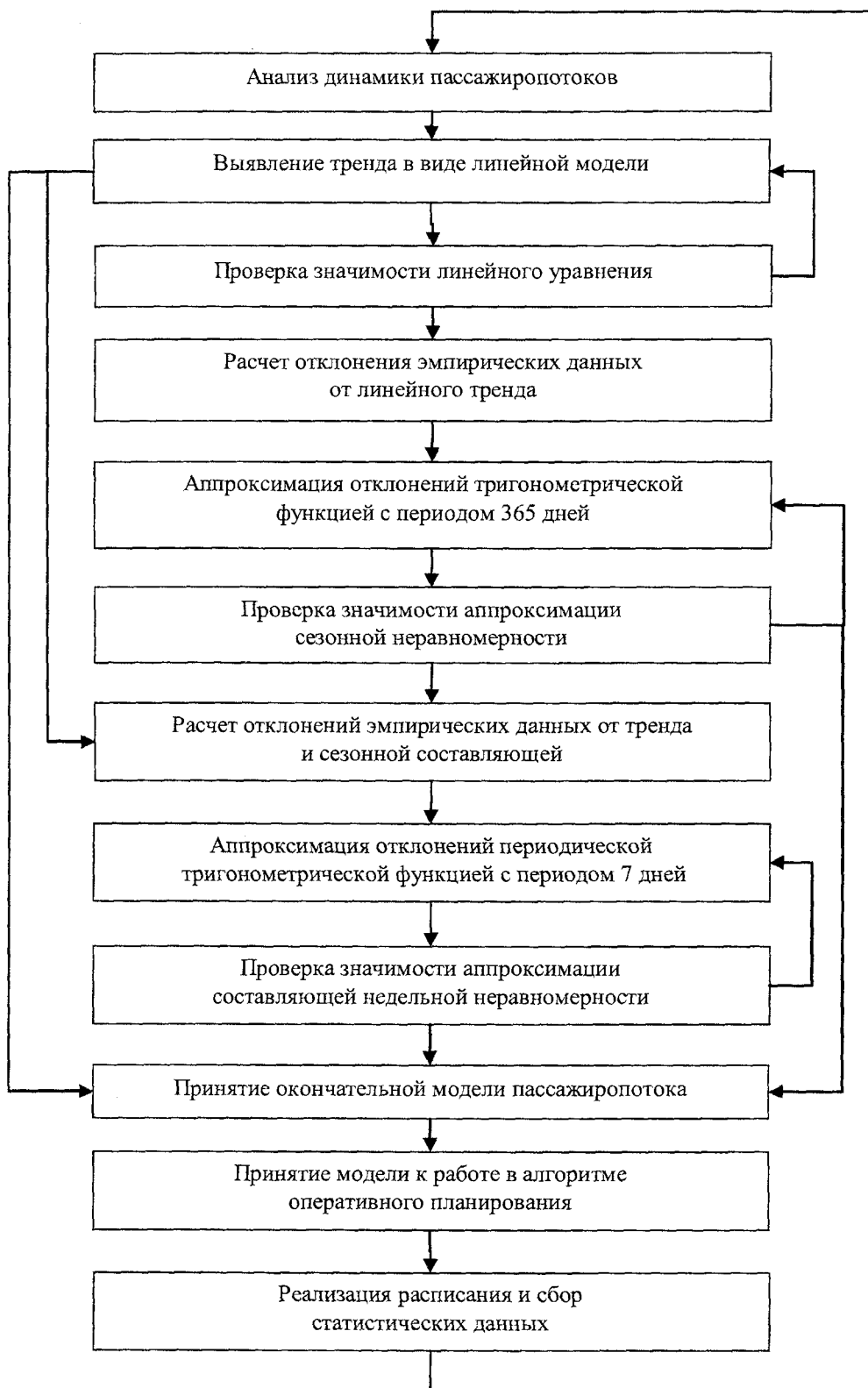


Рис. 3. Алгоритм принятия модели экономико-математического описания функционирования пассажиропотока

Линейные контролёры оказывают следующие виды воздействия на пассажиров: взимание платы за услугу по перевозке и по продаже билетов во время движения поезда (кроме

пассажиров, оформивших проездной документ до поездки), а также оформление административного правонарушения с наложением штрафных санкций.

Линейный контроль не влияет на величину пассажиропотока. Он зависит главным образом от расписания движения электропоездов и потребностей жителей транспортного узла в перемещениях. Определение величины пассажиропотока производится по алгоритму принятия модели экономико-математического описания функционирования пассажиропотока (рис. 3).

Через взаимодействие с пассажиропотоком на основе контроля наличия проездных документов происходит изменение выручки от сборов оплаты за проезд. Выручка от организации контроля пассажиров складывается из выручки оформления проездных документов и за услуги оформления проездных документов во время движения. Сбор платы за проезд с пассажиров в поезде и оформление административных правонарушений опосредованно влияют на количество оформлений проездных документов в кассах остановочных пунктов.

Таким образом, в разработке экономико-математического инструмента для оптимизации расписания перемещений контролёров по пригородным электричкам, необходимо ориентироваться на финансовый результат от проведения контроля. Следует учитывать в процессе ведения контроля и его влияние на восстановление при нарушении длительной бесконтрольностью, и поддержание «социальной памяти» пассажиров на текущую готовность к своевременному оформлению проездных документов.

При длительном использовании экономико-математической модели не исключена возможность изменения характера тренда, описания сезонных и других составляющих варьирования пассажиропотоков. Поэтому в процессе пользования моделью для прогноза пассажиропотоков следует проводить ее корректирующие уточнения, используя текущие сведения о поездках пассажиров на электропоездах. При использовании экономико-математической модели в разработке рациональных расписаний работы контролёров ее следует при необходимости корректировать по всем компонентам. Изменение сезонной составляющей возможно при качественном изменении структуры пассажиропотока. Изменение в недельной составляющей проявляется в форме систематических отклонений прогнозов от фактических данных, превышающих принятую точность прогноза, которые могут быть вызваны даже погодными условиями.

Оптимизационные расчеты проводятся во временном интервале, в котором действуют достоверные прогнозы пассажиропотоков, и параметры модели прогноза подлежат обязательному уточнению на основе текущей информации. Это может производиться и с определённой периодичностью, и с перерасчетом после изменения тарифов платы за проезд и плат за проезд без оформленного проездного документа.

Управление потоками с использованием логистических инструментов осуществляется на основе применения конструктивного информационного обеспечения, которое требует тщательных проектных проработок для оперативности и достоверности релевантной информации. В логистической системе коммерческой компании перевозки пассажиров железнодорожным транспортом оптимизация направлена на улучшение показателя эффективности работы компании, её финансовых показателей.

Оптимизацию системы контроля предлагается проводить с использованием имитационной модели, по совокупным финансовым показателям и использованию обратной связи (от выходных переменных системы на вход системы). Роль обратной связи выполняет изменение расписания работы контролёров, составляемого по алгоритму оптимизации линейного контроля, а в алгоритме учитывается реальная динамика выручки от оплаты пассажирами проезда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добренков Е.И., Кравченко А. И. Социология: Социальная стратификация и мобильность. Т.2. М.: МГУ.
2. Рыбаковский Л.Л. Миграция населения (Очерки теории и методов исследования). М.: МГУ.
3. Пыров П.В., Бутусов О.Б. Математическое и компьютерное моделирование миграционных процессов // Труды института системного анализа РАН (ИСА РАН). Динамика неоднородных систем. М.: Книжный дом «Либроком», 2010. Т.50(1). С.219-222.
4. Павловский Ю.Н. Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов // Динамика неоднородных систем. Под ред. чл.-корр. РАН Ю.С. Попкова. Институт системного анализа РАН. 2009. С.139.
5. Белотелов Н.В., Бродский Ю.И., Павловский Ю.Н. Сложность. Математическое моделирование. Гуманитарный анализ: Исследование исторических, военных, социально-экономических и политических процессов // Динамика неоднородных систем. Под ред. чл.-корр. РАН Ю.С. Попкова. Инст. сист. анализа РАН. 2009. С. 320.
6. Кетков Ю., Кетков А., Шульц М. Программирование, численные методы, СПб.: ЛГУ, 2000. 450 с.

Кравцова Н.И., Заходякин Г.В.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Москва, РФ

kravtsova.nadezhda@gmail.com

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВЕТРЯНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В последние годы все больше внимания уделяется проблемам ресурсосбережения и вопросам использования возобновляемых источников энергии. Перспективы использования возобновляемых источников энергии связаны с их экологической чистотой, их низкой стоимостью эксплуатации и ожидаемым топливным дефицитом в традиционной энергетике.

В связи с этим, вопрос о выборе оптимального местоположения ветряных установок является одним из ключевых в области ветроэнергетики.

На наш взгляд, при выборе места расположения целесообразно создать программу, на основе построения математической модели, для поддержки процесса принятия решения.

В данной работе рассмотрено применение языка GNU MathProg Language для решения задачи. Одно из преимуществ выбранного языка – подобие его синтаксиса математической записи задач оптимизации, что позволяет задач математического программирования.

Рассмотрим практическую задачу удовлетворения потребности трёх городов в электроэнергии, решено построить ветряные парки. При этом рассматриваются два вида ветряных станций по мощностям, а также различная удалённость от конкретного города.

Основным ограничивающим фактором при таких условиях является уровень шума, который зависит от мощности станции и её местоположения. Целевой функцией в задаче являются совокупные затраты на строительство ветряных установок, необходимо найти их минимум. Исходя из имеющихся данных, построена математическая модель.

В предложенной модели используются переменные решения x_{spc} . Переменная x_{spc} определяет «количество» построенных станций s в местоположении p города c . Таким образом, можно одновременно задавать различные виды станции по мощностям, учитывая конкретное местоположение выбранного города.

Разработанная нами модель позволяет определить оптимальное расположение объектов в рамках заданных ограничений с минимальными затратами. Этот инструмент эффективно и оперативно решает поставленную задачу, учитывая все взаимосвязанные факторы.

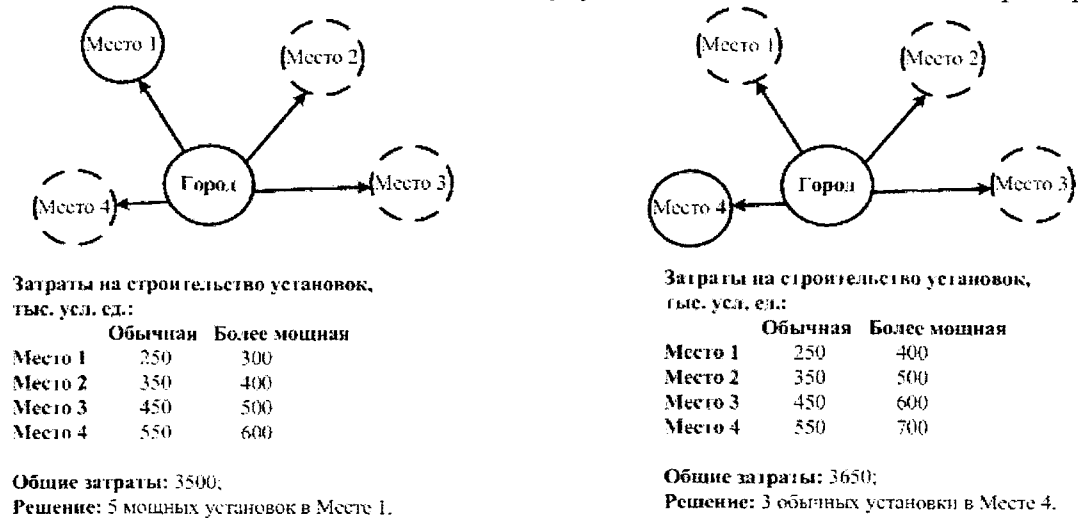


Рис. 1. Результаты различных сценариев

Для модели проведён ряд экспериментов, сравнивающий изменения количества и места построенных станций со стоимостью более мощных установок. Чаще всего, наиболее дешёвым вариантом оказывается построение менее мощных установок в месте, в котором сооружать дороже, однако энергии вырабатывается больше. Создание ветропарка, включающего более дорогие, но мощные установки в местах, в котором организовать строительство дешевле, оказывается не выгодным (рис. 1).

Мишкур П.Н.

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
Магнитогорск, РФ
mishkuroff@mail.ru

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ
СИСТЕМЫ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ
В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ**

Результаты анализа работы железнодорожного транспорта промышленных предприятий показывают, что в течение последних семи лет время нахождения железнодорожных вагонов на путях необщего пользования промышленных предприятий увеличилось в среднем на 20%, а также наблюдается усложнение структуры вагонопотоков в результате возникновения и развития компаний-операторов собственных вагонов и появления большого числа нерегулярных струй вагонопотоков малой мощности (рис. 1) [5]. Это приводит к возникновению потерь в среднем до 20-30 млн. рублей для предприятий со среднесуточным вагонооборотом 2 тыс. вагонов в результате перепростоя вагонов и нерационального использования транспортной инфраструктуры.

Основная причина возникновения подобных явлений заключается в том, что принятая в настоящее время форма организации управления вагонопотоками недостаточно точно в оперативном режиме учитывает усложнение структуры вагонопотоков.

Современным инструментом управления вагонопотоками являются методы динамической оптимизации. Существующие методы динамического согласования производства,