
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК-004.358

АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ГРУЗОВОГО ПОРТА НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

А.А. Ханова, И.О. Григорьева

Рассмотрены состав и структура логистических затрат грузового порта. Приведена сравнительная характеристика методов учета логистических затрат. Выявлен характерный метод учета для грузовых портов – Standart costing. Сформулирована форма для анализа калькуляции логистических затрат. Описана имитационная модель анализа логистических затрат, приведены результаты испытания модели.

Астраханская область является стратегически важным транспортным узлом, в котором пересекаются каспийские морские и волжские речные пути с железнодорожными и автомобильными трассами России.

Тенденции развития транспортного рынка в Астраханской области – перевалка крупногабаритных грузов и контейнерные перевозки между Россией, Ираном и Юго-Восточной Азией. Указанный рынок транспортных услуг является, по мнению экспертов, остро конкурентным. Только в Астраханском регионе работают 12 операторов. Кроме того, потенциальными конкурентами являются портовые терминалы других регионов. Все это делает необходимым применение инновационных технологий управления для совершенствования процессов переработки грузов.

Существенную часть показателей деятельности грузового порта, как и любого другого предприятия, составляют затраты.

Понятие логистических затрат

Затраты – это суммарные жертвы предприятия, связанные с выполнением определенных операций. Логистические затраты – затраты трудовых, материальных, финансовых и информационных ресурсов, обусловленные выполнением предприятиями заказов потребителей. Логистические издержки – потери-последствия отклонений многих технико-экономических факторов от принятых при разработке планов.

Состав и структура логистических затрат определяются объемом и характером логистических операций (погрузка, разгрузка, затаривание, перевозка, приемка и отпуск со склада, хранение, перегрузка с одного вида транспорта на другой, сортировка и т.п.). Общая сумма логистических затрат складывается из тех расходов, которые производятся различными звеньями логистической цепи, связанными логистическими функциями. Основная часть логистических затрат в грузовых портах связана с погрузочно-разгрузочными работами¹.

Логистические затраты и издержки по основным логистическим функциям и операциям представлены в таблице 1.

Соотношение логистических затрат и издержек по функциям

Логистическая функция	Логистические затраты	Логистические издержки
Логистическое администрирование	Затраты на содержание административно-управленческого персонала логистических служб предприятия; материально-техническое и транспортное обеспечение их деятельности; расходы на содержание и обслуживание транспортных средств; затраты на командировки; оплата консультационных, информационных, аудиторских, банковских услуг; представительские расходы	Издержки из-за сложностей во взаимодействии внутри компании; издержки из-за отсутствия соответствующей информации
Поступление, обработка, оформление заказа	Трансакционные затраты; затраты по оформлению заказа, на сбор, хранение и передачу данных о заказе; стоимость контроля исполнения заказа	Издержки, связанные с организацией повторных логистических операций, обеспечивающих исполнение договорных обязательств по поставкам
Планирование производства	Затраты на конструкторскую и технологическую подготовку производства, переналадку, производство готовой продукции, на внутривыпускную транспортировку, обеспечение качества и поддержание уровня производства; затраты замещения	Издержки вследствие несоответствия количества потребностям, несоответствия по качеству, дефицитных ситуаций, нарушения производственного ритма
Закупки продукции	Трансакционные затраты (на поиск поставщиков, переговоры, разработку договора); затраты на оценку конъюнктуры рынка предложения; затраты на выбор оптимальной модели и условий; затраты на оформление и размещение заказов; затраты на приобретение продукции	Издержки от несоответствия цены качеству; издержки от возврата материалов поставщику; оплата простоев рабочих складского персонала
Поставка продукции	Затраты на формирование отправок, сбор, хранение и передачу данных о поставках, на погрузочно-разгрузочные работы и транспортировку	Штрафы, пени, неустойки за превышение норм простоя транспортных средств под погрузкой или разгрузкой, срывы сроков поставки. Издержки в связи с некомплектностью поставки, возвратом заказа, излишней поставкой, наличием претензий к качеству
Сбыт продукции	Трансакционные затраты (на поиск покупателей, переговоры, разработку договора); эксплуатационные затраты по упаковке; затраты на удаление отходов и утилизацию	Издержки от недостачи, вследствие задержек в производстве; издержки от неаккуратной обработки грузов

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Доставка заказа	Трансакционные затраты; затраты на погрузочно-разгрузочные работы, амортизацию машин и механизмов	Издержки от увеличения транспортных затрат, нарушения графика движения
Складирование и хранение продукции на складе	Затраты на складирование поступающих материалов, промежуточное складирование, складирование готовой продукции, управление запасами; затраты на количественную и качественную приемку продукции; затраты на выполнение специальных заказов; затраты на получение, внутрискладское перемещение, хранение, сортировку продукции; затраты, связанные с платой за оборотные средства в запасах и основные фонды складов; расходы по содержанию и эксплуатации складов; общескладские расходы; заработная плата складского персонала	Утрата, хищение продукции; потери при хранении, потери продукции в пути; издержки на оплату труда складского персонала сверх нормативного количества

Ниже представлен ряд показателей логистических затрат, наиболее важных для оценки погрузочно-разгрузочных работ грузовых портов (табл. 2).

Таблица 2

Классификация логистических показателей грузового порта

Наименование логистических затрат	Формула	Обозначения
Затраты на амортизацию кранового оборудования порта, $Z_{ам_кр}$	$\sum_i^n \frac{Pc_i \times t}{T_{cni}} \times 12$	Pc_i – первоначальная стоимость i -го крана, T_{cni} – время службы i -го крана (в годах), t – время моделирования (в месяцах), n – количество кранов
Затраты на амортизацию складских автопогрузчиков порта, $Z_{ам_са}$	$\sum_i^n \frac{Pc_i \times t}{T_{cni}} \times 12$	Pc_i – первоначальная стоимость i -го складского автопогрузчика, T_{cni} – время службы i -го складского автопогрузчика (в годах), t – время моделирования (в месяцах), n – количество складских автопогрузчиков
Затраты на амортизацию вагонных автопогрузчиков порта, $Z_{ам_ва}$	$\sum_i^n \frac{Pc_i \times t}{T_{cni}} \times 12$	Pc_i – первоначальная стоимость i -го вагонного автопогрузчика, T_{cni} – время службы i -го вагонного автопогрузчика (в годах), t – время моделирования (в месяцах), n – количество вагонных автопогрузчиков
Затраты на амортизацию автомашин порта, $Z_{ам_авто}$	$\sum_i^n \frac{Pc_i \times t}{T_{cni}} \times 12$	Pc_i – первоначальная стоимость i -й автомашины, T_{cni} – время службы i -й автомашины (в годах), t – время моделирования (в месяцах), n – количество автомашин
Затраты на зарплату бригады рабочих, $Z_{з/пл_раб}$	$\sum_i \Phi_i \cdot V_i \cdot K_i$	Φ_i – тарифная ставка за перемещение 1 т i -го типа груза, V_i – объем перемещенного i -го типа груза, K_i – количество рабочих, переместивших i -й тип груза

Наименование логистических затрат	Формула	Обозначения
Затраты на топливо автомашин, $Z_{m_авто}$	$\sum_i T_i \cdot Z_{ai}$	T_i – время работы i -ой автомашины (в часах), Z_{ai} – средняя величина расхода топлива i -ой автомашины в час
Затраты на топливо складских погрузчиков, $Z_{m_ск}$	$\sum_i T_i \cdot Z_{ci}$	T_i – время работы i -ого складского погрузчика (в часах), Z_{ci} – средняя величина расхода топлива i -ого складского погрузчика в час
Затраты на топливо вагонных погрузчиков, $Z_{m_ва}$	$\sum_i T_i \cdot Z_{vi}$	T_i – время работы i -ого вагонного погрузчика (в часах), Z_{vi} – средняя величина расхода топлива i -ого вагонного погрузчика в час
Затраты на электроэнергию, Z_ϕ	$\sum_i T_i \cdot \mathcal{E}_i \cdot \Phi_\phi$	T_i – время работы i -го крана (в часах), \mathcal{E}_i – потребление электроэнергии i -го крана (кВт/час), Φ_ϕ – тарифная ставка стоимости электроэнергии (руб./кВт)
Затраты на ремонт, Z_p	$\sum_i T_i \cdot P_i$	T_i – длительность ремонта i -го оборудования (в днях), P_i – стоимость ремонта i -го оборудования в день
Затраты на складирование, $Z_{скл}$	$\sum_i t \cdot Z_{пл_i}$	$Z_{пл_i}$ – заработная плата i -го сотрудника склада в день, t – время моделирования (в днях)
Затраты за пользование вагонами, $Z_{польз}$	$\sum_i t_i \cdot \Phi_{польз}$	$\Phi_{польз}$ – расчетный размер платы за пользование вагонами, t_i – время пользования i -го состава.
Штрафы за превышение норм простоя состава вагонов, $Z_{ш}$	$\sum_i (t_i - 29) \cdot 200$	t_i – время нахождения i -го состава вагонов в порту, если оно составляет больше 29 часов
Затраты на промывку, дезинфекцию вагонов, $Z_{оез}$	$\frac{t \cdot C_m}{30}$	t – время моделирования в днях, C_m – величина оплаты за промывку и дезинфекцию вагонов в месяц

Методы учета и анализа логистических затрат

Планирование и учет логистических затрат дают возможность оценить их абсолютную величину, решать задачи по обоснованности увеличения или уменьшения величины этих затрат, определять направления их наиболее эффективного использования, анализировать и совершенствовать их структуру².

Известны следующие методы учета логистических затрат:

- Standart costing, по которому все затраты рассчитываются с использованием стандартов в количественном и денежном выражении до начала обслуживания потребителей;
- Direct costing, который разделяет логистические затраты на постоянные и переменные, при этом постоянные затраты относят на реализованную продукцию;
- Absorption costing, который разделяет все затраты на прямые и косвенные, которые относятся на реализованную продукцию и остатки продукции на складе.

В грузовых портах для учета затрат используется метод standart costing. Все затраты определяются по таким разным категориям, как амортизация, ремонт, заработная плата, жалование, вознаграждения.

Процедура анализа логистических затрат включает в себя:

- определение центров сосредоточения затрат – области, где накапливаются значительные затраты и где эффективное их снижение может принести ощутимые результаты;

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- нахождение важных пунктов затрат в пределах каждого центра их сосредоточения;
- рассмотрение бизнеса в целом как единого потока затрат;
- рассмотрение стоимости как суммы, которую платит потребитель, а не как суммы затрат, возникающей в пределах предприятия;
- классификацию затрат в соответствии с их основными характеристиками для осуществления диагностики логистических затрат (табл. 2).

Анализ можно проводить по величине затрат в целом и в разрезе статей калькуляции. Форма анализа калькуляции затрат представлена в таблице 3.

Таблица 3

Форма анализа калькуляции затрат

Калькуляционные статьи затрат	Предыдущий год	Отчетный год		Отклонения, %	
		По плану	Фактически	От плана	От предыдущего года

Существуют определенные факторы, влияющие на уровень затрат. К ним можно отнести: условия труда и технику безопасности; количество и уровень квалификации персонала; объем и другие условия заказа; применение современных информационных технологий; количество заказов; объем спроса; изменение объемов хозяйственной деятельности; уровень использования ресурсов; применение современных технологий, передовых методов; использование собственных транспортных средств; потери от простоя; тарифы на перевозку. Каждый из факторов в большей или меньшей степени влияет на уровень той или иной части логистических затрат.

Имитационное моделирование является одним из наиболее эффективных методов анализа, каким образом влияет каждый из факторов на изменение уровня логистических затрат³.

Описание имитационной модели грузового порта

Разработка имитационной модели включает в себя следующие этапы: исследование технологического обеспечения грузового порта; исследование технологических процессов, протекающих в грузовом порту; определение параметров имитационной модели (транзакты, время их появления, обслуживания, маршрутов следования); выбор средства разработки; разработка имитационной модели; прогон модели с различными параметрами; проведение анализа уровня логистических затрат; формирование конкретных предложений по минимизации уровня издержек.

Средством проектирования выбрано средство BPWin корпорации Computer Associates, средством моделирования – ПИМ ARENA 8.0, а анализ затрат проводился средствами Visual Basic for Application, а также MS Excel. Данные анализа выгружаются в MS Excel из ПИМ ARENA 8.0 после каждого прогона модели.

Технологический процесс погрузочно-разгрузочных работ представлен в функциональной диаграмме SADT (IDEF.0) «Технологический процесс перевалки грузов», декомпозиция представлена на рис. 1. Входной информацией являются: график прихода вагонов; график прихода судов. Результатом выполнения функции (выход) является информация об объеме перевалки грузов. Управляющей информацией являются: правила прибытия; правила погрузки/выгрузки; правила хранения. Механизмами, осуществляющими деятельность, являются тепловоз, судно, крановое оборудование и складские работники.

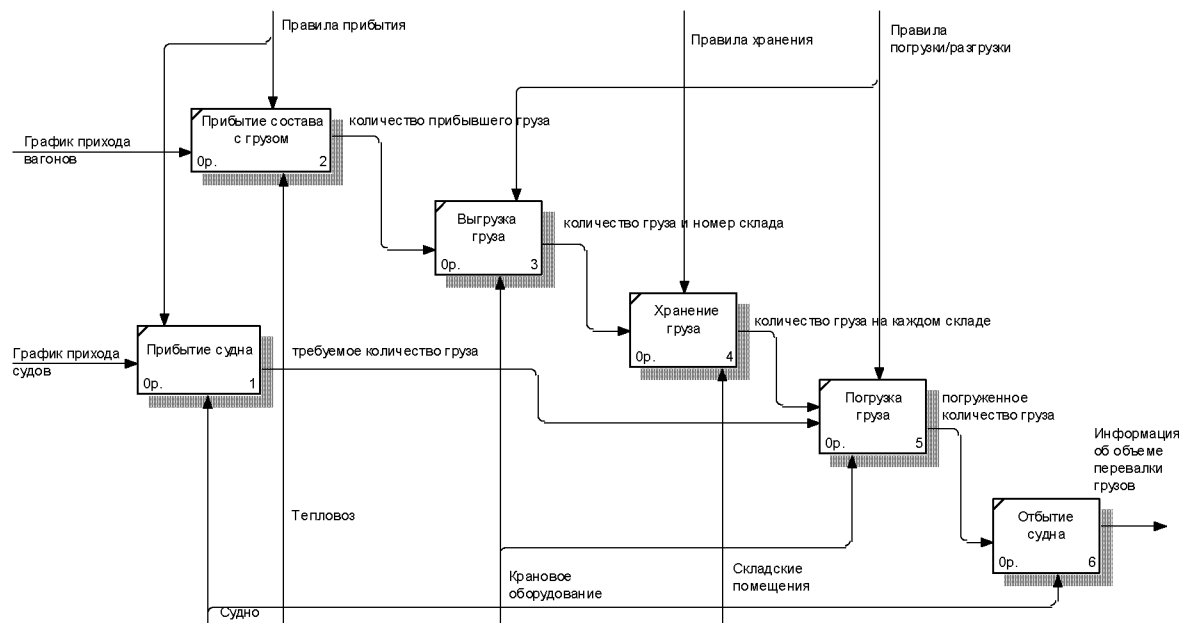


Рис. 1. Функциональная диаграмма SADT (IDEF0) технологических процессов перевалки грузов. Декомпозиция

Диаграмма технологического процесса состоит из шести блоков, характеризующих основные операции, которые выполняются в процессе выполнения погрузочно-разгрузочных работ в грузовом районе Астраханского морского порта. Каждый из этапов погрузочно-разгрузочных работ имеет особые параметры в зависимости от типа груза. Данные параметры определены в технологических картах по видам груза.

Имитационная модель представлена диаграммой SADT (IDEF.0) «Имитационная модель работы морского порта» (рис. 2). Входными данными являются: статистическая информация; данные о технологических процессах (структура грузооборота, тарифы на энергоносители, ставки оплаты труда рабочим в зависимости от вида груза); схематический план грузового района; информация о ресурсной базе порта; информация о влиянии внешних факторов (метеословия). Выходная информация: отчеты; результаты моделирования. Механизмами являются разработчик имитационной модели, пакет имитационного моделирования ARENA 8.0, MS Excel. Управляющая информация: требования к модели; документы, осуществляющие нормативное регулирование деятельности порта.

Объекты модели: ресурсы (крановое и перегрузочное оборудование); транспортеры (локомотивы и паромы); транзакты (прибывающие вагоны и суда); очереди к ресурсам и транспортерам. Основными источниками получения данных стали статистическая отчетность порта по погрузочно-разгрузочным работам и опрос сотрудников. Входные данные, необходимые для моделирования, представлены в таблице 4.

Испытание модели

Проведем эксперимент, который позволит определить будущие затраты. К примеру, в мае 2007 г. был следующий грузооборот: бумага – 25 %, пилолес – 20 %, металл – 42 %, асбест – 7 %, целлюлоза – 5 %. Кроме того, топливо стоило 12 руб., электроэнергия – 1,6 руб. Необходимо определить как изменятся затраты в июне по сравнению с маем, если топливо будет стоить 12,5 руб., электроэнергия – 1,68 руб. При этом увеличится объем контейнерных перевозок за счет пилолеса на 6 %.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

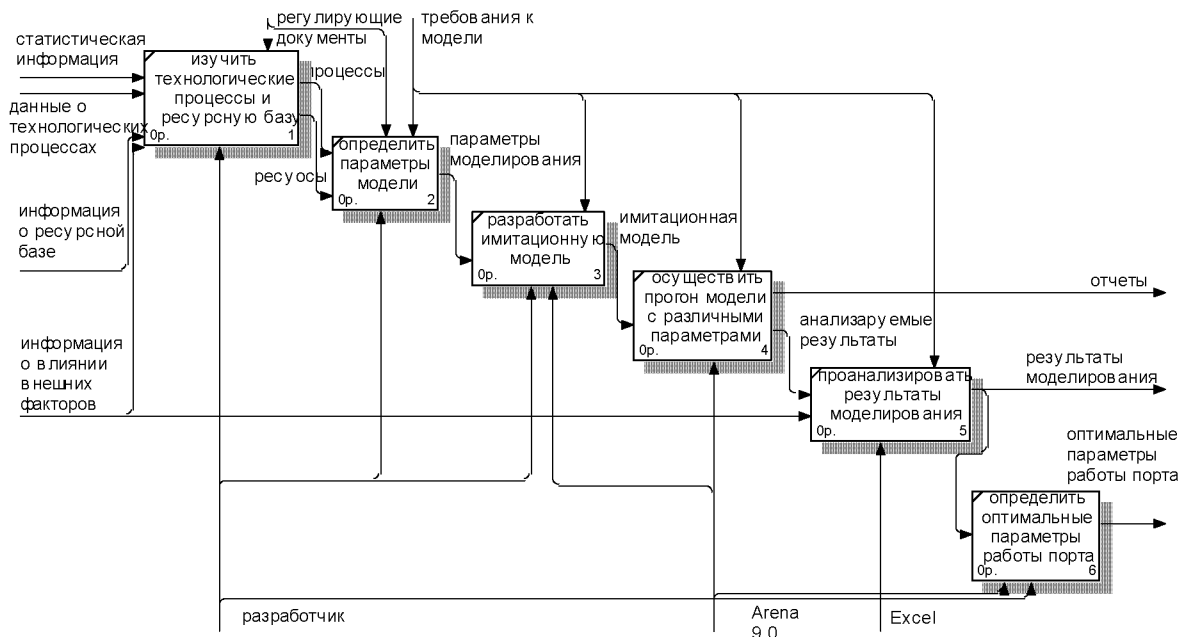


Рис. 2. Функциональная диаграмма SAIT (IDEF0) имитационной модели.
Декомпозиция

Таблица 4

Моделируемые данные		
Данные	Источник данных	Значение
Время прибытия вагонов	Опрос сотрудников	Прибывают с интервалом 8–9 часов
Скорость выгрузки/загрузки по типам грузов	Технологические карты	300 документов за период 01.06.06 – 31.01.07 гг.
Количество требуемых ресурсов для осуществления погрузки / разгрузки	Технологические карты	300 документов за период 01.06.06 – 31.01.07 гг.
Число вагонов в составе	Приходные железнодорожные накладные	8 вагонов
Время прибытия судов	Опрос сотрудников	Прибывают с интервалом 50–70 часов
Грузоподъемность судов	Опрос сотрудников	3700–4000 т
Количество кранового оборудования	Опрос сотрудников	8 шт.
Объемное соотношение видов прибывающих грузов	Структура грузооборота порта в 2006 г.	См. рис. 3

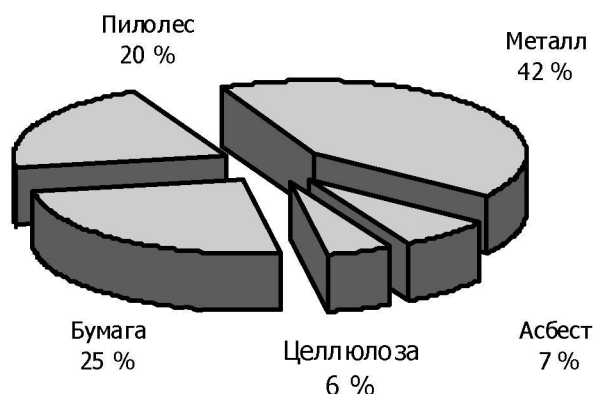


Рис. 3. Структура грузооборота в 2006 г.

В базовом варианте в результате прогона модели были получены данные по статьям затрат, приведенным в таб. 2. Общая сумма затрат составила 2 153 063 руб. Изменяя входные параметры модели, осуществляется повторный прогон, при этом полученные предыдущие данные используются для анализа как базовые. Результаты моделирования сводятся в табл. 3. В измененном варианте уровень затрат увеличился на 1,23 % и составил 2 179 535 руб. На основе полученных с помощью имитационной модели данных можно сделать выводы по направлениям снижения затрат. В рассмотренном случае достаточно большую часть затрат составляют затраты на топливо, электроэнергию и оплату труда. Можно предложить перевести на газ часть используемой перегрузочной техники или пересмотреть ставки рабочим по типам грузов.

Решены задачи, сводящиеся к выявлению «узких мест» в работе грузового порта, оценке и анализу влияния различных факторов (метеоусловия, структура грузооборота, тарифы на энергоносители и ставки рабочих) на отдельные статьи затрат и функционирование порта в целом.

¹ Эффективность логистического управления: Учебник для вузов / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. М.: Экзамен, 2004. 448 с.

² Маркарьян Э.А., Маркарьян С.Э., Герасименко Г.П. Управленческий анализ в отраслях. М.: ИКЦ Март, 2007. 320 с.

³ Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. СПб.: Питер; Киев: BHV, 2004. 847 с.