

Математические методы менеджмента качества в информационных системах транспортной логистики

А. Г. Шмелева¹, А. И. Ладынин²

ФГБОУ «МИРЭА – Российский технологический университет»

¹ann_shmeleva@mail.ru, ²andrey.ladynin@hotmail.com

Э. Е. Смирнова³, Т. А. Рябчик⁴

ФГБОУ «Российский университет транспорта (МИИТ)»

³7617256@mail.ru, ⁴rybchik05@mail.ru

Аннотация. В работе представлены подходы к управлению качеством на основе анализа ключевых характеристик логистических провайдеров с использованием математических методов. Представлено решение модельной задачи оценки пропускной способности и отказоустойчивости департаментов логистики с использованием разработанной на основе положений теории массового обслуживания программной реализации. Рассмотрено решение задачи выявления наиболее важных нештатных ситуаций департаментов логистики на основе программной реализации методологии анализа Парето.

Ключевые слова: менеджмент качества; логистика; информационная система; анализ Парето; система массового обслуживания; программная реализация

I. ВВЕДЕНИЕ

Приоритетным направлением прикладных исследований в области корпоративных информационных систем является разработка программного обеспечения, направленного на поддержку принятия решений в задачах стратегического планирования и управления. Компании и корпорации заинтересованы в разработке актуальных программных комплексов направленных на автоматизацию расчетов и формирование взвешенных решений [1].

Одной из динамично развивающихся сфер, испытывающих экономический рост, является сфера крупных грузоперевозок и предоставления логистических услуг. Тенденции развития компаний и корпораций свидетельствуют о переходе к модели аутсорсинга услуг логистики. В настоящее время, все больше компаний привлекают 3PL-провайдеров, делегируя перевозки, контроль и доставку грузов. На рис. 1 представлена диаграмма объема мирового рынка 3PL-услуг в период 2010–2016 гг.

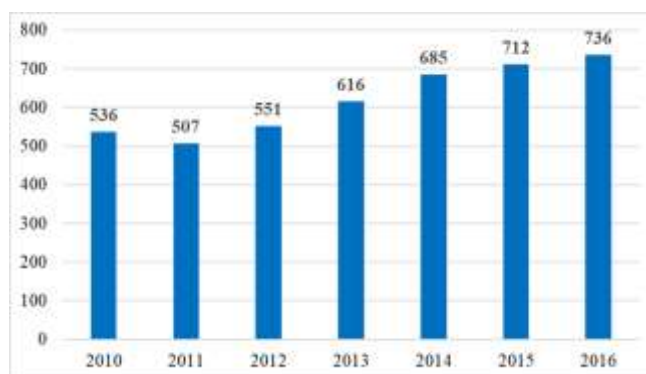


Рис. 1. Динамика объема мирового рынка 3PL- услуг за период с 2010 по 2016 гг., млрд. долларов

Логистические провайдеры предлагают широкий спектр услуг, комплексные решения для ведения бизнеса. Среди прочего, зону ответственности 3PL-провайдеров составляют следующие задачи:

- обеспечение и мониторинг грузоперевозок;
- складирование грузов;
- контроль качества в соответствии со стандартами;
- оформление грузов и управление документооборотом;
- индивидуальное страхование грузов.

Представленный список не является полным, но позволяет сделать выводы о вариативности и многогранности возникающих задач. Современные конкурентные отношения предполагают внедрение актуальных технологий обработки и анализа информации, с целью повышения конкурентоспособности. Одним из перспективных направлений развития методов решения возникающих задач корпоративного управления является разработка систем поддержки принятия решений (СППР) – информационных систем, объединяющих актуальные методы обработки и анализа информации в единую программную среду [2–5].

II. ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И АНАЛИЗ ПАРЕТО В ЗАДАЧАХ ЛОГИСТИКИ

Конкурентоспособность логистических провайдеров находится в тесной корреляции с количеством обслуживаемых заказов и степенью удовлетворенности клиентов. Ключевыми показателями для транспортных компаний принято считать пропускную способность и отказоустойчивость департаментов логистики. Актуальным направлением моделирования задач обработки множественных запросов являются системы массового обслуживания (СМО). СМО представляет собой совокупность заявок (логистических запросов) и аппаратов обслуживания – департаментов логистики 3PL-провайдеров.

СМО принято классифицировать следующим образом:

- системы с отказами, для которых заявки, не обеспеченные свободным исполнителем, теряются;
- системы с ожиданием, в которых присутствует накопитель бесконечной емкости заявок, образующий очередь на обслуживание;
- системы с накопителями конечной ёмкости (ожиданием и ограничениями), в которых длина очереди не может превышать объема буфера (заявка, поступающая в переполненную СМО, теряется).

Применительно к задачам логистики, наибольшую актуальность представляют системы третьего типа – с ожиданием и ограничениями на длину очереди. На рис. 2 представлена модель СМО с ограничениями и отказами.

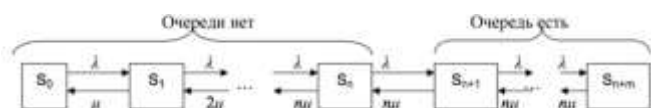


Рис. 2. Граф СМО с ограниченной очередью

Проектирование пунктов обслуживания грузов предполагает тщательное исследование прогнозируемых характеристик загруженности, объемов складываемых и транспортируемых грузов, стоимости аренды, фондов оплаты труда, и т.д. Возникает потребность анализа разнородных факторов, оказывающих влияние на проектируемую систему. Наряду с задачами планирования, необходимо учитывать нештатные ситуации, возникающие в ходе реализации разработанных стратегий управления.

Одним из актуальных методов исследования причин возникновения нештатных ситуаций является анализ Парето. В общем случае, правило Парето можно сформулировать следующим образом: «В основе 80% возникающих проблем лежат 20% причин». Правило Парето актуально для большинства ситуаций, подчиняющихся причинно-следственным связям: отказы на производствах, технологические сбои, задержки реализации проектов и т.д. [6]. Применительно к задачам логистики, методология Парето может быть использована для анализа причин возникновения нештатных ситуаций в

ходе транспортирования и хранения грузов, работы логистических департаментов, обеспечения сопровождения грузоперевозок. Анализ Парето предоставляет возможность проводить единовременное исследование разнородных факторов, выявляя причины на основе статистической выборки, накопленной за определенный промежуток времени. Анализ Парето, наряду с диаграммами Исикавы, SWOT и PEST-анализом принят в качестве одной из доктрин контроля качества в Японии на производствах государственной важности и в 2009 году был внедрен в структуру контроля качества ОАО РЖД соответствующим стандартом.

III. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И ОТКАЗООУСТОЙЧИВОСТИ ДЕПАРТАМЕНТОВ ЛОГИСТИКИ

Рассмотрим пример использования систем массового обслуживания для исследования ключевых характеристик 3PL-провайдеров и анализа Парето с целью обеспечения контроля качества оказываемых логистических услуг. Рассмотрим задачу проектирования департамента грузоперевозок: допустим, предполагаемая нагрузка технологических мощностей составляет 9 грузовых автомобилей в час, распределение и отправку груза осуществляют 5 операторов. Среднее время выполнения логистического заказа – 25 минут. Максимальная длина очереди составляет 3 единицы, в случае, если очередь переполнена – заказ теряется. Оценим вероятность отказов в обслуживании и образования очереди, представив начальные данные в виде таблицы (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1 Начальные данные задачи оценки пропускной способности департамента логистики

Начальные данные	
Число обслуживающих операторов	$n = 5$
Интенсивность поступления заявок	$\lambda = 0,15 \text{ мин}^{-1}$
Среднее время выполнения заказа	$\mu = 0,04 \text{ мин}^{-1}$
Максимальная длина очереди	$m = 3$

Перейдем к решению задачи с использованием программного модуля системы поддержки принятия решений «ШАГ» (СППР «ШАГ») [7]. Для этого в диалоговом окне выберем пункт меню, соответствующий данной модели – многоканальной СМО с ограниченной очередью и отказами. Введем начальные данные задачи и перейдем к расчету выходных параметров СМО (рис. 3).

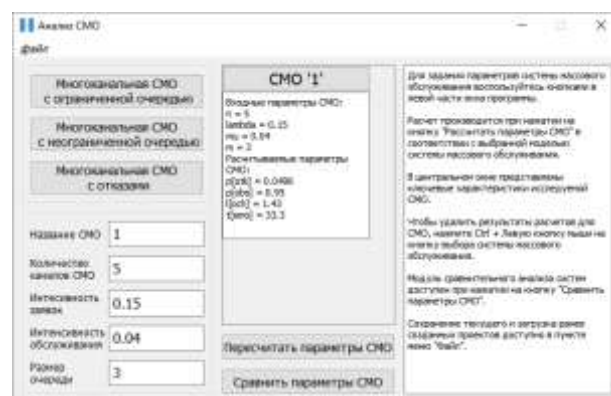


Рис. 3. Главное окно программного модуля анализа СМО

В результате расчетов, выходные параметры оцениваемой производственной системы составляют следующие значения: вероятность успешной обработки заказа составляет 95%; среднее число заказов в очереди равняется 1,42 ед.; среднее время обслуживания составляет 33 минуты. Полученные данные свидетельствуют, что моделируемая система удовлетворяет предъявляемым требованиям отказоустойчивости при заданных параметрах нагрузок.

IV. АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ ЗРЛ-ПРОВАЙДЕРОВ

Перейдем к программному модулю анализа Парето, направленному на определение множества наиболее значимых причин возникновения нештатных ситуаций. Предположим, что в течение некоторого временного интервала сформированы следующие статистические данные (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2 СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРЕ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ

Номер причины	Название причины	Количество
Причина 1	Отказ от дополнительных услуг	33
Причина 2	Порча грузов	45
Причина 3	Дорожно-транспортные происшествия	15
Причина 4	Поломки автотранспорта	56
Причина 5	Простой грузового транспорта	23
Причина 6	Опасные погодные условия	5

Рассмотрим решение задачи выявления наиболее значимых причин возникновения отказов в ходе функционирования логистической компании с использованием разработанного программного модуля СППР «ШАГ». Интерфейс программного модуля включает окна ввода начальных данных и вывода промежуточных результатов анализа, а также окно отображения наиболее значимых причин возникновения нештатных ситуаций (рис. 4). Рассмотрим решение модельной задачи: для работы с программой, пользователю необходимо указать начальные данные, нажать интерактивные кнопки «Анализ» и «Расчет». Определим начальные данные и проведем анализ Парето. Результаты анализа показали, что причины №4, №2 и №1 являются главными и составляют 76% от общего суммарного количества зафиксированных нештатных ситуаций.

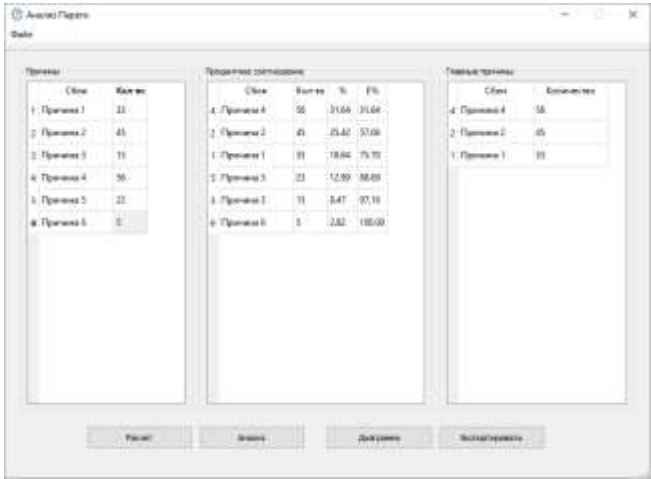


Рис. 4. Программный модуль анализа Парето

Рассмотрим диаграмму Парето, построенную в соответствии с представленными результатами расчетов (рис. 5). На графике приведены столбцы, отражающие процентное соотношение количества причин возникновения отказов, кумулятивная ломаная, представляющая накопленный процент отказов и перпендикуляры, отделяющие более значимые причины от менее важных.

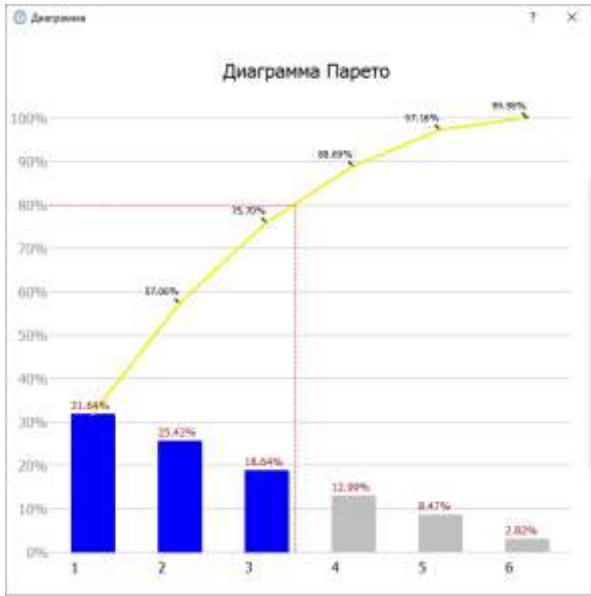


Рис. 5. Диаграмма Парето

Диаграмма в наглядном графическом виде представляет наиболее значимые причины возникновения нештатных ситуаций. Следующим этапом необходимо определить разработку мер для устранения представленных причин и снижения негативного влияния на стабильность системы.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системный подход к решению задач производственного планирования и управления является приоритетным направлением развития компаний и корпораций [8]. Представленные программные модули системы поддержки принятия решений позволяют проводить анализ сложных систем на основе актуальных методов имитационного моделирования. Использование современных программных решений в системах транспортной логистики позволяет усовершенствовать обработку и анализ информации, обеспечивает высокое качество оказываемых услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Shmeleva A.G., Ladynin A.I., Talanova Y.V., Galemina E.A., Manufacturing planning information system development. Proceedings of the 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), Moscow, 2018, pp. 366-369. DOI: 10.1109/EIConRus.2018.8317108.
- [2] Kar. A.K. A hybrid group decision support system for supplier selection using analytic hierarchy process, fuzzy set theory and neural network // Journal of Computational Science. 2015. 6 P. 23–33.
- [3] Saha C., F. Aqlan F., Lam S.S., Boldrin W. A decision support system for real-time order management in a heterogeneous production environment // Expert Systems with Applications. 2016. 60, P. 16–26.
- [4] Li B., Li J., Li W., Shirodkar S.A. Demand forecasting for production planning decision-making based on the new optimised fuzzy short time-series clustering // Production Planning & Control. 2012. 23(9), P. 663–673.
- [5] Abraham A. Intelligent Systems: Architectures and Perspectives, Recent Advances in Intelligent Paradigms and Applications, in Studies in Fuzziness and Soft Computing, Chapter 1, (eds A., Abraham, L., Jain and J., Kacprzyk) // Springer Verlag, Germany. 2002. P. 1–35.
- [6] Смиронова Э.Е., Ладынин А.И., Рябчик Т.А. Методология оценки степени удовлетворенности потребителей в системе менеджмента качества // Экономика и предпринимательство. № 8 (ч.4) – М.: Редакция журнала "Экономика и предпринимательство", 2017, с. 827-835.
- [7] Пат. РФ № 2017619109 / Шмелева А.Г., Ладынин А.И. Система поддержки принятия решений «ШАГ» (СППР «ШАГ») Оpubл. 15.08.2017 г.
- [8] Шмелева А.Г., Ладынин А.И., Бахметьев А.В. Некоторые аспекты формирования стратегических решений развития предприятия // Материалы международной научно-технической конференции «Информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике» «МНТК ФТИ-2017» . – М.: МТУ, 2017. С. 334-336.