

# Кросс-функциональное моделирование процессов взаимодействия коммерческих сетей



**Л. Н. Борисоглебская,**  
к. т. н., д. э. н., профессор,  
зав. кафедрой управления инновациями  
и бизнес-информатики,  
ФГБОУ ВО Курский государственный  
университет  
boris-gleb@rambler.ru



**С. М. Сергеев,**  
к. т. н., доцент,  
Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого  
sergeev2@inbox.ru

*В статье рассмотрены условия формирования оптимальных алгоритмов деятельности коммерческой сети. Предложены методы решения данной задачи с помощью усложненного алгоритма многоканальных систем массового обслуживания. Показано практическое применение и алгоритмизация математической модели как основы программного обеспечения для действующих распределительных центров, а также оптимизации на стадии проектирования новых.*

**Ключевые слова:** модель, коммерция, сетевая структура, алгоритм.

## Введение

Диапазон направлений деятельности сетевых коммерческих структур весьма широк и включает не только торговлю, но и услуги, почту, туризм, провайдинг, цифровые услуги такие как телевидение. Достаточно отметить, что тройка крупнейших сетевых коммерческих структур — это Wal-Mart Stores Inc., Foxconn, G4S PLC. Их спектр деятельности включает розничную торговлю, производство, услуги, как повсеместно востребованные основные направления массового сектора.

Деятельность отечественных коммерческих сетей в настоящее время выходит на качественно иной уровень. По данным Infoline [1] как крупнейшие «Магнит», «X5 Retail group», «Auchan», так и двадцатка других рейтинговых сетей устойчиво наращивают выручку в диапазоне от 6 до 35%. В первую очередь это вызвано тем, что крупные ритейлеры в России продолжают региональную экспансию и приблизились к европейским показателям, когда основные игроки, как правило, контролируют до 80% рынка. Отметим, что верхние строчки в рейтинге традиционно занимают компании сегмента FMCG (Fast Moving Consumer Goods) товаров повседневного потребления, особенно легкой и пищевой промышленности. Драйвером

развития здесь выступает то, что развивающиеся региональные сети весьма привлекательны для банков, имеют реальную возможность заимствовать под умеренный процент привлечением облигационных займов, выходом на IPO, иными финансовыми инструментами. Ритейл — один из немногих секторов экономики, который стабильно маржинален и в меру прозрачен и контролируем. В связи с этим, необходимо решать проблемы, связанные с тиражированием бизнеса на территории России, где имеются сложности, причем не только из-за дефицита инфраструктуры и логистики, но и отсутствия научно обоснованных методик расчета.

При такой организации бизнеса, возможно проводить единую маркетинговую и дистрибуторскую политику. Это ставит задачи разработки математических моделей [2], необходимых не только для анализа деятельности отдельного коммерческого предприятия, входящего в сетевую структуру, но и для целей системного управления, прогнозирования, и перехода на опережающие экономические показатели [3]. Их решение позволит привлекать кредиты, а возможность предвидеть перспективу работы, будет главным козырем для колеблющихся инвесторов.

Экспансия коммерческих сетей на территории России, запланирована на много лет вперед. При

абстрактном подходе, параметры данного процесса также могут быть спрогнозированы [4]. Однако, с учетом территориальной протяженности страны, крайней неоднородности социодемографического ландшафта, получаемые усредненные данные не имеют конкретного приложения для непосредственной работы участников рынка, и могут служить лишь реперными значениями при стратегическом планировании на достаточно протяженный горизонт. Деятельность коммерческих сетей протекает при реализационной и информационной анизотропии, а также неоднородности распределения и автономизации ресурсов. Это определяется, с одной стороны, разнообразием видов операций: производство, торговля, транспортировка, реклама, банковские транзакции и POS-терминалы. С другой стороны — прикладным конкретным содержанием их взаимодействия с внешней средой и между собой: информационное, материальное, финансовые потоки, бюджетирование, стратегическое планирование.

Так как большинство сетей к настоящему времени входят в число транснациональных корпораций, то проявляется один определяющий момент: для потоков бизнес-данных, происходящих в режиме реального времени, наблюдается прозрачность границ, а вместе с тем материальные, например, транспортировка товаров или сырья, вынуждены сталкиваться с различием в законодательстве и иных сферах. Это неизбежно приводит к таможенным процедурам и ряду ограничений при перемещении через границы государств. Также имеем распределение процессов в пространстве.

При рассмотрении и моделировании необходим учет неопределенности, которую вносят как движения рынка и предпочтений потребителей, так и меняющееся правовое поле, структура G2B.

### Постановка задачи моделирования процесса

Для целей моделирования процессов происходящих в коммерческой сети выделим понятие физической сети куда входят собственно узлы (например, торговые предприятия объединенные единым брендом, руководством, общей экономической структурой и рыночной политикой), консолидированный транспортный пул, производственные подразделения, терминалы, склады, распределительные центры, логистические службы, и введем для них понятие интерфейса, составляющего поверхность соприкосновения при взаимной коммерческой деятельности.

Формирование оптимальных алгоритмов деятельности коммерческой сети возможно только при условии построения адекватной математической модели. Это позволяет решать целый ряд задач:

- сквозное сопровождение деятельности объектов;
- формирование стратегии развития на основе опережающих показателей;
- работа в условиях рыночной неопределенности с применением математического аппарата теории стохастических процессов;
- динамическое взаимодействие с потребительским спросом в условиях непрерывно сменяющихся поколений инновационных продуктов;
- проведение стресс-тестов для выявления устойчи-

вости экономических показателей предприятия.

При этом главным приоритетом является задача четко сформулировать входные и выходные характеристики присущие каждому физическому объекту, а также взаимосвязи между данными показателями с учетом того, что все процессы в коммерческой сети имеют протяженность во времени.

Рассмотренные в литературе с подходы [5] основаны на применении теории массового обслуживания и построении на этой базе остаточных простых моделей. Кросс-системное [6] взаимодействие в свою очередь подразумевает согласование деятельности подразделений верхнего уровня. Для решения этой задачи предлагается сочетать использование экономического регулирования, математических моделей [7] и методик.

Рассмотрим пример взаимодействия поверхностей соприкосновения коммерческих служб. При формировании модели не имеет значения отрасль бизнеса, так как очевидно интерпретация может быть самая широкая. Это туристические, охранные, медицинские и различные направления сферы обслуживания. Отдельно, как самый значительный стоит сетевой сегмент розничной торговли, почты, обслуживающей сегодня все расширяющийся рынок онлайн-ритейла.

### Формализация задачи с применением информационных технологий

Прежде всего, введем понятие физической обслуживающей единицы. Это может быть робот-штабелер автоматического склада, сортировочный автомат почты, или же человек — грузчик магазина, сотрудник G4S службы, официант или гид. Для абстрагирования от конкретного содержания, примем общее название — пункт обслуживания. Для каждого пункта введем характеристику  $\mu$  — интенсивность обслуживания. Соответственно, для каждого варианта коммерческой деятельности существует свой вид требований на обслуживание. Введем общее понятие запроса и показатель  $\lambda$  интенсивности их потока. Поскольку в условиях конкурентной борьбы бизнес старается работать с максимальной нагрузкой, надо составить модель учитывающую возможность привлечения для работы все имеющиеся ресурсы. Это соответствует наиболее рациональной интенсивности использования мощностей предприятия.

### Метод решения на базе математических методов

Для решения данной задачи применим усложненный алгоритм многоканальных (multiserver system) систем массового обслуживания (СМО или QS-queueing system). На практике именуемый как bulk-service system, шеринговый. Дело в том, что очень часто при наличии нескольких пунктов обслуживания, при поступлении запроса, они все приступают к работе, если они свободны. При этом интенсивность обслуживания повышается в  $s$  раз:  $\mu^* = s\mu$ , где  $s$  — число пунктов. После выполнения работы все  $s$  пунктов освобождаются. Если поступает запрос при условии, что в системе запрос на обслуживании, то загрузку распределяют.

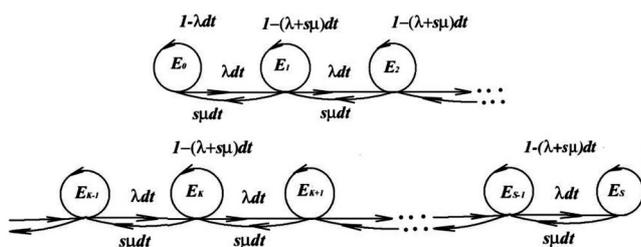


Рис. 1. Граф переходов

При моделировании пользуются Марковским характером процессов, и при условии участия всех пунктов в обслуживании не имеет значения, как распределяются пункты между запросами. Граф переходов системы представлен на рис 1. Можно написать уравнения состояния системы:

$$\left. \begin{aligned} P_0 &= -\lambda P_0 + s\mu P \\ 0 &= -(\lambda + s\mu)P_k + \lambda P_{k-1} + s\mu P_{k+1}, \quad k=1, 2, \dots, s-1 \\ 0 &= -s\mu P_s + \lambda P_{s-1} \end{aligned} \right\}.$$

Из этих уравнений получаем:

$$P_k = (\lambda / (s\mu))^k P_0,$$

для \$k=0, 1, \dots, s\$, а так как

$$\sum_{k=0}^s P_k = P_0 \frac{1 - \psi^{s+1}}{1 - \psi} = 1,$$

то получим вероятность обслуживания \$P\_{обсл}\$ и среднее число запросов \$s\$ в системе:

$$\begin{aligned} P_{обсл} &= 1 - P_s = \frac{1 - \psi^s}{1 - \psi^{s+1}}, \quad \tilde{s} = \sum_{k=0}^s k P_k = \frac{1 - \psi}{1 - \psi^{s+1}} \sum_{k=0}^s k \psi^k = \\ &= \psi \frac{1 - \psi^s [s(1 - \psi) + 1]}{(1 - \psi^{s+1})(1 - \psi)}. \end{aligned}$$

Эти формулы позволяют определять параметры системы.

### Практическое приложение для совершенствования работы ДС

Для практических целей потребовалась разработка описания процесса взаимодействия нескольких систем. Это актуально в реальности не только для коммерческой деятельности, но и любой, связанной с последовательностью операций или обслуживания.

В коммерческих задачах это в первую очередь связано с развитием концепции распределительных центров (ДС – distribution center). Данное понятие подразумевает строительство комплексов из нескольких блоков – «сухих», низкотемпературных складов и складов с регулируемой температурой, логистического комплекса, транспортной инфраструктуры. При этом выгода очевидна как для поставщиков, так и потребителей. Это:

- значительное снижение транспортных расходов;
- расширение возможностей для максимальной представленности согласованного ассортимента товаров в сети;

- возможность снижения документооборота между компаниями и связанных с этим расходов;
- снижение трудозатрат по обеспечению товаров всей необходимой товаросопроводительной документацией;
- рост объемов продаж товаров (в том числе за счет современных CRM-решений, Интернет-порталов web 3.0 и сегмента оптовой торговли).

Крупными сетевыми игроками наиболее востребованы распределительные центра класса «А» по версии Knight Frank или Swiss Realty Group. Их площадь от 25 тыс. м<sup>2</sup>, штат порядка тысячи сотрудников, способность формировать от 6 тыс. транспортных единиц в месяц, позволяет расширить дивизион обслуживания в пределах региона.

Наличие моноформатных ДС позволяет обеспечить централизацию товарных потоков от производителя до узлов сети (в том числе оптовых потребителей), эффективно доставлять грузы и формировать ассортимент. Крупнейшие игроки планирует завершить разделение логистики к 2017 г.

Наглядным примером сетевой коммерции, порожденным уходом ритейла в онлайн-пространство, является деятельность мощной структуры «Почта России». Большинство физических потоков поставщиков из более чем 20 стран мира, аффилированных в системах онлайн-магазинов обеспечено деятельностью почтовых отделений. Темпы увеличения грузопотока оказались такими, что их работа идет в режиме джетлага, а периодически возникающие заторы в почтовых терминалах, свидетельствуют о необходимости более серьезного подхода к алгоритмам их деятельности. Значительные средства сейчас вкладываются в современное оборудование для приема, обработки и сортировки почтовых отправлений, оптимизацию логистических процессов, развитие гибридной почты предназначенной для государственных и коммерческих организаций, осуществляющих массовые адресные рассылки. Это позволит не только повысить качество сервиса и ускорить доставку, но и разгрузить почтовые отделения, сократить очереди и усилить контроль над поступающими товарами. Аналогом распределительного центра здесь выступают автоматизированные сортировочные центры, также требующие оптимизации логистических и бизнес-процессов. Сходство также просматривается в запуске почтового сервиса «первой мили» для терминальных потоков на клиента.

Сегодня мощный сегмент С2С (consumer-to-consumer) служит для обозначения, схемы электронной торговли. Однако отличие от других схем в том, что как покупатель, так и продавец юридическом смысле не являются предпринимателями. В большинстве схем, такие взаимоотношения организует третья сторона, организатор торговой площадки. Чаще всего это сайты – агрегаторы объявлений, онлайн-интернет-аукционы. Достоинствами схемы С2С в первую очередь являются низкие транзакционные издержки и, соответственно конкурентная цена за товар. Всем широко известно применение модели С2С: успешные онлайн-аукционы охватывающие весь мир.

Алгоритмизация для создания ПО распределительного центра

Наиболее сложной проблемой оказалось разработку математической модели и формирование алгоритмов как основы программного обеспечения.

Здесь нужна методика формирования стандартов взаимодействия в структурных подразделениях коммерческой сети [8] не только в виде базовых алгоритмов, но и сложившегося среди практикующих специалистов системного научного подхода на основе применения математического аппарата. Такого рода объекты управления включают прохождение запросов последовательно через несколько систем обслуживания. Примером может служить деятельность описанного выше распределительного центра (DC) как узла коммерческой FMCG (Fast Moving Consumer Goods) сети на рис 2.

При этом выделим две стадии. На первой производится прием грузов из внешнего потока (input distribution). Это отражает поверхность соприкосновения с внешней средой и физически представляет набор пунктов обслуживания прибывающего транспорта. На второй проводится сортировка и распределение товаров по зонам и подразделениям распределительного центра. При этом работают алгоритмы определения режимов хранения (температура, влажность), предельной длительности, безопасности и выбора соответствующей зоны DC. Если при этом не удается определить трек распределения, груз возвращается на повторное выполнение стадий (departure process). Вероятность такого события равна  $(1-\theta)$ .

В этом случае СМО образуют сеть, которая характеризуется связями между отдельными системами и свойствами самих систем (рис. 2).

Для алгоритмизации рассмотрим сначала проблему в общем. Имеется сеть, которая включает количество  $M$  единиц систем обслуживания и один источник запросов. При этом, запросы выходящие из  $i$ -й системы ( $i=1, 2, \dots, M$ ) с вероятностью  $\theta_{ij}$  поступают в систему  $j=1, 2, \dots, M$ , или покидают сеть ( $j=0$ ). Из источника непосредственно в  $j$ -ю систему запросы поступают с вероятностью  $\theta_{0j}$ . Матрица передач, т. е. вероятностей поступления требований из одной системы в другую имеет вид:  $T = \|\theta_{ij}\|$ .

Данная матрица стохастическая справа и, соответственно выполняется:  $\theta_{00}=0, 0 \leq \theta_{ij} \leq 1$  для  $i, j=1, 2, \dots, M$ , а также

$$\sum_{j=0}^M \theta_{ij} = 1,$$

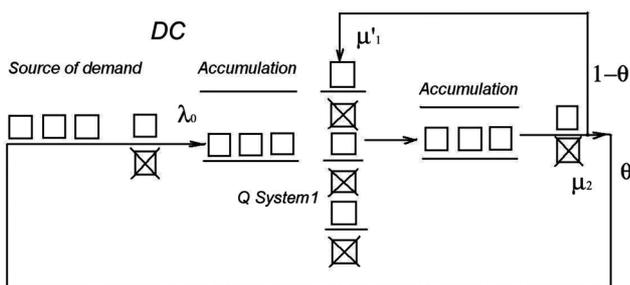


Рис. 2. Сетевая QS-структура

при  $i=1, 2, \dots, M$ .

Также формулируется граф передач. Вершины этого графа соответствуют системам обслуживания, дуги указывают возможность перехода запроса из одной СМО в другую, а числа на дугах — вероятность этого перехода. Для структуры, представленной на рис. 2, составим аналогично граф передачи.

Для определения характеристик сети, прежде всего, необходимо определить интенсивности потоков запросов в каждой системе в установившемся режиме. Тогда справедливо:

$$\lambda_j = \sum_{i=0}^M \lambda_i \theta_{ij}, \quad j=1, 2, \dots, M, \quad (1)$$

где  $\lambda_0$  — интенсивность источника запросов. В матричной форме (1) имеет вид:

$$\bar{\Lambda} = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_M\},$$

тогда

$$\bar{\Lambda} = \bar{\Lambda} T.$$

Интенсивности потоков в системе зависят от источника  $\lambda_0$ . Ранг системы уравнений (1) равен  $M$  и из нее можно определить:

$$\lambda_i = \alpha_i \lambda_0, \quad i=1, 2, \dots, M. \quad (2)$$

В замкнутой сети циркулирует конечное число запросов и матрица передач

$$T_1 = \|\bar{\theta}_{ij}\|$$

будет удовлетворять

$$\lambda_j = \sum_{i=1}^M \lambda_i \bar{\theta}_{ij}$$

при  $j=1, 2, \dots, M$ .

Интенсивности потоков в замкнутой сети определяются общим числом требований. Выбрав, любую, например  $i_0$  за базовую, можно определить:

$$\lambda_i = \alpha_i^{(i_0)} \lambda_0, \quad i=1, 2, \dots, M. \quad (3)$$

Тем самым достигнута инвариантность алгоритма.

В установившемся режиме разомкнутой сети вероятность нахождения запроса определяется, как  $P = PT$ . Отсюда получаем:  $(p_j/p_0) = (\lambda_j/\lambda_0) = \alpha_j$ . Относительная частота прохождения через систему  $j$  за  $T$  равна

$$\hat{p}_j = n_j/N,$$

где  $n_j$  — число запросов в системе  $j$ ;  $N$  — общее число запросов в сети.

При достаточно большом интервале времени

$$n_j/n_0 \rightarrow \alpha_j.$$

Таким образом, требования  $\alpha_j$  раз проходят через систему  $j$  прежде чем вернуться в источник. Следовательно

$$\bar{u} = \sum_{j=1}^M \alpha_j \bar{u}_j,$$

где  $\bar{u}_j$  — среднее время пребывания в системе с номером  $j$ .

Сложность расчета сетей заключается в том, что простейший поток запросов, поступающий на систему, на ее выходе в общем случае будет обладать последствием. Однако ввиду того, что в многоканальных системах происходит сложение потоков, то практически уже при сложении 4...5 потоков, суммарный поток теряет последствие [9]. Для таких показательных сетей существует установившийся режим и, если для каждой системы  $\psi_i = \lambda_i / \mu_i < 1$ , то он представляет собой суперпозицию установившихся режимов систем, нагруженных источниками, интенсивности которых  $\lambda_i$  определяются соотношениями (2).

Состояние сети  $E_{n_1, n_2, \dots, n_M}$  можно задать вектором, каждая составляющая которого представляет собой число запросов в соответствующей системе:

$$\bar{n}_{(i)} = \{n_1^{(i)}, n_2^{(i)}, \dots, n_M^{(i)}\}.$$

Вероятность этих состояний сети в установившемся режиме обозначим:  $P_{n_1, n_2, \dots, n_M}$ . Можно преобразовать это выражение так:

$$P_{n_1, n_2, \dots, n_M} = P_{n_1}^{(1)} P_{n_2}^{(2)} \dots P_{n_M}^{(M)} = \prod_{i=1}^M P_{n_i}^{(i)},$$

где  $P_n^{(i)}$  — вероятность  $n_i$ -го состояния, рассчитанная при условии, что эта система нагружена пуассоновским источником с интенсивностью  $\lambda_i$ .

Эти результаты можно обобщить на случай замкнутой сети, когда в сети циркулирует конечное число  $m$  запросов. В этом случае необходимы только такие составляющие,  $n(t) = \{n_1(t), n_2(t), \dots, n_M(t)\}$  для которых  $n_1(t) + n_2(t) + \dots + n_M(t) = m$  и  $P_{n_1, n_2, \dots, n_M} = 0$  при  $n_1 + n_2 + \dots + n_M \neq m$ .

Интенсивности потоков можно определить из уравнений (3) с использованием матрицы передач

$$\lambda_j = \alpha_j^{(i_0)} \lambda_{i_0},$$

где  $\lambda_{i_0}$  — интенсивность потока в произвольно выбранной системе  $i_0$ , которая в свою очередь определяется числом требований в сети. Тогда, если

$$P_{n_1}^{(1)} P_{n_2}^{(2)} \dots P_{n_M}^{(M)}$$

вероятности, то

$$P_{n_1, n_2, \dots, n_M} = \frac{P_{n_1}^{(1)} P_{n_2}^{(2)} \dots P_{n_M}^{(M)}}{\sum P_{n_1}^{(1)} P_{n_2}^{(2)} \dots P_{n_M}^{(M)}}$$

при

Таблица 1

Результаты расчета для выбранных исходных данных

Среднее время ожидания в очереди на обслуживание						
	Промежуточный накопитель на 15 позиций					
	интенсивность обслуживания = 0,15			интенсивность обслуживания = 0,08		
	Число постов			Число постов		
Интенсивность входного потока	5	8	14	5	8	14
30	5,8	3,2	1,1	9,3	5,4	2,3
70	28	7,9	2,7	64	22	7,4
120	—	21	8,4	—	81	16
220	—	78	19	—	—	34

Таблица 2

Результаты расчета для измененных исходных данных

Среднее время ожидания в очереди на обслуживание						
	Промежуточный накопитель на 25 позиций					
	интенсивность обслуживания = 0,15			интенсивность обслуживания = 0,08		
	Число постов			Число постов		
Интенсивность входного потока	5	8	14	5	8	14
30	4,9	2,8	0,8	8,1	4,2	1,6
70	21	6,4	2,0	47	14	5,7
120	51	17	6,2	94	47	12
220	—	55	14	—	88	22

$n_1 + n_2 + \dots + n_M = m$  и  $P_{n_1, n_2, \dots, n_M} = 0$  при  $n_1 + n_2 + \dots + n_M \neq m$ .  
Теперь можно рассчитать деятельность распределительного центра. Характер и конкретная форма или способ реализации, как потоков, так и обслуживания, принципиального значения не имеют.

### Пример расчета практического применения полученной методики

Для демонстрации применения приведенной методики используем данные полученные в рамках совместной деятельности бизнес-инкубатора [10] Санкт-Петербургского торгово-экономического университета и Сайменского университета Финляндии. Основой являются показатели работы корпорации SOK (Suomen Osuuskauppojen Keskuskunta). Данная бизнес-структура широко представлена не только в обслуживании сегмента ритейла (например, хорошо известная сеть Prisma), но и в сетях станций техобслуживания, торговле сельхозпродукцией, в направлении HORECA и др. При выборе компании SOK в качестве примера, учитывалось то обстоятельство, что данные по отчетности являлись прозрачными, основанными на собственном банкинге. Кроме того, деятельность SOK охватывает в полном объеме и онлайн-торговлю, что позволяет проследить весь путь потока товаров и услуг.

Исходными данными для системы рис 2. будут: объем накопителя, интенсивность обслуживания, число постов, интенсивность входного потока.

Применив формулы (1)-(3) получим, что для существования установившегося режима в узле необходимо выполнение неравенств:

$$\lambda_1 / (3\mu'_1) = \lambda_0 / (\theta 3\mu'_2) < 1 \text{ и } \lambda_2 / \mu_2 = \lambda_0 / (\theta\mu_2) < 1.$$

Выразим численные данные расчета времени нахождения в очереди на обслуживание в виде табл. 1 и пересчет для измененных данных в табл. 2.

Отсюда явно просматривается нелинейная зависимость, например, при увеличении потока менее чем в 2 раза при малом числе шеринговых постов, очередь на обслуживание увеличивается до бесконечности. Данный пример показывает потенциальные возможности для выбора параметров узлов коммерческих сетей, а также должен применяться при экономическом расчете на этапе бизнес-проектирования.

**Заключение**

Полученные аналитические выражения позволяют составить модель работы распределительного центра. Кроме того, становится возможным учесть изменения интенсивности входящих потоков и запрограммировать его управляющий сервер. При этом можно воспользоваться разработками [11], предлагающими алгоритм для представления сезонной интенсивности загрузки коммерческих структур. Это позволяет на основании среза экономических данных получить математическое ожидание интенсивности. Кроме того, полученные результаты хорошо применимы в моделировании воронки продаж [12], представляя переходы между этапами.

Что касается практического применения, то в первую очередь преимущества полученного результата раскрываются в области логистики. Наиболее распространенным узлом при этом сегодня является кросс-докинг. Это находит повсеместное применение при разгрузке материалов из прибывающего транспорта, и дальнейшей перегрузке в другие транспортные средства для последующей отправки в звенья логистической цепи. Такой маневр необходим либо для изменения типа перевозчика, либо для сортировки грузов на различные направления. Кроме того, зачастую кросс-докинг необходим для комбинирования партий грузов, прибывающих с различных направлений. Отличительной особенностью таких операций является минимальное или вообще отсутствующее время складирования. При этом требуется только зоны сортировки. Требование эффективности логистических служб также может быть обусловлено работой с грузами, имеющими ограниченный срок хранения. Тогда построение математической модели позволяет получить минимальные издержки от порчи грузов в пути.

Важность исследований в данном направлении обусловлена еще тем, что общая численность сотрудников ведущих коммерческих сетей — десятки миллионов людей, причем без учета связанных с их деятельностью организаций. Поэтому вопросы качественной и эффективной организации их работы несут не только экономический характер, но и социальное значение.

*Список использованных источников*

1. Retail survey 2015. Обзор состояния российского рынка. Infoline, 2015. – 230 с.
2. С. М. Сергеев. Математические модели в задачах управления ритейлерскими сетями // Вестник Тамбовского университета. Серия: «Естественные и технические науки». Т. 17. № 2. 2012. С. 666-668.

3. С. М. Сергеев. Выбор инновационной маркетинговой стратегии предприятий на основе экономико-математического моделирования // Инновации. № 3 (173). 2013. С. 116-119.
4. С. М. Сергеев. Формирование кросс-моделей коммерческой деятельности в инновационных условиях // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий (ПМТУКТ-2014). Сб. трудов VII Международной конференции. 2014. С. 414-417.
5. С. М. Сергеев. Кросс-функциональный менеджмент при стохастическом планировании // Экономика и менеджмент систем управления. Т. 8. № 2.1. 2013. С. 177-184.
6. С. М. Сергеев. Математическое моделирование порожденного спроса в коммерческих сетях // Экономика и менеджмент систем управления. Т. 16. № 2. 2015. С. 66-74.
7. Л. Н. Борисоглебская, И. А. Миронова, С. М. Сергеев. Моделирование коммерческой деятельности предприятий в условиях инновационных предложений // Инновации. № 1. 2013. С. 8.
8. Л. Н. Борисоглебская, С. М. Сергеев, И. А. Миронова. Система оценки конкурентоспособности предприятия с учетом базовых экономических индексов, инфляционного фона, сезонных трендов (на примере легкой промышленности) // Вестник Университета (Государственного университета управления). № 13. 2013. С. 14-22.
9. С. М. Сергеев. Моделирование J.I.T. менеджмента кластера пищевой промышленности // Экономика и менеджмент систем управления. Т. 8. № 2. 2013. С. 62-68.
10. С. М. Сергеев. Кросс-функциональное моделирование процессов управления коммерческой активностью // Известия института математики и информатики Удмуртского государственного университета. № 1. 2012. С. 73.
11. Л. Н. Борисоглебская, С. М. Сергеев. Моделирование динамических процессов в сетевых объектах с саморегулируемыми экономическими связями // Математика и ее приложения. № 1. 2011. С. 7-14.
12. С. М. Сергеев. Математическое моделирование потоков через POS-терминалы // Вестник Тамбовского университета. Серия: «Естественные и технические науки». Т. 18. № 1. 2013. С. 227-229.

**Cross-functional modeling of intersection points to commercial chain**

**L. N. Borisoglebskaya**, PhD, doctor of science, professor, Head of Sub-faculty «Innovation Management and Business Informatics», Kursk State University.

**S. M. Sergeev**, PhD, assistant professor, Institute of Industrial Management, Economy and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.

This article is devoted to the problem of research the conditions for the formation of optimal algorithms commercial network activity. The methods of solving this problem are based with the help of complex algorithm multichannel queuing systems. Displaying the practical application of a mathematical model and algorithmization as a software framework for existing distribution centers, as well as optimizing activity for the design stage of new ones.

**Keywords:** model, commerce, network structure, the algorithm.