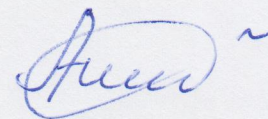


На правах рукописи



Александр Вячеславович Баль

**МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ
ТОВАРНЫМИ ЗАПАСАМИ В МУЛЬТИФОРМАТНЫХ
ПРОДУКТОВЫХ РОЗНИЧНЫХ СЕТЯХ**

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных и экономических
системах

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Челябинск – 2015

Диссертационная работа выполнена на кафедре информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ
Логиновский Олег Витальевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
заведующий лабораторией активных систем
ФГБУН «Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова» РАН
Бурков Владимир Николаевич

кандидат технических наук, старший научный
сотрудник, заместитель директора по развитию
Челябинского филиала ФГБОУ ВПО «Российская
академия народного хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской Федерации»
Иванов Олег Петрович

Ведущая организация – ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»

Защита состоится 20 апреля 2015 года, в 13:00 часов, на заседании диссертационного совета Д 212.298.03 при ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) по адресу: 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76, зал заседания диссертационного совета № 1 (ауд. 1001 главного корпуса).

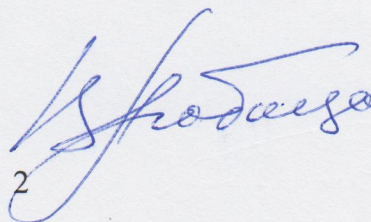
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет).

Сведения о защите и автореферат диссертации размещены на официальном сайте ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) <http://www.susu.ac.ru>

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просим выслать по адресу: 454080, г. Челябинск, пр. им. Ленина, 76, ЮУрГУ, ученый совет, тел. (351) 267-91-23, факс (351) 265-62-05.

Автореферат разослан «__» февраля 2015 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета


В.Н. Любицын

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В диссертационной работе изложены опубликованные, апробированные и внедрённые в практику основные научные положения и результаты решения актуальной научно-технической задачи разработки методов и моделей управления товарными запасами в мультиформатных розничных сетях.

Диссертационная работа базируется на научных трудах таких известных ученых и специалистов, как Е.А. Бузукова, В.Н. Бурков, И.И. Елисеева, А.В. Костров, О.В. Логиновский, Д.А. Новиков, А.Н. Стерлигова, А. Шеер, Д. Шелдрейк, А.Л. Шестаков, В.И. Ширяев, Шрайбфедер Д.

Актуальность темы. Несмотря на то, что методы и модели управления товарными запасами разрабатывались и использовались, особенно в зарубежных странах, в течение многих лет, тем не менее, в отечественной практике их применение носило фрагментарный характер, не способствующий комплексному пониманию динамики развития торгово-промышленных организаций. Если в условиях возможности формирования долгосрочных прогнозов развития бизнеса и стабильности ключевых факторов, влияющих на основные показатели деятельности торговых организаций, такое положение дел позволяло торговым организациям оставаться конкурентоспособными, то в нынешней ситуации, характеризующейся резкой нестабильностью рынков и курсов валют, вызванных политической, экономической и социальной нестабильностью в мире, санкциями, введенными западными странами и т.д., подобный подход к управлению товарными запасами становится неприемлемым. Более того, необходимость научно-обоснованного управления запасами в торговых организациях является для их перспективного развития, а в некоторых случаях и выживаемости, одним из средств повышения эффективности деятельности указанных предприятий.

Современное торговое предприятие, вынужденное работать в условиях возросшей неопределенности, должно в гораздо большей степени, чем в прошлом, использовать научные методы эффективного управления всеми направлениями своей деятельности, особенно в области формирования товарных запасов. Таким образом, отечественные розничные сети в современных условиях уже не могут использовать сложившиеся практики управления товарными запасами и нуждаются в разработке новых математических методов, основанных на адекватных современным условиям математических моделях, а также разработанных на их основе программных продуктов. Именно решению данной важной научно-практической задачи посвящено настоящее диссертационное исследование.

Цель и задачи диссертационной работы. Целью работы является разработка новых методов и математических моделей управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях, а также их апробация и внедрение в практику. Для достижения указанной цели в диссертационной работе поставлены и решены следующие задачи:

1) осуществить анализ подходов, методов и моделей управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях, особенностей их применения в настоящее время и определить направления и задачи, для которых необходимо разработать новые математические модели управления товарными запасами в изменившихся условиях ведения бизнеса;

2) разработать новые модели управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях, способные функционировать в

изменившихся условиях рынка, характеризующихся значительно большей динамикой и нестабильностью;

3) сформировать методические положения для управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях, базирующиеся на разработанных в диссертации математических моделях;

4) сформулировать предложения по изменению и дополнению корпоративных информационных систем розничной сети, с учетом разработанных в диссертации новых моделей и программных средств для их эксплуатации;

5) внедрить разработанные в диссертации методы и математические модели в практику деятельности торгово-розничной сети «МОЛЛ» в Челябинской области.

Объектом исследования являются продуктовые розничные сети, включающие в себя магазины различных типов.

Предмет исследования - методы и модели управления товарными запасами в мультиформатной розничной сети.

Методы исследования. Теоретической и методологической основой диссертационного исследования являются методы современной теории управления, исследования операций, теории создания информационных систем управления и обработки данных, логистики и анализа деятельности предприятий и организаций.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1) разработанной классификации методов управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях, на основе анализа используемых на практике моделей и механизмов;

2) созданию математических моделей управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях (модели формирования планограмм выкладки товаров на основе принципа блочной выкладки, модели заказа товаров с высокой оборачиваемостью и низкими сроками годности, модели динамического выбора товаров для проведения физической инвентаризации), а также комплекса программных средств, их реализующих;

3) формировании методических положений по управлению товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях и соответствующих рекомендаций по развитию их информационно-аналитической системы, базирующихся на разработанных в диссертации методах, математических моделях и программных средствах.

Практическая значимость работы состоит:

1) в возможности применения на практике разработанных в диссертации математических моделей и программных средств, дающих возможность повысить качество управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях;

2) в использовании на практике сформулированных методических положений и рекомендаций для изменения и дополнения информационных систем розничных сетей, с учетом полученных в диссертации разработок, выводов и результатов.

3) во внедрении разработанных в диссертации научных положений, методов и математических моделей управления запасами в практику розничной сети «МОЛЛ». Соответствующий акт внедрения представлен в приложении к диссертации.

Апробация работы. Научные положения и разработки автора, а также основные результаты диссертационного исследования рассмотрены и обсуждены на следующих научных конференциях, форумах и научно-практических семинарах:

- 1) первом всероссийском научно-практическом семинаре «Управление в социальных и экономических системах» (Челябинск, 2011);
- 2) четвертой научно-практической конференции аспирантов и докторантов ЮУрГУ (Челябинск, 2012);
- 3) втором всероссийском научно-практическом семинаре «Управление в социальных и экономических системах» (Челябинск, 2012);
- 4) пятой научно-практической конференции аспирантов и докторантов ЮУрГУ (Челябинск, 2013);
- 5) форуме «Информационное общество 2013: достижения и перспективы» (Челябинск, 2013);
- 6) третьем всероссийском научно-практическом семинаре «Управление в социальных и экономических системах» (Челябинск, 2013);
- 7) всероссийской научно-технической конференции «Управление промышленными предприятиями и организациями (Новокузнецк, 2014);
- 8) шестой научно-практической конференции аспирантов и докторантов ЮУрГУ (Челябинск, 2014);
- 9) форуме «Информационное общество 2014: достижения и перспективы» (Челябинск, 2014).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 14 работ, в том числе 6 статей в рецензируемых печатных изданиях, утвержденных ВАК, одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и 7 прочих публикаций в научных журналах и сборниках трудов.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения; четырёх глав; заключения, содержащего основные выводы и результаты исследования; списка литературы и приложения, содержащего сведения о внедрении основных научных положений и разработок автора в практику управления товарными запасами в ООО «МОЛЛ». Общий объём работы составляет 133 страницы, в том числе содержит 21 рисунок, 10 таблиц. Список литературы содержит 100 наименований.

Основные положения, выносимые на защиту:

- 1) результаты выполненного в диссертации анализа методов и математических моделей управления товарными запасами в торговых организациях;
- 2) новые методы и математические модели управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях;
- 3) методика управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях, базирующаяся на разработанных в диссертации методах и математических моделях;
- 4) результаты внедрения разработанной в диссертации методики управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях, включающей предложенные автором методы и математические модели, а также программные средства, позволяющие организовать их эксплуатацию в конкретных торговых организациях.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Основной целью повышения эффективности управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях в современных условиях является разработка комплекса методов и математических моделей, обеспечивающих указанные предприятия соответствующим инструментарием, базирующимся на новой

методологической основе. Обоснованию указанной цели, а также решаемых в данной работе задач, их научной новизны, практической значимости, положений, выносимых на защиту и пр., посвящено *введение* к диссертации.

Проведенный в *главе 1* диссертации анализ деятельности торговых розничных сетей, выполненный на примере достаточно крупных торговых организаций, в частности ООО МОЛЛ, показал, что, несмотря на то, что в настоящее время разработаны многочисленные математические методы и модели управления товарными запасами, тем не менее, использование всего этого аппарата на практике весьма затруднительно и носит фрагментарный характер. Более того, условия, в которых вынуждены работать современные отечественные розничные сети, характеризуются растущей нестабильностью потребительского спроса, ассортимента продукции, дифференциацией магазинов и т.п. Все это делает управленческие алгоритмы в торговых организациях, в том числе касающихся товарных запасов, крайне сложным процессом.

Таким образом, эффективное управление мультиформатными продуктовыми розничными сетями возможно только с использованием новых математических методов и моделей управления товарными запасами. Научной составляющей подобных разработок могут стать представленные в диссертации новые математические модели управления товарными запасами.

Для качественного проведения обзора и анализа методов управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях первоначально была проведена классификация наиболее значимых методов. Анализ литературы, посвященной данной тематике, показал, что классификации, которая бы позволила отразить с достаточной полнотой существующие методы, не существует. Поэтому автором было принято решение разработать такую классификацию. В качестве основы, по которой проводить классификацию, было рассмотрено несколько признаков:

- по назначению компонентов (презентационный товарный запас, страховой товарный запас и т.п.);
- по расположению товарного запаса (товарный запас в магазине, товарным запас на складе, товарный запас в пути);
- по ассортименту товарного запаса (например, свежие продукты, консервированные продукты, бытовая химия и т.п.).

Рассмотрение каждого из способов показало, что только разделение их по назначению компонентов дает возможность полноценной классификации. Например, несмотря на то, что операции с товарными запасами (и, соответственно, управление ими) в магазине и на складе в какой-то степени отличаются, тем не менее, во многом они совпадают. В то же время, методы управления презентационным товарным запасом принципиально отличаются от методов управления страховым товарным запасом.

Рассмотрим каждый из четырех основных блоков методов управления товарными запасами (рис. 1.):

1. Методы управления оборотным товарным запасом

Оборотный товарный запас – товарный запас, который равен потенциальному спросу потребителей за период между двумя поставками. Поскольку истинные значения спроса на момент определения уровня оборотного товарного запаса нам неизвестны, при расчете используются их прогнозные значения. Основными параметрами, влияющими на величину оборотного товарного запаса, являются

кратность поставки и период между поставками. В соответствии с этим методы управления оборотным товарным запасом подразделяются на методы управления кратностью поставок и методы пополнения (которые определяют период между поставками).

2. Методы управления презентационным товарным запасом

Презентационный (иногда называется минимальным или неснижаемым) товарный запас – товарный запас, требуемый для выкладки и демонстрации товаров. Основной целью управления презентационным товарным запасом является воздействие на структуру продаж, его объемы, а также привлечение новых покупателей. Подчеркнем, что презентационный товарный запас применяется только в торговых залах магазинов. Как правило, подходы к формированию презентационного запаса различны для товаров, расположенных на основных местах выкладки и дополнительных. На этой основе разделяются методы управления презентационным товарным запасом.

3. Методы управления страховым товарным запасом

Страховой (иногда называется гарантийным или буферным) товарный запас – товарный запас, предназначенный для непрерывного обеспечения потребления при появлении возможных обстоятельств:

- отклонений в периодичности и размере партий поставок от запланированных;
- изменений интенсивности потребления (для магазинов – покупателей, для распределительного центра - магазинов);
- задержек в пути и т.п.

Методы управления страховым товарным запасом разделяются, в зависимости от вида указанных обстоятельств.

4. Методы управления излишним товарным запасом

Излишний товарный запас – отклонение размера фактического запаса от суммарной величины презентационного, страхового и оборотного товарных запасов. Целью управления излишним товарным запасом является его снижение, вплоть до нуля. Для снижения излишнего товарного запаса существует множество различных подходов.

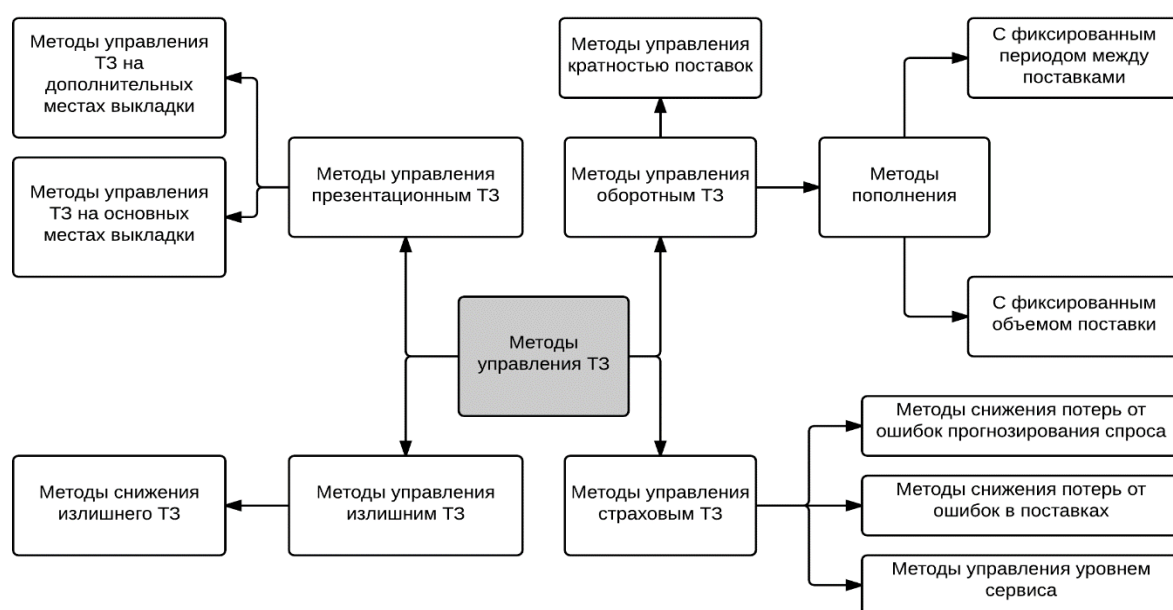


Рис. 1. Классификация методов управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях

В главе 2 рассмотрен ряд новых, разработанных в диссертации, математических методов и моделей управления товарными запасами. Эти модели положены в основу сформированного автором комплекса процедур по управлению товарными запасами торговых предприятий. Далее представлены описания указанных математических методов и моделей.

Постановка и математическая модель задачи заказов товаров, характеризующихся высокой оборачиваемостью и низкими сроками годности

Спектр математических моделей, которые можно использовать для прогнозирования спроса, чрезвычайно широк, тем не менее, для современных условий используемые на практике модели не вполне соответствуют предъявляемым к ним требованиям. В частности, при их практическом использовании в розничной сети «МОЛЛ» было выявлено, что для определенного класса товаров существующие методы недостаточно эффективны. Данный класс товаров характеризуется следующими признаками:

- низкие сроки годности (1-14 дней);
- высокая оборачиваемость;
- высокие значения объемов продаж и маржинальной прибыли.

Основным недостатком прогнозирования спроса для таких товаров является то, что в качестве кванта времени в них используется как минимум один день. Это не позволяет учесть такие нюансы, как, например, регулярное отсутствие товара после 18:00. Использовать страховые запасы с целью нивелирования ошибок прогнозирования для товаров такого рода, как правило, нецелесообразно, поскольку это может привести к завышенному товарному запасу и, как следствие, потерям в результате списания по причине истечения сроков годности.

Алгоритм расчета количества к заказу

Задача состоит в том, чтобы рассчитать количество заданного товара, которое надо заказать на заданный магазин, чтобы в момент последующего прихода товара остаток был равен нулю. Для ее решения необходимо использовать следующую последовательность действий:

- 1) получить историю продаж товара в разрезе дата-час;
- 2) получить коэффициенты недельной сезонности для товара, в разрезе дней недели;
- 3) скорректировать историю продаж на коэффициенты недельной сезонности;
- 4) получить коэффициенты часового профиля (распределение продаж по часам внутри дня), в разрезе тип дня – час, где под типом дня подразумевается, является он выходным либо рабочим днем;
- 5) скорректировать историю продаж, полученную на этапе 3, на коэффициенты часового профиля;
- 6) для каждого часа рассчитать доверительные интервалы на основе экспертно заданного значения вероятности и среднеквадратического отклонения, а также среднее значение;
- 7) скорректировать историю продаж, полученную на этапе 5, заменив все значения, которые не попадают в доверительный интервал, на среднее значение для данного часа;
- 8) для каждого часа найти среднее значение, на основе истории продаж, полученной на этапе 7;

9) построить прогноз почасовых продаж на сегодня, завтра и послезавтра, на основании средних продаж в час, рассчитанных на этапе 8 и с обратной корректировкой на часовой профиль и недельную сезонность;

10) на основании полученных прогнозов рассчитать следующие значения:

- a. количество товара, которое будет продано сегодня;
- b. количество товара, которое будет продано завтра;
- c. количество товара, которое будет продано завтра с открытия магазина до часа поставки N;

11) рассчитать количество к заказу на основании рассчитанных выше значений, текущего остатка и уже заказанного количества.

Расчет недельной сезонности

Для корректного расчета недельной сезонности предлагается воспользоваться следующим алгоритмом:

1) вручную выбрать разрезы, которым принадлежит заданный товар. Как правило, в таком качестве выступает сам товар, некоторая категория, которой он принадлежит, бренд или какие-либо физические характеристики товара (например, вкус);

2) вручную выбрать разрезы, которым принадлежит данный магазин. В таком качестве может выступать сам магазин, формат, город, связка формат-город и т.п.;

3) вручную задать таблицу приоритетов выбора;

4) в порядке приоритетов, заданных на этапе 3, рассчитывается разрез, в рамках которого продажи достаточно стабильны (что проверяется некоторым критерием). Например, в качестве показателя можно использовать соотношение максимальных и минимальных продаж в один день недели, а в качестве критерия – отклонение более 50%.

С помощью данного алгоритма можно рассчитать максимально близкие к товару и магазину коэффициенты сезонности. При этом последние будут избавлены от лишних отклонений. Так как в данной модели речь идет о товарах с большими объемами продаж, наиболее частым итогом расчета будет разрез товар-магазин. Однако, в случае, если в какие-то дни в магазине были какие-либо проблемы, модель позволит выбрать какой-либо иной разрез (например «товар-формат»), внутри которого эти вопросы будут сглажены. Тем не менее, данный алгоритм, возможно, использовать для любых товаров, по которым требуется рассчитать коэффициенты недельной сезонности.

Расчет часового профиля

Для расчета часового профиля продаж был проведен предварительный анализ данных, который показал, что расчеты можно проводить в разрезе типов дней недели, а не непосредственно дней недели. Это дает возможность использовать более короткую историю исходных данных, что позволяет проводить расчеты на наиболее актуальной статистике.

Для наглядности приведен график (рис. 2), на котором изображены доли продаж каждого часа в сутках, в зависимости от дней недели, для определенного набора товаров и магазинов. На данном изображении можно увидеть, что профили выходных дней (линии 6 и 7) отличаются от профилей рабочих дней (линии 1-5), но внутри данных групп профили достаточно похожи, что позволяет в дальнейшем их рассматривать как один объект. Для более корректного расчета значений процентов в часовом профиле можно воспользоваться алгоритмом, аналогичным описанному для недельной сезонности выше. При этом следует задать другой критерий «стабильности» показателя и, при необходимости, другие приоритеты выбора.

Расчет доверительных интервалов для продаж по часам

Доверительные интервалы, в которые должны попадать продажи по часам, рекомендуется делать неравномерными относительно среднего значения, например:

$$[A - 1 \times d; A + 2 \times d], \quad (1)$$

где A – среднее значение продаж в час, а d – среднеквадратическое отклонение.

Данная методика позволит, с одной стороны, убрать потери продаж от дефицита, с другой – позволить учесть некоторые всплески продаж.

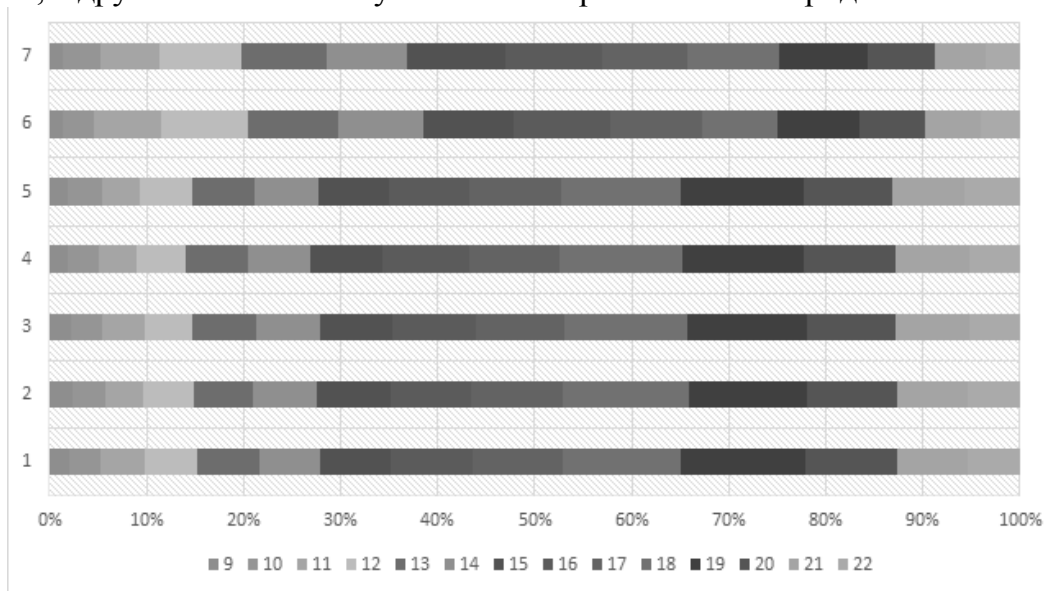


Рис. 2. Структура продаж по часам

Расчет количества к заказу

На 10-м этапе базового алгоритма мы получим следующие значения:

A – количество товара, которое будет продано сегодня;

B – количество товара, которое будет продано завтра;

C – количество товара, которое будет продано завтра с открытия магазина до часа поставки N ;

D – текущий остаток товара;

E – уже заказанное количество.

Таким образом, количество к заказу находим следующим образом:

$$КЗ = \begin{cases} A + B + C - D - E, & A + B + C > D + E \\ 0, & A + B + C \leq D + E \end{cases} \quad (2)$$

Математическая модель расчета планограмм товаров на основе принципа блочной выкладки

Достаточно длительное время в розничной сети «МОЛЛ» управление презентационным запасом осуществлялось в ручном режиме. Это предполагало, во-первых, ручное создание планограмм выкладки товаров на основе стандартов мерчендайзинга, во-вторых, расчет значений презентационного товарного запаса на основании правил выкладки в глубину и высоту, в зависимости от типа товаров. Однако с ростом количества магазинов, их дифференциацией на все большее количество различных форматов, отсутствия единообразия в торговом оборудовании даже в рамках одного формата, регулярным изменениям ассортиментной матрицы управление презентационным запасом становилось все более трудоемким, требовало все больше денежных и трудовых ресурсов и при этом становилось все менее управляемым. В связи с этим было принято решение рассмотреть варианты

автоматизации данного процесса. Поскольку наиболее распространенным в практике принципом формирования планограмм выкладки товаров является блочная выкладка, именно он был взят за основу дальнейшего моделирования.

Блочная выкладка товаров в планограмме представляет собой группировку товаров в некоторые прямоугольные блоки, каждый из которых включает в себя товары только определенного типа. Классическим примером является группировка товаров внутри одного бренда, что можно отобразить графически (рис. 3).

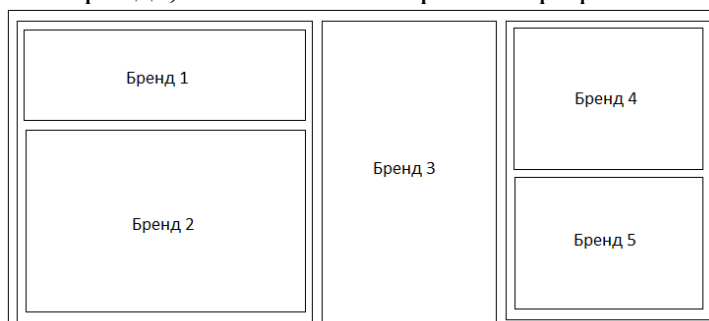


Рис. 3. Пример блочной выкладки

Расчет планограммы, таким образом, чтобы были все условия выполнены, в аналитическом виде представляется крайне сложным, а решение такой задачи практически нереальным, поэтому он будет представлять собой некоторый перебор вариантов, осуществляющий поиск решения. При этом, в данной работе не рассматривается вариант, при котором производится полный перебор вариантов всех соотношений оборудования и количества товаров, гарантирующий оптимальное решение поставленной задачи и перебор осуществляется с достаточно серьезными ограничениями, но, тем не менее, позволяющий находить решение, близкое оптимальному (что проверено эмпирическим путем на множестве исходных данных).

Перебор вариантов, при расчете планограммы, идет в двух разрезах:

- осуществляется подбор количества товаров, которое поместится в заданные настройки оборудования (количество полок и их ширина), при учете ограничения на минимальное количество для каждого товара и максимально возможном соответствии доли количества каждого товара в общем количестве к соотношению определенного заданного показателя в его общей сумме;
- подбор планограммы для заданного количества товаров, настроек групп товаров и оборудования. В данной работе описывается алгоритм, при котором предполагается полный перебор вариантов, которые удовлетворяют заданным условиям, что гарантирует оптимальность найденного решения (но, следствием этого является то, что поиск решения реален лишь в определенном диапазоне шаблонов выкладки).

Подбор количества товаров в планограмме

Из возможных методов подбора количества товаров в планограмме выбирается наиболее приемлемый, на основании двух критериев:

- точность найденного решения;
- скорость поиска решения, близкого к оптимальному.

Поскольку речь идет о машинной реализации перебора, одним из самых важных нюансов при оценке скорости нахождения решения является способность к параллельному выполнению процесса расчета. Рассматриваемый в работе метод расчета планограммы для заданного оборудования, количества полок и настроек является практически атомарной операцией и распараллеливанию практически не поддается, поэтому единственно возможный путь к ускорению – параллельный

запуск расчетов простых планогрaмм, но с отличающимися в чем-либо исходными данными (например, с отклонениями в заданной ширине или в количестве товаров). В частности, методика, в которой одна итерация подбора зависит от результата расчета предыдущей, вполне может оказаться хуже другой, реализация которой поддается параллельному расчету, даже если в первом случае просчитывается N вариантов, а во втором, например, $N \times 10$.

Предлагаемый алгоритм перебора представлен на рис. 4 и описан далее.

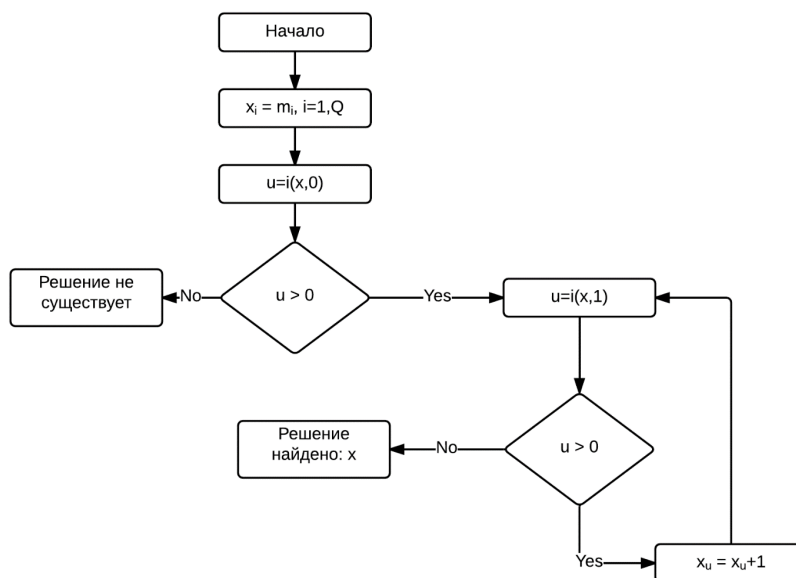


Рис. 4. Алгоритм поиска оптимальной планогрaммы

Обозначения:

Q – количество наименований товаров;

W – суммарная ширина полок (ширина полок, умноженная на их количество);

S – заданная ширина полок;

x_i – количество товара, $i = 1, Q$;

m_i – минимальное количество товара, $i = 1, Q$;

z_i – требуемая доля товара, согласно значениям соответствующего показателя, $i = 1, Q$;

w_i – ширина единицы товара, $i = 1, Q$;

$f(x_1, \dots, x_Q) = f(x)$ – ширина товаров, которую заняли товары, выставленные согласно настроенным правилам, в количестве $\{x_1, \dots, x_Q\}$. Если расчет производился на несколько полок, то возвращаемое значение соответствует максимальной ширине занятой товарами, на одной из них;

$s_i(x_1, \dots, x_Q, a) = s_i(x, a)$ – ширина товаров, которую заняли товары, выставлены согласно выставленным правилам, в количестве $\{x_1, \dots, x_{i-1}, x_i + a, x_{i+1}, x_Q\}$;

$$s_i(x, a) = f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i + a, x_{i+1}, \dots, x_q). \quad (2)$$

$d(x_1, \dots, x_Q) = d(x)$ – квадрат суммы отклонений количества товаров $\{x_1, \dots, x_Q\}$ от требуемой доли;

$$d(x_1, \dots, x_Q) = \sum_{i=1}^Q \left(\frac{x_i}{z_i \times \sum_{i=1}^Q x_i} \right)^2. \quad (3)$$

$g_i(x_1, \dots, x_Q, a) = g_i(x, a)$ – квадрат суммы отклонений количества товаров $\{x_1, \dots, x_{i-1}, x_i + a, x_{i+1}, x_Q\}$;

$$g_i(x, a) = d(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i + a, x_{i+1}, \dots, x_q). \quad (4)$$

$i(x, a)$ – индекс товара, для которого выполняются следующие условия:

$$g_i(x, a) = \min_{i=1, Q} g_i(x, a). \quad (5)$$

$$s_i(x, a) \leq S. \quad (6)$$

Если условия не выполнены для всех товаров, то возвращаем 0. Если условия выполняются для нескольких товаров, то возвращаем индекс у того, для которого:

$$s_i(x, a) \min_{i=1, Q} s_i(x, a). \quad (7)$$

Если данное условие также выполнено для нескольких товаров, то возвращаем любой из индексов, соответствующий одному из этих товаров.

Подбор простой планогаммы для заданного количества товаров, настроек групп товаров и оборудования

Рассмотрим несколько вспомогательных задач:

a. поиск списка наборов подмножеств, покрывающих требуемое множество, при этом множества в наборе не пересекаются

Дано:

множество R

совокупность D некоторых подмножеств R:

$\forall s \in D \ s \in R$, при этом $\cup D = R$

Необходимо найти множество A совокупностей D:

$$A = \{ S \mid S \in D: \cup S = R \}, \text{ при этом } \forall a, b \in A, a \neq b: a \cap b = \emptyset. \quad (8)$$

b. поиск списка наборов подмножеств, покрывающих требуемое множество, при этом множества в наборе не пересекаются, а количество подмножеств в каждом наборе не превышает заданное число

Дано:

множество R

совокупность D некоторых подмножеств R:

$\forall s \in D \ s \in R$, при этом $\cup D = R$

$x, x \in \mathbb{N}$

Необходимо найти множество A совокупностей D:

$$A = \{ S \mid S \in D: \cup S = R \}, \text{ при этом } \forall a, b \in A, a \neq b: a \cap b = \emptyset, |A| \leq x. \quad (9)$$

c. поиск списка наборов натуральных чисел, сумма и количество которых в каждом из наборов равна заданным натуральным числам

Дано:

$x, x \in \mathbb{N}$

$y, y \in \mathbb{N}$

Необходимо найти множество A совокупностей D натуральных чисел:

$$A = \{ D = \{ d_i \} : |D| = x, \sum_{i=1}^x d_i = y \}. \quad (10)$$

На основании данных задач осуществляется поиск комбинации заданной групп и объектов, им принадлежащим, занимающим минимальное расстояние на заданном количестве полок.

Дано:

множество групп G

множество объектов S, ассоциированных с группами, причем один объект может быть связан только с одной группой

множество расчетных значений W, каждое из которых принадлежит соответствующей по индексу группе

$h(g)$ – функция, возвращающая значение из множества W, соответствующие элементу множества G, $g \in G$

максимальное расстояние между расчетными значениями групп, при которых допускается их слияние - w^{\max}

количество полок N

$f(s, n)$ – функция, которая показывает, сколько будет занимать объект s на количестве полок n , $x, s \in S, n \leq N$

Для решения задачи введем еще несколько обозначений:

T – произвольное множество элементов G , в котором максимальное отклонение в соответствующем каждому элементу значению из множества W не превышает w^{\max} :

$$T = \{ F \mid F \in G \}, \text{ при этом, } \forall a, b \in T \mid h(a) - h(b) \leq w^{\max}. \quad (11)$$

Для каждого T найдем такую комбинацию входящих в него множеств, при котором общая ширина будет наименьшей. Для этого, сначала, используем вспомогательную задачу «b». В качестве входных данных, выступаем множество T и количество полок N . В результате ее решения получим множество наборов подмножеств элементов T . Далее, в каждого найденного набора, решим вспомогательную задачу «с», при этом, в качестве входных данных будет количество подмножеств в наборе и количество полок (x и y соответственно). После нахождения решения вспомогательной задачи «с» каждому из подмножеств в наборе будет поставлено в соответствие некоторое натуральное число (физический смысл которого – количество полок, которое отдано данному подмножеству).

Рассмотрим на простом примере. Пусть T состоит из 3 элементов (I, II и III) и количество полок равно 3. Множество его возможных комбинаций (их пять):

$\{\{I, II, III\}\}, \{\{I; II\}, \{III\}\}, \{\{I, III\}, \{II\}\}, \{\{II, III\}, \{I\}\}, \{\{I\}, \{II\}, \{III\}\}$. Их физический смысл следующий:

- 1) все три элемента располагаются слева-направо;
- 2) элементы I, II располагаются слева-направо, а под ними находится элемент III;
- 3) элементы I, III располагаются слева-направо, а под ними находится элемент II;
- 4) элементы II, III располагаются слева-направо, а под ними находится элемент I;
- 5) элемент I расположен над элементом II, а элемент II – над элементом III.

Теперь, для каждой из комбинаций, найдем количество полок, приходящееся на каждое подмножество. Рассмотрим на примере комбинации II:

- 1) $\{I; II\}$ – 1 полка, $\{III\}$ – 2 полки;
- 2) $\{I; II\}$ – 2 полки, $\{III\}$ – 1 полка.

Для того, чтобы найти расстояние, которое займет комбинация при заданном распределении полок, надо сначала найти сумму расстояний, занимаемых каждым множеством в подмножестве, а затем найти из максимальное значение. Рассмотрим на нашем примере (для распределения полок 1). Сначала, находим, сколько занимает элемент I и элемент II на одной полке, а элемент III – на двух полках (используя функцию $f(s, n)$). Обозначим их x_I, x_{II} и x_{III} . Затем, найдем максимум из $x_I + x_{II}$ и x_{III} . Найденное значение и будет означать, сколько займет множество T для заданной комбинации. Рассчитав данные значения для всех возможных комбинаций, мы найдем из них ту, при которой T занимает наименьшее расстояние. Обозначим в качестве T^* некоторый объект, который содержит в себе множество T , ту комбинацию, которая обеспечивает ему наименьшее расстояние и это наименьшее расстояние (обозначим его T_w).

Введем обозначение Q - совокупность всех возможных множеств T :

$$Q = \{ T \}$$

Z – совокупность наборов T^* , таких, что соответствующие им T не пересекаются, а их сумма является покрытием G . Поиск Z , как видно из формулировки, сводится к вспомогательной задаче «а», при этом в качестве входного

множества R выступает множество G , а в качестве входного множества D выступает множество Q .

Для того, чтобы найти окончательное решение задачи поиска оптимальной программы, нужно найти такой элемент Z , при котором сумма T_w входящих в него элементов T^* минимальна. Расстояние, занимаемое элементом Z , является суммой расстояний, занимаемых входящими в него элементами T^* (физический смысл этого в том, что все T^* располагаются слева-направо), поэтому для каждого элемента Z находим их сумму и выбираем тот, который обеспечивает наименьшее.

Новый метод динамического подбора товаров для проведения физической инвентаризации

Одним из основных факторов, говорящих о необходимости пересчета остатка товаров на складе является отсутствие его продаж определенный период времени. Поэтому, в качестве базового показателя, характеризующего необходимость пересчета остатков, будем использовать *фактическое количество дней без продаж*. Для того чтобы понять, в какой степени данное число дней говорит о том, что товар недоступен для продажи, необходимо для данного товара иметь некоторое контрольное значение дней без продаж. В качестве контрольного показателя рассматриваются:

1. Среднее количество дней без продаж товаров, подобных данному, в одном и том же магазине (например, разные соки одного и того же производителя). Для выбора аналогичных товаров можно использовать ассортиментный классификатор, при его достаточной проработанности и глубине (желательно, чтобы в выбранном уровне было не более 10-20, достаточно однородных, товаров). При отсутствии такого классификатора возможно использование кластерного анализа.
2. Среднее количество дней без продаж данного товара в других аналогичных магазинах сети. Для выбора аналогичных магазинов можно использовать формат магазина, связку формат-город, торговую площадь и т.п.
3. Среднее количество дней между продажами данного товара в этом же магазине в предшествующие периоды.

Каждый из этих показателей, в отдельности, обладает определенными недостатками, с точки зрения поиска непродаваемых товаров. Например, среднее количество дней без продаж товаров, аналогичных выбранному, плохо работает для уникальных товаров, аналоги для которых сложно подобрать. Поэтому, будет рассматриваться модель, позволяющая учесть все показатели одновременно.

Введем следующие обозначения:

I – множество товаров розничной сети

J – множество магазинов розничной сети

R – множество дат, в которые проводятся измерения значений показателей

A_i – множество товаров, аналогичных товару i , $i \in I$

B_j – множество магазинов, аналогичных магазину j , $j \in J$

$X_{ij}(N)$ – количество дней, которое произошло между моментами продаж N и $N+1$ (нумерация ведется начиная от последнего), для товара i в магазине j , $i \in I, j \in J$. Добавим, что $X_{ij}(0)$ - количество дней от последней даты до даты последней продажи.

Z_{ij}^r – бинарный признак, сигнализирующий о том, что товара i физически не было на остатках магазина j в день r , $i \in I, j \in J, r \in R$. Значение данного показателя становится известным только после проведения инвентаризации.

$$Z_{ij}^r = \begin{cases} 1, & \text{товар } i \text{ отсутствовал в магазине } j \text{ в момент } r \\ 0, & \text{товар } i \text{ присутствовал в магазине } j \text{ в момент } r \end{cases} \quad (12)$$

C_{ij}^r – среднее количество дней (нормированное), прошедших со дня последней продажи товара i в магазинах, аналогичных j , в момент времени r , $i \in I, j \in J, r \in R$

$$C_{ij}^r = \frac{\overline{X_{ik}^r(0), k \in B_j}}{\max_{k \in B_j} \{X_{ik}^r(0)\}}. \quad (13)$$

D_{ij}^r – среднее количество дней (нормированное), прошедших со дня последней продажи товаров, аналогичных i , в магазине j , в момент времени r , $i \in I, j \in J, r \in R$

$$D_{ij}^r = \frac{\overline{X_{kj}^r(0), k \in A_i}}{\max_{k \in A_i} \{X_{kj}^r(0)\}}. \quad (14)$$

$E_{ij}^r(S)$ – среднее количество дней (нормированное) между продажами товара i в магазине j за последние S раз продаж, начиная с момента последней продажи. Число S задается экспертным путем.

$$E_{ij}^r(S) = \frac{\overline{X_{ij}^r(N), N=1, S}}{\max_{N=1, S} \{X_{kj}^r(0)\}}. \quad (15)$$

Таким образом, требуется найти некоторую функцию, которая говорит о том, требуется проводить инвентаризацию по заданному магазину или нет.

$$F_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{требуется проводить инвентаризацию} \\ 0, & \text{не требуется проводить инвентаризацию} \end{cases} \quad (16)$$

где $i \in I, j \in J$. Индекс r в функции не используется, поскольку ее результат актуален только на текущий момент.

Отметим, что для различных i, j значения показателей могут быть не определены. Например, если у товара нет аналогов, то D_{ij}^r не существует для любых i, j и r . Представим все возможные ситуации в виде таблицы (табл. 1), для заданных i, j .

Таблица 1

Возможные ситуации для заданного товара и магазина

Номер	Товары-аналоги существуют	Магазины-аналоги существуют	История продаж товара в магазине существует
I	Да	Да	Да
II	Да	Да	Нет
III	Да	Нет	Да
IV	Да	Нет	Нет
V	Нет	Да	Да
VI	Нет	Да	Нет
VII	Нет	Нет	Да
VIII	Нет	Нет	Нет

Для каждой из ситуаций рассмотрим вспомогательную функцию вида (на примере ситуации I):

$$L_{ij}^r = \begin{cases} 1, & \alpha_1 \times C_{ij}^r + \alpha_2 \times D_{ij}^r + \alpha_3 \times E_{ij}^r(S) + a_4 \geq 1 \\ 0, & \alpha_1 \times C_{ij}^r + \alpha_2 \times D_{ij}^r + \alpha_3 \times E_{ij}^r(S) + a_4 < 1 \end{cases} \quad (17)$$

Для нахождения итоговой функции F_{ij} осталось найти оценки коэффициентов α_1, α_2 и α_3 , которые обеспечивают максимальную точность прогнозирования. Для этого, используя исторические данные по значениям показателей и результаты пересчета выбранных товаров, решим оптимизационную модель:

$$\sum_{r \in R} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (|L_{ij}^r - Z_{ij}^r|) \rightarrow \min_{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, a_4} \quad (18)$$

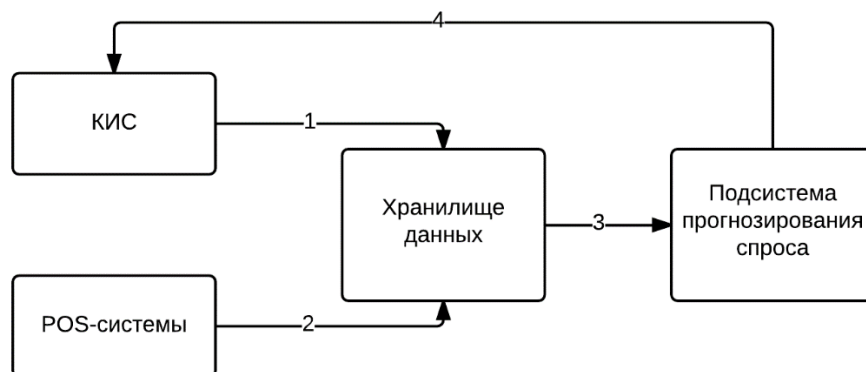


Рис. 5. Схема модулей для формирования количества к заказу

2. Применение прогнозирования спроса для имитационного моделирования в целях сценарного анализа

Прогнозирование спроса можно также использовать и в других целях, например, для сценарного анализа ситуации в компании с использованием инструментов имитационного моделирования. Например, можно составить график вывоза товаров с распределительного центра таким образом, чтобы нагрузка на него не превышала определенные параметры (здесь помимо прочего необходимо учитывать наличие складских площадей у магазинов).

3. Информирование поставщиков о планируемых объемах закупок

Для повышения уровня сервиса поставщиков предлагается использовать имитационную модель, описанную в п. 2, и с ее помощью формировать планы закупок товаров у поставщиков с обязательным информированием последних.

4. Автоматизированное освобождение зоны отбора в распределительном центре

Для повышения эффективности работы информационной системы распределительного центра требуется, чтобы в зоне отбора находились только те товары, которые с высокой (или большей) вероятностью будут заказаны в ближайшие дни. Информационная система распределительного центра должна в автоматизированном режиме осуществлять сортировку товаров, высвобождая зону отбора от тех из них, которые в ближайшее время не планируется перераспределять в магазины.

5. Автоматизированное создание планов выкладки товаров

Для повышения эффективности создания планов выкладки товаров рекомендуется использовать специализированные программные продукты, позволяющие в той или иной степени автоматизировать данный процесс. В частности, можно использовать предложенную в рамках диссертации математическую модель формирования планов выкладки товаров и разработанный на ее основе программный продукт.

6. Контроль соблюдения стандартов мерчендайзинга

Для повышения эффективности работы с планами выкладки товаров при достаточно большом количестве магазинов предлагается вести в КИС некоторое приложение с репозиторием, в котором хранятся фотографии всего полочного пространства каждого магазина. Данное приложение должно позволить ответственному сотруднику сопоставить планируемую плановую выкладку и ее фактическое исполнение. В качестве развития данной рекомендации можно рассмотреть вариант автоматизированного сопоставления на основе распознавания образов.

7. Создание и поддержка справочников товаров и оборудования

Быстрый и качественный переход на многие программные продукты требует полного и качественного заполнения тех или иных справочников, в частности справочников товаров и оборудования. Как правило, процесс заполнения данных справочников начинается непосредственно перед внедрением (а в некоторых случаях и после), что резко снижает эффективность новых программных продуктов.

Предлагается создавать и поддерживать базовые справочники, в частности справочники товаров, оборудования, с максимально подробной детализацией даже в случае, если такого рода данные не требуются в краткосрочной и даже среднесрочной перспективе. Это позволит, во-первых, осуществлять быстрый переход на новые программные продукты, которым такие данные потребуются, во-вторых значительно сократит суммарные затраты на их поддержку в актуальном состоянии. Например, для перехода на новые методы формирования планограмм выкладки обязательно требуется актуальный и максимально подробный справочник товаров.

8. Интеллектуальный подход к выбору товаров для проведения физической инвентаризации

Для повышения эффективности проведения физических инвентаризаций предлагается использовать алгоритмы, которые позволят с большей точностью находить товары, по которым физический остаток не соответствует его отображению в информационной системе предприятия. В частности, предлагается использовать предложенную в диссертации математическую модель динамического выбора товаров.

9. Корректировка текущих остатков при расчете количества к заказу на величину неучтенных продаж

Одной из проблем механизма заказа товаров (как автоматизированного, так и ручного) являются неверные (завышенные) остатки по причине того, что в информационной системе по каким-либо причинам нет данных по продажам в прошлом (например, из-за сбоя в передаче данных из POS-систем в КИС). Для того чтобы нивелировать потери, связанные с этим, следует, например, вместо фактических продаж учесть их прогнозы. Если в корпоративной информационной системе в рамках заказа товаров работает структура, описанная в п.1. данного параграфа, то наиболее простым путем будет прибавление прогноза спроса за прошедший день к прогнозу спроса за следующий день. Однако этот подход можно модернизировать: например, если прогноз спроса за вчерашний день больше, чем остаток на утро вчерашнего дня, то (поскольку продать больше, чем есть на остатках, невозможно) к прогнозу на завтрашний день в таком случае следует добавлять остаток на утро вчерашнего дня.

Внедрение разработанных в диссертации научных положений, методов и математических моделей осуществлено в продуктовой розничной сети ООО «МОЛЛ» и его результаты подробно описаны в *главе 4*.

Внедрение математической модели формирования планограмм выкладки

Реализация математической модели формирования планограмм выкладки товаров была осуществлена на языке C#, версия 5.0. Основным результатом внедрения является сокращение времени создания планограмм товарных категорий для такого типа оборудования, как полки, на 50-70%, в зависимости от сложности стандарта мерчендайзинга, на основании которого они формировались. Товарные категории, которые располагаются на полках, составляют примерно 60-70% от всего ассортимента, в зависимости от формата магазина. Таким образом, суммарные трудозатраты отдела компании, ответственного за создание планограмм выкладки,

сократились на 40-50%, что позволяет сократить затраты на фонд оплаты труда на 1,4-1,6 миллиона рублей в год (при условии роста компании экономия будет возрастать). Кроме того, применение данной программы дает возможность специалистам использовать высвобожденное время для решения иных аналитических задач. В рамках дальнейшей автоматизации процесса формирования планogramм планируется сокращение времени до 100%, а также расширение множества товарных категорий, для которых доступно автоматизированное формирование планogramм.

Внедрение новой математической модели прогнозирования спроса

Целью внедрения новой математической модели прогнозирования спроса на товары, характеризующихся низкими сроками годности, являлось увеличение продаж при условии, что величина списаний не возрастет. На графике (рис. 6.) показана динамика двух показателей товаров, соответствующей требованиям модели (высокая оборачиваемость и низкие сроки годности):

- объем продаж в день, в тыс. руб.;
- объем списаний в день, в тыс. руб.

Для наглядности на графике показан период до внедрения модели (01.08.2014-22.08.2014) и после (23.08.2014-24.10.2014).

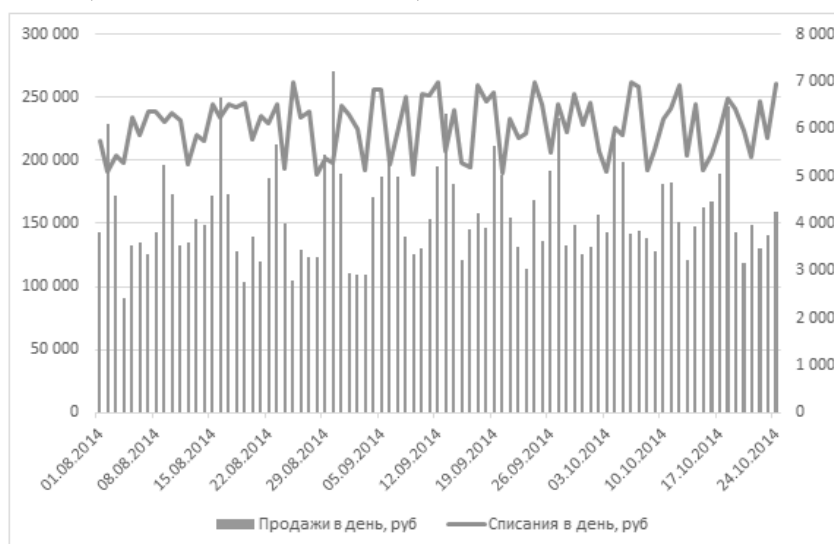


Рис. 6. Положительные результаты внедрения новой математической модели прогнозирования спроса

По основной оси отображаются показатели продаж в рублях (их значения показаны в виде гистограммы), которые увеличились с 156 тыс. руб. до 162 тыс. руб. в день. При этом уровень списаний, показатели которых отображены на вспомогательной оси (их значения показаны в виде графика) товаров практически не изменился (составляет порядка 7 тыс. руб. в день). Таким образом, общий эффект равен росту продаж примерно на 6 тыс. руб. в день для данного типа товаров и в данном периоде.

Внедрение новой математической модели динамического выбора товаров для проведения физической инвентаризации

Долгое время инвентаризации товаров в ООО «МОЛЛ» сводились к проведению тотальных инвентаризаций, с периодичностью три месяца в магазине и один год – в распределительном центре. Однако регулярный анализ корректности данных в системе показывал, что проведения подобных инвентаризаций недостаточно, а их эффективность – невысокая. Одна из основных причин такой

низкой эффективности заключается в том, что все товары, независимо от их свойств, пересчитывались с одинаковой периодичностью. При этом повысить частоту проведения тотальных инвентаризаций крайне сложно, в связи с тем, что это ограничивает работу магазина, а также является достаточно дорогой операцией. Для повышения эффективности проведения инвентаризаций было принято решение создать метод проведения инвентаризаций, базирующийся на динамическом подборе списка товаров, которые следует ей подвергнуть.

Одной из особенностей предложенной модели является ее «самообучение», то есть автоматическая корректировка параметров на основе исторических данных. Благодаря ей процент выявленных ошибок в системе вырос с 8%, при первых, заданных экспертным способом, параметрах, до 17%, что является достаточно хорошим показателем.

Таким образом, внедрение разработанных в диссертации математических моделей и методов не только повышает обоснованность и эффективность управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях, но и способствует улучшению иных факторов, например рациональному использованию рабочего времени специалистов, занятых аналитической деятельностью.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Диссертационное исследование позволило решить важную научно-практическую задачу повышения эффективности управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях с помощью разработанной методики, математических моделей, алгоритмов и компьютерных программ, их реализующих. Основные выводы и результаты диссертационного исследования состоят в следующем:

1. Проведенный анализ существующих методов и математических моделей управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях позволил выявить их достоинства и недостатки и разработать классификацию указанных методов. Оказалось, что в современных условиях ведения бизнеса часть используемых на практике методов и моделей управления товарными запасами не отвечают предъявляемым пользователями требованиям по скорости формирования планов, точности прогнозирования спроса на отдельные группы товаров, а также корректности выбора товаров для проведения физической инвентаризации, что не позволяет осуществлять управление товарными запасами достаточно быстро и эффективно.

2. Для целей обеспечения требуемых параметров скорости, эффективности и точности управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях разработаны новые математические модели:

- 1) математическая модель задачи заказов товаров, характеризующихся высокой оборачиваемостью и низкими сроками годности;
- 2) математическая модель расчета планов товаров на основе принципа блочной выкладки;
- 3) математическая модель динамического подбора товаров для проведения физической инвентаризации.

Для всех перечисленных математических моделей созданы программные средства, позволяющие осуществлять их практическую эксплуатацию для конкретных торговых организаций.

3. Сформированы методические положения по управлению товарными

запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях, базирующиеся на разработанных в диссертации методах и математических моделях.

4. Разработаны рекомендации по изменению и дополнению информационной системы торговых организаций с учетом разработанных в диссертации новых моделей и программных средств для их эксплуатации.

5. Осуществлено внедрение основных научных положений и разработок диссертационного исследования, в том числе методики, математических моделей и программных средств управления товарными запасами в практику работы розничной сети «МОЛЛ» в Челябинской области. Это позволило получить следующие результаты. Экономический эффект от использования математической модели формирования планogramм выкладки товара в размере 1,4-1,6 млн. руб. в год. При внедрении данной математической модели и разработанного на его основе программного продукта в торговой сети, ранее не использовавшей подобный тип планogramм выкладки, экономический эффект от внедрения составит 5-10% от объема продаж. Экономический эффект от внедрения математической модели заказа товаров, характеризующихся высокой оборачиваемостью и низкими сроками годности порядка 6 тыс. руб. в день. Повышение эффективности проведения инвентаризации более чем в два раза за счет внедрения математической модели динамического выбора товаров.

Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в следующих печатных изданиях:

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК:

1. Баль, А.В. Динамический подбор товаров для проведения физической инвентаризации/ А.В. Баль // Вестник ЮУрГУ. Серия “Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника”. – 2015. – том 15, № 1. – С. 108–112.

2. Баль, А.В. Методы и модели оптимизации управления товарными запасами в мультиформатных продуктовых розничных сетях / А.В. Баль // Динамика сложных систем. – 2015. – №1. – С. 37– 45.

3. Баль, А.В. Автоматизированный заказ высокооборотных товаров с низкими сроками годности с использованием почасовых продаж/ А.В. Баль, О.В. Логиновский// Вестник ЮУрГУ. Серия “Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника”. – 2015. – том 15, № 1. – С. 21–25.

4. Баль, А.В. Автоматический расчет планogramмы товаров на основе принципа блочной выкладки/ А.В. Баль, С.Л. Егоров// Вестник ЮУрГУ. Серия “Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника”.– 2015. – том 15, № 1. – С. 62–68.

5. Коренная, К.А. Математическая модель определения продажной цены продукции, гарантирующей безубыточность основного вида деятельности промышленного предприятия с заданной вероятностью/ К.А. Коренная, О.В. Логиновский, А.А. Максимов, А.В. Баль// Вестник ЮУрГУ. Серия “Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника”.– 2014. – том 14, № 4. – С. 133–138.

6. Логиновский, О.В. Математическая модель для расчета розничных цен, позволяющая корректировать спрос на товары/ О.В. Логиновский, А.В. Баль// Вестник ЮУрГУ. Серия “Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника”. – 2015. – том 15, №1. – С. 123–127.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Автогенерация планов выкладки / А.В. Баль; правообладатель А.В. Баль. №2014662778. 08.12.2014. – М.: ФИПС.

Статьи в журналах и сборниках научных трудов:

8. Баль, А. В. Вычисление потребности в проведении пересчета остатков товаров на складе розничного магазина/ А.В. Баль, А.Н. Шурыгин, В.В. Шурыгина// Управление в социальных и экономических системах: сборник научных трудов под ред. д. т. н., проф., засл. деят. науки РФ. – О.В. Логиновского. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – С. 83– 87.

9. Баль, А.В. Оптимизация управления товарным запасом на основе новой методики расчета планов выкладки товарных категорий/ А.В. Баль // Научный журнал «Известия ВУЗов. Уральский регион». – 2015. – №1. – С. 37– 43.

10. Баль, А.В. Методика динамического изменения розничных цен и прогнозов спроса, ориентированная на выполнение заданных планов / А.В. Баль, О.В. Логиновский // Управление в социальных и экономических системах: сборник научных трудов / под ред. д.т.н., проф., засл. деят. науки РФ, О.В. Логиновского. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – Вып. 3. – С. 77 – 81.

11. Баль, А.В. Методика автоматизированного пополнения товаров на основе модели учета данных из чеков / А.В. Баль // Управление в социальных и экономических системах: сборник научных трудов / под ред. д.т.н., проф., засл. деят. науки РФ, О.В. Логиновского. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – Вып. 3. – С. 72 – 76.

12. Баль, А.В. Обзор основных методов формирования планов выкладки товаров, используемых в продуктовых розничных сетях / А.В. Баль // Управление в социальных и экономических системах: сборник научных трудов / под ред. д.т.н., проф., засл. деят. науки РФ, О.В. Логиновского. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – Вып. 3. – С. 82 – 86.

13. Баль, А.В. Внедрение новых методов управления товарными запасами на ООО «МОЛЛ» и его результаты / А.В. Баль, А.Н. Шурыгин, В.В. Шурыгина // Управление в социальных и экономических системах: сборник научных трудов / под ред. д.т.н., проф., засл. деят. науки РФ, О.В. Логиновского. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – Вып. 3. – С. 58– 65.

14. Баль, А.В. Рекомендации по развитию корпоративных информационных систем розничных сетей / А.В. Баль, А.Н. Шурыгин // Управление в социальных и экономических системах: сборник научных трудов / под ред. д.т.н., проф., засл. деят. науки РФ, О.В. Логиновского. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – Вып. 3. – С. 66 – 71.