

Моделирование и реализация системы расчета заказов торговой сети

Е. А. Копытина, email: zhemkaterina@yandex.ru ¹

А. В. Копытин, email: kopytin@cs.vsu.ru ¹

¹Воронежский государственный университет

***Аннотация.** В данной статье рассматривается математическая модель и реализация системы для расчета заказов торговой сети.*

***Ключевые слова:** организация, прогнозирование, заказ, товар, статистика, скорость продаж, мгновенная скорость продаж, автоматизация.*

Введение

Каждая организация хочет закупать и продавать именно тот товар, который имеет большой спрос и минимизировать закупку других видов товаров. Данная задача несложна для одного небольшого магазина, но усложняется с увеличением их числа, ведь каждый магазин торговой сети порой расположен в различных городах, где значительно различается доход населения и, естественно, вкусовые предпочтения.

Индикатором предпочтений населения выступает заказ магазина, именно по нему можно определить, какие позиции товаров являются самыми необходимыми, какие покупаются меньше, какие можно заменить на аналогичные, а какие постоянно списываются и приносят лишь убыток, но эмпирическими методами определить это достаточно сложно, поэтому возникает необходимость иметь программный инструмент и для формирования самих заказов, чтобы исключить возникновение ошибок и увеличить скорость поставки требуемых товаров, и для получения статистических данных о товарах заказа, и для дальнейшего формирования отчетности для принятия правильных взвешенных управленческих решений, которые будут способствовать получению прибыли организации.

1. Ключевые метрики статистики продаж товаров

Для реализации статистической части системы, которая будет участвовать в анализе продаж товаров и принятии управленческих решений, понадобились знания о следующих ключевых метриках:

- Статистика средней скорости продаж по периодам кратным неделям.

При расчете данного показателя можно столкнуться с ситуацией, когда товар не всегда был на складе. Если не учитывать при расчете средней скорости продажи дни, когда товара не было на складе, а затем исходя из этого рассчитывать пополнение запаса, то товара в таком случае будет не хватать. Очевидно, требуется понимать какие бы были продажи, если бы не было дефицита. Здесь потребуется предварительно рассчитать среднюю реализацию за период. В расчете средней реализации используются все дни периода:

$$R = \frac{r_1 + r_2 + \dots + r_n}{n}$$

где R – средняя реализация за период, r_n – количество товара, n – количество дней в рассматриваемом периоде.

В расчете средней скорости продаж используются только те дни, в которые в рассматриваемом подразделении был остаток рассматриваемого товара.

Средняя скорость продаж считается по следующей формуле:

$$v = \frac{\frac{r_1}{2} + r_2 + \dots + r_{n-1} + \frac{r_n}{2}}{n - 1}$$

где v – средняя скорость продаж за период, r_1 – наименьшее количество проданного товара, r_n – наибольшее количество проданного товара, n – количество дней в рассматриваемом периоде. Если $n = 1$, то считается что $v = r$. Средняя скорость продаж необходима для понижения пиковых скачков. Таким образом, статистка окажется более выровненной.

- Неакционная скорость – скорость, рассчитанная только в дни без признака акции. Рассчитывается для следующих периодов не более: 7 дней, 14 дней, 28 дней, 84 дня.
- Акционная скорость – скорость, рассчитанная только в дни текущей акции. Рассчитывается для периода не более 7 дней.
- Стандартная скорость – скорость, не учитывающая признаки акции. Рассчитывается для периода не более 7 дней.

При этом акционным периодом считается период, в который была акция с признаком «изменения спроса», т.е. акции с уменьшением цены на товар, либо планируемым увеличением спроса на товар.

Для периодов, сразу после окончания акции должна использоваться наименьшая из неакционной и стандартной скоростей для учета влияния "неудачной акции".

Если после окончания акции оказывается, что нет неакционной скорости, то она считается равной 0.

Для дальнейших расчетов выбирается та средняя неакционная скорость, для периодов в 7, 14, 28 и 84 дня, у которой: период расчета не превышает максимально допустимый период расчета по группам товаров (сделано для учета продаж сезонного товара) и отношение к средней реализации за соответствующий период максимально близко к 1, как показано в [1].

– Средняя скорость продаж по дням недели

Рассчитывает средние продажи для каждого дня недели отдельно за период равный 28 дней. Данная статистика делится на: неакционную и акционную. Формула расчета одинакова:

$$v_{dw} = \frac{\frac{(v_1 + \dots + v_n)}{n} + s_7}{2},$$

где v_{dw} – средняя скорость продажи товара в день недели, $v_1 + \dots + v_n$ – сумма продаж в этот день недели за последние 28 дней, n – количество дней, s_7 – неакционная или акционная скорость продажи товара за последнюю неделю, как показано в [2].

Если на день недели не удалось рассчитать скорость, из-за отсутствия остатков в этот день, то средняя скорость заменяется усредненным значением скорости за рассчитанные дни.

Выбор типа статистики скорости продаж работает от остаточного срока годности. Позиции со сроком годности больше 14 считаются по периодам кратным неделям, остальные считаются по статистике по дням недели.

– Мгновенная скорость продаж за день

Под мгновенной скоростью продаж v_n подразумевается планируемый объем продаж на дату. Данный параметр зависит от следующих величин:

– k_a – акционный коэффициент.

Множитель, характеризующий увеличение средней скорости продаж на периоде, вследствие различных факторов, влияющих на спрос. Параметр, поступающий из внешней информационной системы

– s_p – планируемая средняя скорость продажи товара – параметр, поступающий из внешней информационной системы.

- S_a – акционная скорость продаж.
- S_{woa} – безакционная скорость продаж.
- S_{s7} – стандартная скорость продаж.
- k_6 – коэффициент увеличения спроса – параметр, поступающий из документов расширения системы
- S_f – средняя безакционная скорость по магазинам формата равным формату целевого подразделения, либо средняя безакционная скорость по сети.

Для каждого дня в рассчитываемом периоде выставляется признак используемого расчета в этот день, в зависимости от наличия акции в этот день.

Существуют:

- Безакционный, рассчитываемый по формуле:

$$v_n = s_{woa} k_6$$

- Акционный планируемый, рассчитываемый по следующей формуле:

$$v_n = \begin{cases} s_{woa} \max(k_a, k_6), & \text{если } s_{woa} > 0.2 \\ S_p, & \text{если } S_p > 0 \text{ и } S_p > s_{woa} \max(k_a, k_6) \\ S_f \max(k_a, k_6), & \text{если } s_{woa} \leq 0.2 \end{cases}$$

- Акционный текущий, формула которого представлена ниже:

$$v_n = \begin{cases} S_a k_6, & \text{если } S_a \geq 0 \\ \max \left\{ \begin{matrix} S_p \\ S_{woa} \max(k_a, k_6) \end{matrix} \right\}, & \text{если } S_a - \text{отсутствует} \end{cases}$$

- Постакционный:

$$v_n = \begin{cases} s_{woa} k_6, & \text{если } s_{woa} \leq S_{s7} \\ S_{s7} k_6, & \text{если } s_{woa} > S_{s7} \end{cases}$$

- МПО

В настоящее время размер МПО зависит от 6 параметров, таких как:

- коэффициент домашней полки в днях продаж K_1 ,
- коэффициент домашней полки в натуральных единицах K_2 ,
- коэффициент страхового запаса в днях продаж K_3 ,
- коэффициент неснижаемого запаса K_4 ,

- размер дополнительной выкладки (дополнительные стойки и холодильники) DB ,
- безакционной скорости продажи товара S_{woa} ,
- акционной скорости продажи товара S_a .

Коэффициент домашней полки в днях продаж K_1 , рассчитывается по формуле:

$$MPO_{K_1} = s_{woa} K_1$$

При этом если коэффициент не задан, то по умолчанию значение равно 1. Смысл данного коэффициента состоит в том, чтобы держать необходимый запас товара в магазине во избежание опустошения полок во время безакционных продаж товаров.

Коэффициент домашней полки в натуральных единицах K_2 не зависит от скорости продаж и должен появляться одновременно с кодом товара в ассортиментной матрице. Данный коэффициент – это то минимальное количество товара на полке, которого должно хватить для того, чтобы товар стал оптимально продаваться, как показано в [3]

На данный коэффициент накладывается ограничение следующего вида:

$$MPO_{K_2} = \begin{cases} 0, \text{ если } DB > 0 \\ 0.1, \text{ при } S_{\max} = 0 \\ K_2, \text{ при отсутствии данных по } S_{\max} \\ \min \begin{cases} K_2 \\ S_{\max} * 7 \\ S_{\max} * OSG \end{cases} \end{cases}$$

где S_{\max} – максимальное значение средней скорости продаж за 84 дня, рассчитанная за интервал равный 7 дням, OSG – остаточный срок годности продукции.

Значение по умолчанию коэффициента равно 0,1. Т.е. для штучного товара остаток будет всё равно держаться равным 1.

При этом следует учесть, что если в программе задать значение равное коэффициента равно 0, то будут возможны ситуации что товар не будет заказываться при условии нулевой скорости продаж. Поэтому нулевые значения коэффициента должны задаваться только по отдельной служебной записке, утвержденной директором по продажам, коммерческим директором, или управляющим сетью супермаркетов.

Коэффициент страхового запаса в днях продаж K_3 – дополнительный резерв товара на точках, для запаса товара в случае проблем с поставками от поставщика или нестабильности акционного

спроса товара. Страхочный минимальный запас в днях продаж вычисляется по формуле:

$$МПО_o = SK_3$$

где S – параметр средней скорости продаж, выбранный между S_{woa} и S_a : если период между $[Z_1; P_2]$ является чисто акционным и не содержит любого другого расчета мгновенной скорости продаж, то выбирается S_a . В любом другом случае используется S_{woa} .

Период $[Z_1; P_2]$, где Z_1 – дата заказа, P_1 – дата поставки товара, P_2 – дата поставки товара.

Если коэффициент K_3 не задан, то он вычисляется в зависимости от времени заказа до ближайшей поставки товара. Коэффициент неснижаемого запаса задается индивидуально для магазинов и представляет собой неснижаемый размер выкладки товара, ниже которой МПО не должно опускаться.

$$МПО_{K_4} = K_4$$

Наконец, итоговая базовая формула расчета МПО представлена ниже:

$$МПО = \max \left(\begin{array}{l} МПО_o \\ МПО_{ucm} \end{array} \right)$$

$$МПО_{ucm} = \max \left\{ \begin{array}{l} МПО_{K_1} \\ МПО_{K_2}, \text{ при } МПО_{K_4} = 0 + ДВ \\ МПО_{K_4} \end{array} \right.$$

Заказ товара будет осуществлять в соответствии с формулой, приведенной ниже, где Z_1 – дата создания заявки, P_1 – дата ближайшей поставки, P_2 – дата последующей поставки.

$$Заказ = ПП_{z_1 p_1} + ПП_{p_1 p_2} + МПО - O_{z_1} - СПП_{z_1 p_1} + СПР_{z_1 p_1},$$

где $ПП_{z_1 p_1} = \min \left(\sum_{n=1}^{\Delta t_{z_1 p_1}} V_n, O_{z_1} + СПП_{z_1 p_1} \right)$ – предполагаемые продажи за период равный $(\Delta t_{z_1 p_1}) [Z_1; P_1]$, v_n – мгновенная скорость продаж за день, O_{z_1} – остаток на дату Z_1 , $ПП_{p_1 p_2} = \sum_{n=1}^{\Delta t_{p_1 p_2}} V_n$ – предполагаемые продажи за период $(\Delta t_{p_1 p_2}) (P_1; P_2]$, $МПО$ – минимальный переходящий остаток, $СПП_{z_1 p_2}$ – суммарный планируемый приход за период $[Z_1; P_2]$, который складывается из:

- утвержденных заявок за рассматриваемый период,
- планируемых поставок за рассматриваемый период,
- непроведенных складских накладных с алкогольными товарами за период $[Z_1-14; Z_1]$,
- проведенных складских накладных с алкогольными товарами за дату Z_1 ;

$СПР_{z_1, p_2}$ – суммарный планируемый расход за период $[Z_1; P_2]$.

Полученное значение подлежит обязательному округлению до кванта поставки.

2. Прогнозирование продаж

Для расчета прогноза будущих продаж строится список дней на периоде от $[Z_1; P_2]$, где Z_1 – дата создания заявки, P_2 – дата последующей поставки.

Далее на период накладываются данные из акционной системы. При этом работает правило предварительной затарки перед акцией и правило «выхода из акции».

Правило предварительной затарки: для любой будущей акции планирование начинает работать на три дня раньше начала акции.

Правило выхода из акции:

- Если количество дней в заказываемом периоде от 0 до 5, то смещение = 1 день.
- Если количество дней в заказываемом периоде от 6 до 7, то смещение = 2 дня.
- Если количество дней в заказываемом периоде больше 7, то смещение = 3 дня.

Для каждого дня в зависимости от акций проставляется тип расчета мгновенной скорости, получают данные акционных коэффициентов и планируемой скорости. Если на 1 день оказывается одновременно несколько множителей, то выбирается наибольший. Такое же правило относится к скорости.

Аналогичным образом получают данные по предакционным остаткам.

Далее система автоматически рассчитывает данные по мгновенным скоростям продаж на каждый день.

При условии наличия предакционных остатков система рассчитывает объем планируемых продаж как $[\text{Предакционный остаток} / 7]$ на 7 дней от даты, на которую задан предакционный остаток.

Далее объемы планируемых продаж подсчитываются отдельно для периода:

$ПП_{z_1, P_1}$ = планируемые продажи с $[Z_1; P_1]$ и $ПП_{P_1, P_2}$ = планируемые продажи с $[P_1; P_2]$.

При условии наличия предакционного остатка на периоде от $(P_1; P_2]$ система берет за планируемые продажи объем предакционного остатка, с условием того что мгновенная скорость последующие 7 дней в периоде не учитывается.

3. Реализация системы расчета заказов торговой сети

На рис. 1 зеленым цветом выделены товары, которые на данный момент участвуют в акции, красным – товары, акция на которые завершена и желтым – товары, которые только собираются принять участие в акции.

Данные заголовка заказа

Номер заказа: 11961 Подразделение: Магазин №94 Статус заказа: Новый Пересчитан: 13.06.2019 10:40:57
 Тип заказа: Автозаказ магазина на склад Дата поставки: 15.06.2019 Дата заказа: 13.06.2019 Последнее изменение: 13.06.2019 10:40:57
 Поставщик: #Склад# Дата 2й поставки: 21.06.2019 Дата следующего заказа: Комментарий:
 Договор: Дата 3й поставки: Дата заказа №3: Сумма/Вес заказа: 190396.52руб / 1054.62

Код тов.	Наименование товара	Заказ	Промо	Топ	Рi	Зi	Заказ\клад	Цена	Сумма	Вес	Группа	Подгруппа
71883	в.Стейкхаун Торронте (Менска)	6,00	A-ДЦ 13.06.19/26.06.19	2	2	0,33	0,00	0,00	2,70	0,00	Вина, винные напитки, шампанское	Вина виноградные тега
79592	вин. нап. Гамтайн классический	12,00	A-ДЦ 13.06.19/26.06.19	0	0	0,00	197,79	0,00	0,00	0,00	Вина, винные напитки, шампанское	Вермут, напитки винные
79593	вин. нап. Гамтайн со вкусом виш	12,00	A-ДЦ 13.06.19/26.06.19	0	0	0,00	197,79	0,00	0,00	0,00	Вина, винные напитки, шампанское	Вермут, напитки винные
76089	вин.нап.газ.Авино Руби сладкой 0	6,00	A-ДЦ 13.06.19/26.06.19	0	0	0,00	190,68	0,00	0,00	0,00	Вина, винные напитки, шампанское	Газированные винные на
76090	вин.нап.газ.Авино Розе сладкой 0	6,00	A-ДЦ 13.06.19/26.06.19	0	0	0,00	190,68	0,00	0,00	0,00	Вина, винные напитки, шампанское	Газированные винные на
97125	в.Милдстрин Деллалли Чаларо 6	6,00	A-68K 11.06.19/24.06.19	0	0	0,00	90,53	0,00	0,00	0,00	Вина, винные напитки, шампанское	Вина виноградные столо
1566	водка Русской Стандарт 0,5л 12% 12,00	0,00		0	0	0,00	387,50	0,00	0,00	0,00	Ликеро-водочные изделия	Водки и водки особые
1573	коньяк российский Московский 4	12,00		0	0	0,00	482,64	0,00	0,00	0,00	Ликеро-водочные изделия	Коньяки
1580	коньяк Армянский Ной классик 7	6,00		0	0	0,00	1360,68	0,00	0,00	0,00	Ликеро-водочные изделия	Коньяки
1632	слабоалк. газ. нап. Океано Дюна	24,00		0	0	0,00	63,56	0,00	0,00	0,00	Слабоалкогольные напитки	Слабоалкогольные напитки
1635	слабоалк. газ. нап. Океано Сидор	24,00		0	0	0,00	63,56	0,00	0,00	0,00	Слабоалкогольные напитки	Слабоалкогольные напитки
1649	в.Лунин Жозеф Вердье Шаблон бе	6,00		0	0	0,00	336,61	0,00	0,00	0,00	Вина, винные напитки, шампанское	Вина виноградные столо
1650	в.Лунин Жозеф Вердье Шаблон ко	6,00		0	0	0,00	330,51	0,00	0,00	0,00	Вина, винные напитки, шампанское	Вина виноградные столо

Расчетные данные заказа

№	Код	Магазин	Скорость	МПО	Остаток	Потребность	План приход	План расход	По	Дата	Скорость	Множители	Сеть ручная	Пред.Акц	Ост	ПП
1	76089	Магазин №94	0,01	3,00	5,00	0,00		0,00	0,00	13.06.2019 00:00:00	Акционная планируемая (Безакционная * коэф)	1,1000			0,0000	0,0000
		Сеть вкл	Сеть стана	Сеть б/вкл	Б/вкл период	К1	К2	К3	Доп. строки	Ср. скор						
		0,00	0,01	84,00	1,00	3,00	2,00									
										14.06.2019 00:00:00	Акционная планируемая (Безакционная * коэф)	1,1000			0,0000	0,0000
										15.06.2019 00:00:00	Акционная планируемая (Безакционная * коэф)	1,1000			0,0000	0,0000
										16.06.2019 00:00:00	Акционная планируемая (Безакционная * коэф)	1,1000			0,0000	0,0000
										17.06.2019 00:00:00	Акционная планируемая (Безакционная * коэф)	1,1000			0,0000	0,0000
										18.06.2019 00:00:00	Акционная планируемая (Безакционная * коэф)	1,1000			0,0000	0,0000
										19.06.2019 00:00:00	Акционная планируемая (Безакционная * коэф)	1,1000			0,0000	0,0000
										20.06.2019 00:00:00	Акционная планируемая (Безакционная * коэф)	1,1000			0,0000	0,0000
										21.06.2019 00:00:00	Акционная планируемая (Безакционная * коэф)	1,1000			0,0000	0,0000

№ Описание Критическая

8 Ошибка планирования акции. Нужна скорость продаж

Настройка отображения статистики: Для выделенной строки

Рис. 1. Окно данных по конкретному заказу

Пользователь имеет возможность просмотреть статистику продаж в графическом виде, где отражена реализация товара и скорость динамики исходя из значений продаж и дат, начиная с указанного периода, перейдя на соответствующую вкладку (см. рис. 2).

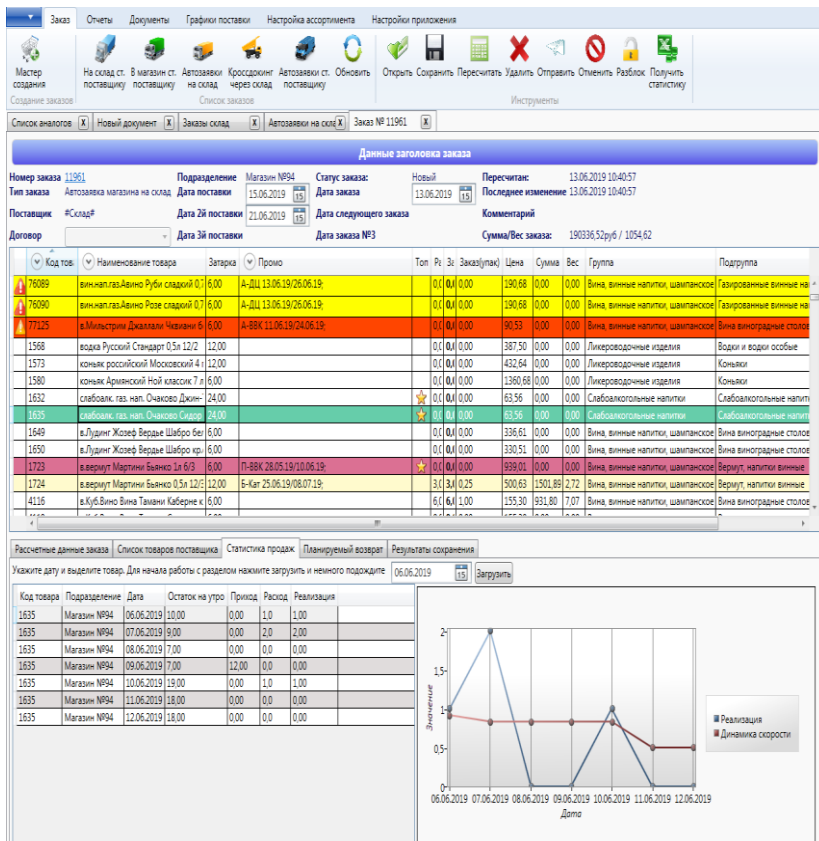


Рис. 2. Окно статистики продаж

При переходе в раздел отчеты пользователь может сформировать четыре типа отчетов: отчет за период, отчет о присутствии, изменение скорости продаж в акции, о заказах товаров, как показано на рис. 3.

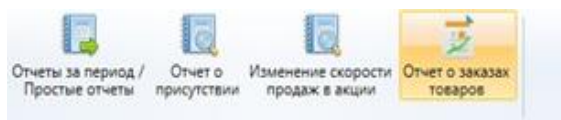


Рис. 3. Формирование отчетов

Заключение

В результате изучения аналогов систем формирования заказов, таких как: 1С: Управление торговлей, Класс 365, Manhattan DOM, были выявлены общие недостатки, которыми являются: невозможность получения расширенной статистики для определенных товаров с целью определения их рентабельности, дальнейшего продвижения путем включения в акции, а также невозможность формирования отчетности по заказам товаров.

В результате была разработана универсальная система расчета заказов торговой сети, которая позволяет: формировать заказы по автозаявкам магазина на склад; предоставлять детальную информацию по каждому товару заказа магазина; формировать кроссдоковый заказ на склад; получать статистику по каждому товару, которая включает в себя: статистику по остаткам, реализации, скорости продаж, цены реализации, приходам; графически представлять статистику продаж выбранного товара за указанный период; формировать отчеты, такие как: отчет за период, отчет о присутствии, отчет изменения скорости продаж в акции, отчет о заказах товаров.

Список литературы

1. Копытина, Е.А. Оптимизация стоимости доставки ресурсов при строительстве инженерных коммуникаций / Е.А. Копытина, Н.А. Петрикеева // В книге: BIM. Проектирование. Строительство. Эксплуатация Материалы Всероссийского форума. Под редакцией Д.К. Проскурина. - 2018. - С.51-55.
2. Петрикеева, Н.А. Экономически целесообразный уровень теплозащиты зданий при работе систем теплогазоснабжения и вентиляции/ Н.А. Петрикеева, О.В. Тюленева, Н.Н. Кучеров// Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2012. - № 1 (6). - С. 9-12.
3. Петрикеева, Н.А. Оптимизация стоимостной целевой функции при определении толщины изоляции в системах теплоснабжения/ Н.А. Петрикеева, А.В. Копытин, Н.О. Попов// Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. - 2016. - № 2 (3). - С. 26-33.