



СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

УДК 658.8

АНАЛИЗ СКЛАДСКОГО ПРОЦЕССА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕГО ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ СКЛАДА СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПЕРМАРКЕТА

Л.А. Сербина

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» - Санкт-Петербург

Рассмотрены особенности функционирования отдела складской логистики гипермаркета «Максидом» на Московском проспекте 131, г. Санкт-Петербург. На основании анализа текущих процессов, выявлены узкие места и предложены пути решения имеющихся проблем с использованием моделирования.

Ключевые слова: процесс складирования; отдел складской логистики; моделирование; проблемы функционирования складов; система массового обслуживания.

Для цитирования:

Сербина Л.А. Анализ складского процесса и предложения по его организации на примере склада строительного гипермаркета // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №3(21), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2019 – с.3-12. РИНЦ.

ANALYSIS OF THE WAREHOUSE PROCESS AND PROPOSALS FOR ITS ORGANIZATION ON THE EXAMPLE OF THE DIY-STORE

L.A. Serbina

National research university “Higher school of economics” – Saint-Petersburg

The article contains the results based on the analysis of the DIY-store warehouse. The warehouse belongs to “Maxidom” which is located on Moskovsky Prospekt 131, St. Petersburg. As the result of the analysis based on the current processes the drawbacks were identified and ways to solve existing problems using modeling were proposed.

Key words: warehousing process; logistics department; modeling; functioning problems of warehouses; public service system.

For citation:

Serbina L.A. Analysis of the warehouse process and proposals for its organization on the example of the diy-store // System analysis and logistics.: №3(21), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2019 – p.3-12.

Введение

Процесс складирования имеет большое значение с точки зрения логистики. Склад является одним из ключевых звеньев логистической цепи. Так как процессы, протекающие на складе, разнообразны и сложны важную роль играет и сооружение, в котором находится склад. На данном этапе склады, построенные несколько десятилетий назад, зачастую не годятся для текущих нужд. В связи с этим особенно остро встает вопрос перепроектировки и повышения эффективности работы склада. Строить склад с нуля под текущие нужды возможно, но требует значительных финансовых вложений, тогда как попытка перепроектировки в текущих условиях и изменения процессов изнутри гораздо более сложный процесс, требующий всестороннего анализа и разработок.

Позиционирование гипермаркета «Максидом» на рынке

В октябре 1997 года открывается первый строительный гипермаркет «Максидом» в городе Санкт-Петербурге. Формат гипермаркета, где можно купить все для дома – от досок, краски и дверей до посуды и зубных щеток, оказался очень востребованным. Вскоре поле открытия «Максидома-1» (М1) стало очевидно, что для большого города одного такого магазина мало. Несмотря на кризис 1998 года, начинается строительство гипермаркета «Максидом-2» (М2) на Московском проспекте 131.

«Максидом-2» был построен в здании недостроенного цеха вагоностроительного завода имени Егорова. С этим связаны конструктивные особенности всего здания и складских площадей в том числе.



Что касается складской сети гипермаркета, до 2008 года у каждого магазина был свой собственный склад и только один общий распределительный центр на Гражданском проспекте. Позже был построен второй склад в Санкт-Петербурге, что позволило оптимизировать логистику и сделать работу компании более эффективной.

Работа над совершенствованием системы и технологий работы постоянно ведется, благодаря чему удалось уменьшить товарный запас, высвободить дополнительные места на складах магазинов и сократить цепь поставок, что особенно важно для крупных и объемных товаров [8, с.21].

Склад как система массового обслуживания

Позиция предприятия на рынке напрямую связана с уровнем сервиса, который оно предоставляет. Недооценка значимости работы персонала с покупателями может значительно отразиться на экономических показателях предприятия. Необходимость стоять в очереди негативно сказывается на имидже компании.

Особенностью складов сети гипермаркетов «Максидом» является оборудованный на территории отгрузки пункт выдачи интернет заказов. Математические инструменты можно использовать для оптимизации выдачи самовывозов. Для этого в первую очередь необходимо отметить, что склад является системой массового обслуживания [2, с. 8-15].

Основными элементами системы массового обслуживания являются: входящий поток заявок; очередь; поток необслуженных заявок; каналы обслуживания; выходящий поток обслуженных заявок. Входящая заявка – это входящий запрос на выполнение какой-либо работы, например, выдача интернет-заказа покупателю. Очередь представляет собой совокупность требований, ожидающих исполнение, например, очередь покупателей в зоне самовывоза. Каналами обслуживания в данном случае являются кладовщики-кассиры. Поток входных заявок представляет собой последовательность однородных событий, которые наступают друг за другом.

Такой поток может быть регулярным и наступать через равные промежутки времени, либо случайным. На практике, и на складе в том числе, чаще всего потоки случайны. Связанные в одной совокупности последовательно поток требований, очередь и каналы обслуживания образуют систему массового обслуживания (СМО) (рис. 1).

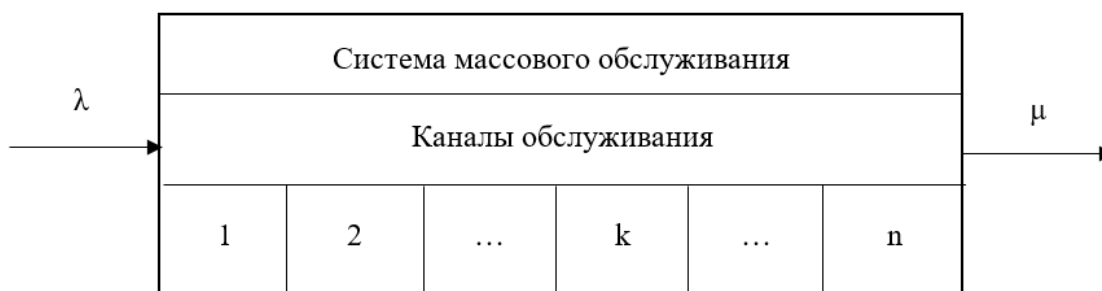


Рис.1. Схематичное изображение системы массового обслуживания

Основываясь на математических моделях систем массового обслуживания, проводятся исследования количественных связей между числом каналов обслуживания, режимов работы, производительности СМО, а также определяются критерии эффективности функционирования системы [4, с. 153-157].

Например, можно исследовать входящий поток требований (покупателей), процесс обслуживания и рассчитать, при каком количестве каналов обслуживания (кладовщиков-кассиров) суммарные издержки предприятия, вызванные образованием очереди или простоем каналов обслуживания, будут минимальны. Минимальное время пребывания покупателя в очереди может быть принято за критерий эффективности функционирования СМО. При таком условии режим функционирования СМО и число каналов обслуживания, выбираются исходя из того, что время пребывания в очереди не превосходит заданной величины [6, с.23].

Наиболее удобным на практике является решение задач, входящий поток в которых является



простейшим. Приход покупателей в пункт самовывоза на складе подчиняется распределению Пуассона:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где $P_k(t)$ – вероятность, что на интервале за время t будет k покупателей; λ – интенсивность входящего потока (среднее число покупателей, прибывающих в зону самовывоза в единицу времени; λt – среднее число покупателей, прибывающих за время t).

$$\lambda = \frac{N}{T}, \quad (2)$$

где N – количество покупателей, пришедшее в систему за время T .

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}}, \quad (3)$$

где μ – плотность выходного потока; $\bar{t}$ – среднее время обслуживания одного покупателя.

Одной из важнейших характеристик СМО является время обслуживания требований в системе. Время обслуживания чаще всего является случайной величиной. Например, кладовщик-кассир будет обслуживать каждого покупателя за различное случайное время. Время обслуживания чаще всего на практике подчиняется показательному закону распределения [5, с.211-250]. Функция принимает вид:

$$F(t) = e^{-\mu t}, \quad (4)$$

то есть вероятность, что время обслуживания не превосходит некоторой величины t , определяется данной формулой.

Состояние системы массового обслуживания с отказами можно описать с помощью формулы Эрланга. Она имеет вид:

$$P_K = \frac{\frac{1}{K!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^K}{1 + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{1}{2!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^2 + \dots + \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n}, \quad (5)$$

где P_K – вероятности состояния системы ($0 \leq K \leq n$), т.е. вероятности занятости k каналов обслуживания ($k: 0, 2, 3 \dots n$), при этом P_0 – вероятность того, что все каналы свободны, а P_n – вероятность того, что заняты все n каналов обслуживания или вероятность отказа в обслуживании или вероятность образования очереди.

При этом отношение $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$ является приведенной плотностью потока. Тогда формула Эрланга принимает вид:

$$P_K = \frac{\frac{1}{K!} (\alpha)^K}{1 + \alpha + \frac{1}{2!} (\alpha)^2 + \dots + \frac{1}{n!} (\alpha)^n}, \quad (6)$$



Важно отметить, что при данном n для каждого k ($0, 1, 2 \dots n$) будет один и тот же знаменатель формулы Эрланга, а числителями будут последовательно каждый член знаменателя.

При проведении расчетов показателей системы массового обслуживания никогда не известны данные с абсолютной точностью. Заключение производится на базе статистических данных, либо на базе некоторых теоретических соображений.

Модель функционирования отдела складской логистики

В целом технологическую схему работы отдела складской логистики гипермаркета «Максидом» (с момента приема товара, до отгрузки покупателю) можно представить в виде рисунка (рис.3). На рисунке изображена работа отдела складской логистики, как единой системы.

Если представить процессы отгрузки и приемки отдельно, то форма входящих и обрабатываемых заявок будет различна. Так, в зоне приемки, как системы массового обслуживания, входящими потоками являются поставщики, каналами обслуживания кладовщики и водители погрузочно-разгрузочной техники, а на выходе поставщики, покидающие зону приемки с отгрузочными документами. В зоне отгрузки ситуация обстоит несколько иначе. Там входящим потоком становится очередь из покупателей в зоне самовывоза, а также водители транспортной компании, ожидающие загрузку. Каналами обслуживания также являются кладовщики и водители погрузочно-разгрузочной техники. На выходе образуются потоки покупателей с товаром, а также загруженные доставки автомобили транспортной компании [1, с.45].

Модель склада можно так же представить в виде «черного ящика». Множество входных потоков которого, будет преобразовываться во множество выходных показателей функционирования моделируемой системы (рис. 2).



Рис.2. Склад в форме «черного ящика»

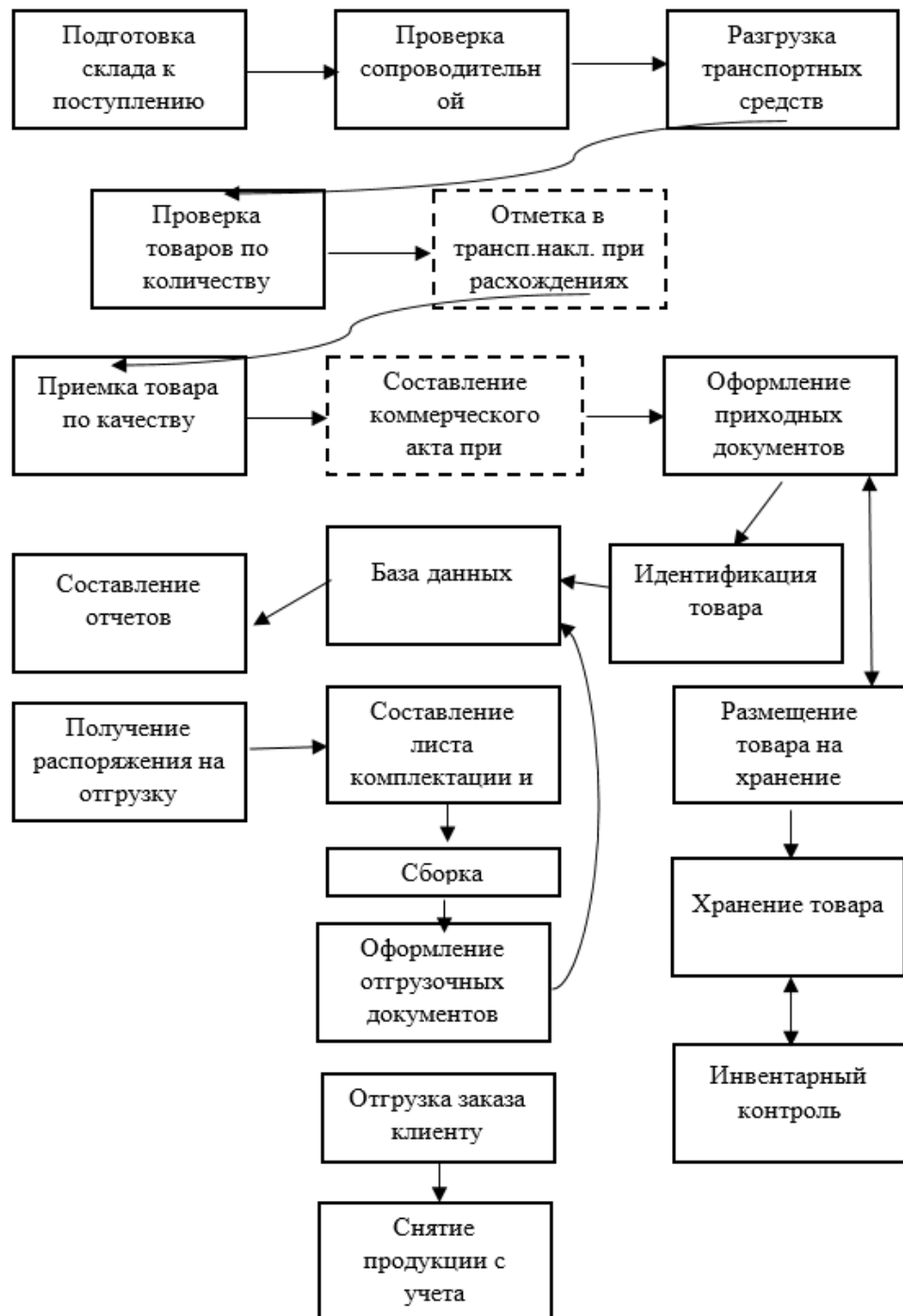


Рис.3. Технологическая схема процессов работы склада, как единой системы

Проблемы функционирования склада

Рассматриваемый в данной статье склад представляет собой склад-магазин, в розничной сети. На склады такого типа приходит большое количество мелких штучных заказов, однако технология, используемая на таком складе, гораздо больше подходит к организации работы крупных складов. Это приводит к снижению производительности, к потерям из-за недостач и воровства, а также к пересортице [3, с.14-20].

Кроме того, среди текущих проблем склада гипермаркета «Максидом» можно обозначить следующие:

- Пересортица;
- Частые поломки техники;



- Низкая эффективность складской системы;
- Перегруженность зоны быстрой обработки;
- Дефицит кадров;
- Низкая скорость отгрузки и долгая выдача интернет-заказов;
- Невысокая производительность центра обработки заказов;
- Нехватка паллетных мест высотного хранения
- Техническое состояние складских помещений и прилегающей территории;
- Недостаточно гибкая и эффективная организационная структура.
- Перегруженность зоны быстрой обработки;
- Дефицит кадров;
- Низкая скорость отгрузки и долгая выдача интернет-заказов;
- Невысокая производительность центра обработки заказов;
- Нехватка паллетных мест высотного хранения
- Техническое состояние складских помещений и прилегающей территории;
- Недостаточно гибкая и эффективная организационная структура.

Данные проблемы, влияющие на эффективность работы всего отдела складской логистики, следует учитывать при разработке плана по их устранению. В деятельности каждой компании может наступить такой момент, когда обнаружится узкое место, которое влияет на работу всей логистической цепи. Часто происходит так, что наиболее проблемным звеном становится именно склад. Проблемы возникают как во внутренней, так и во внешней его инфраструктуре.

Порядок определения узких мест на складе и мероприятия по их сокращению

Начать следует с анализа материальных потоков компании. Для этого необходимо определить текущее состояние материальных потоков на складе. Есть несколько параметров, которые следует анализировать в первую очередь: вид товара (товарная группа); минимальный и максимальный запасы товара в штуках; стоимость минимального и максимального запаса; вместимость паллет по товару; общее количество паллет; прогнозы максимального увеличения количества паллет; размер поддона с товаром; вес, высота и ширина поддона с товаром [9, с. 13].

Следующим этапом следует оценить уровень взаимодействия склада с другими подразделениями. Складские работники постоянно контактируют с сотрудниками других подразделений: с представителями отделов продаж, маркетинга, логистики. Очень часто информационный разрыв между подразделениями ведет к образованию ошибок в учете товара, что зачастую выливается в двойной учет или дефицит товаров на складе. Для того чтобы выяснить, какие проблемы возникают при контакте с другими подразделениями и складом, следует произвести опрос руководителей и сотрудников склада на предмет выявления трудностей во взаимодействии со смежными подразделениями. После этого станет возможным оценить влияние смежных подразделений на работу склада. Также необходимо оценить объемы входящих и исходящих грузов, что поможет оценить пропускную способность склада. В конечном итоге необходимо оценить исходную причину, по которой снижается производительность на складе.

На последнем этапе следует проанализировать работу склада изнутри. Необходимо оценить оборачиваемость запаса, относительно количества запаса и занимаемой площади. Анализ оборачиваемости запаса позволит сделать вывод о том, насколько быстро происходят основные процессы на складе, а именно отгрузка, приемка и сортировка. Наполненность склада значительно отражается на времени приема товара, так как затрудняется поиск, как свободного места под размещение, так и поиска уже принятого товара.

Важную роль играет мониторинг неликвидов, остатков упаковки, выставочных образцов и прочих не нужных вещей. Неликвиды возникают в связи с плохо налаженной системой возвратов [7, с. 153-157].

Перестановки на складе также позволяют искоренить узкие места. Зачастую увеличение товаропотока отражается на значительном заполнении склада, на стеллажах не остается достаточного места для размещения товара.



Результаты моделирования

В данной статье рассматривается решение по двум основным проблемным направлениям: дефицит кадров и малоэффективная организация складских помещений. Данные проблемы являются наиболее выраженными в работе отдела складской логистики гипермаркета «Максидом».

На основании данных, полученных из корпоративной системы, можно рассчитать процент загруженности кладовщика-кассира в период проведения акций для постоянных покупателей и без акций, учитывая, что склад является СМО.

Расчет в без акционный период следующий:

(Прием из ТЗ_{ср} + Передача в ТЗ_{ср} + Передача покупателю_{ср} + Доставки_{ср}) = 159 + 41 + 25 + 59 = 284 накладные.

Магазин работает с 8 и до 23, то есть 15 часов. В час в среднем поступает 284/15 = 19 накладных.

Время обработки одной накладной (приходной или отгрузки) составляет примерно 4 мин или 0,06 ч. Всего в смену работает 3 кладовщика.

Вероятности состояния системы определяются по формуле Эрланга (5):

$$\begin{aligned}\lambda &= 19, \\ \mu &= (1)/0,6 = 16,67, \\ \alpha &= \lambda/\mu = 1,14.\end{aligned}$$

Вычисление знаменателя по формуле Эрланга:

$$\begin{aligned}1 + 1,14 + 1/2!1,14^2 + 1/3!1,14^3 &= \\ = 1 + 1,14 + 0,65 + 0,25 &= 3,04.\end{aligned}$$

Получаются вероятности состояния системы:

$$\begin{aligned}P_0 &= 1/3,04 = 0,33, \\ P_1 &= 1,14/3,04 = 0,375, \\ P_2 &= 0,65/3,04 = 0,21, \\ P_3 &= 0,25/3,04 = 0,08, \\ \text{Итого: } &1.\end{aligned}$$

Определяется среднее количество кладовщиков занятых обработкой накладных:

$$\begin{aligned}\bar{n} &= \sum p_k K, \text{ т.е.} \\ \bar{n} &= 0,33*0 + 0,375*1 + 0,21*2 + 0,08*3 = 1,035,\end{aligned}$$

отсюда коэффициент загруженности кладовщиков:

$$K = \frac{\bar{n}}{n} = 1,035/3 = 0,345 \text{ или } 34,5\%.$$

В акционный период количество заявок возрастает:

(Прием из ТЗ_{ср} + Передача в ТЗ_{ср} + Передача покупателю_{ср} + Доставки_{ср}) = (575 + 113 + 14 + 70) = 772 накладные.

В час в среднем поступает 772/15 = 52 накладных.

Время обработки одной накладной (приходной или отгрузки) составляет примерно 4 мин или 0,06 ч. Всего в смену работает 3 кладовщика.

При аналогичном расчете:

коэффициент загруженности кладовщиков:



$$K = \frac{\bar{n}}{n} = 2/3 = 0,67 \text{ или } 67\%.$$

Загруженность кладовщиков в акционный период в два раза больше, чем в безакционный, поэтому получаем: (Прием из ТЗ_{ср} + Передача в ТЗ_{ср} + Передача покупателю_{ср} + Доставки_{ср})/2 = (159 + 41 + 25 + 59)/2 = 142 – накладных приходится на 1 кладовщика в безакционный период. (минимум можно вывести 2 кладовщика в смену без акции, для повышения эффективности работы сотрудника).

В акционный период:

(Прием из ТЗ_{ср} + Передача в ТЗ_{ср} + Передача покупателю_{ср} + Доставки_{ср})/142 = (575 + 113 + 14 + 70)/142 = 5,43 – сотрудника необходимо для комфортной работы в смену.

Таким образом, необходимо выводить на работу 4-х сотрудников отгрузки и 1 старшего смены в дни пиковых нагрузок, чтобы минимизировать риск возникновения очереди из покупателей и простоя ТС.

В результате проведенного анализа локальных проблем в строительном гипермаркете «Максидом» на Московском проспекте 131 в городе Санкт-Петербург в рамках данной курсовой работы был разработан проект перестройки отдела складской логистики. Модель перестройки склада была создана с учетом выявленных проблем (рис.4 – модель до реконструкции, рис.5 - после).

В результате подобного рода перестановок, на складе можно разместить в два раза больше товара, увеличить скорость отгрузки и повысить производительность. Улучшения на складе на прямую увязаны с общей логистической стратегией компании. Стратегические улучшения могут стать основой кардинальных изменений складской логистики в компании. Повышение уровня обслуживания восполнит расходы на складскую логистику, путем повышения товарооборота.

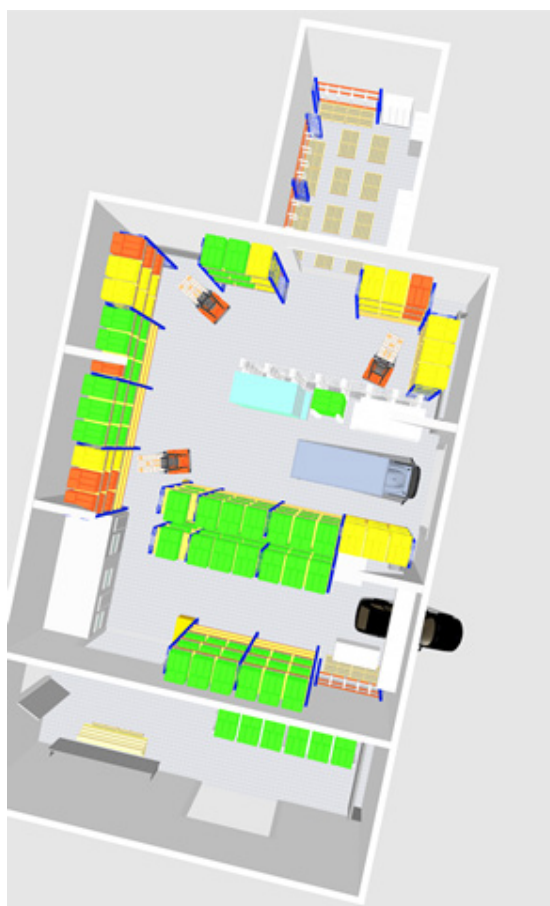


Рис.4. Текущее состояние зоны отгрузки гипермаркета «Максидом» (создано бесплатной программой SweetHome 3D)

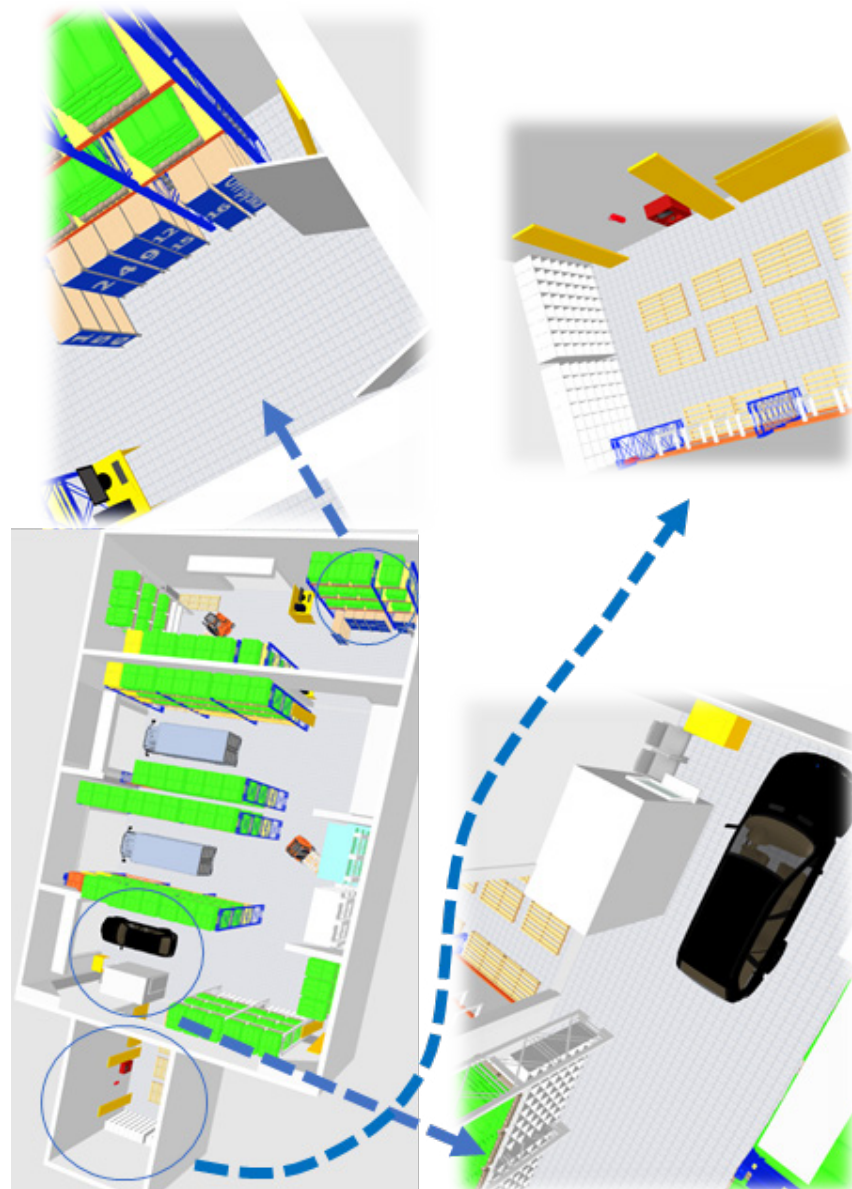


Рис.5. Оптимизированный проект зоны отгрузки гипермаркета «Максидом» (создано в бесплатной программе SweetHome 3D)

Заключение

Так как крайне важно рассматривать склад предприятия без отрыва от самого предприятия, в данной статье была рассмотрена эволюция развития крупной компании города Санкт-Петербург, строительного гипермаркета «Максидом». Особую роль сыграло то, что магазин был построен в здании бывшего завода и за 20 лет практически не менялся, а несколько лет назад произошло открытие интернет-магазина и развитие интернет торговли гипермаркета, что отразилось на гораздо большем потоке покупателей непосредственно в зоне самовывоза на складе. В связи с этим особенно актуально было отразить в данной статье основные проблемы в работе отдела складской логистики гипермаркета «Максидом» на Московском проспекте в городе Санкт-Петербург, предложить варианты решения основных из них и создать модель нового склада.

В результате данной работы была получена маршрутная карта для развития отдела складской логистики строительного гипермаркета «Максидом». Анализ узких мест в работе, а также представление проекта перестройки зоны отгрузки, оказывается актуальным в настоящее время и может быть использован руководителями предприятия для повышения эффективности работы магазина.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабина О.И.* Имитационная модель склада промышленного предприятия по производству бетона // Бизнес-информатика. 2015. № 1 (31). С. 41–50.
2. *Берсенева В.А.* Необходимость разработки оптимального графика работы касс в торговых сетях. Применение новейших технологий и нестандартных решений в повышении эффективности работы касс // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. 2010. №63.
3. *Бубнов С.* Как выявить узкие места на складе и оптимизировать его работу // Отраслевые решения. - 2013. - С. 14-20.
4. *Зайцев М.Г.* Методы оптимизации управления для менеджеров: компьютерно-ориентированный подход: учеб.пособие. – М.: Дело, 2007. – 304 с.
5. *Зайцев М.Г.* Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы: учеб. Пособие / М.Г.Зайцев – М.: Дело, 2008. – 664 с.
6. *Качанова Л.С.* Модели системы массового обслуживания // Вестник ФГОУ ВО МГАУ. 2009. №8-1.
7. *Колеснев В.И.* Экономико-математические методы и модели в коммерческой деятельности предприятий АПК: учеб. Пособие / В.И.Колеснев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 264 с.
8. Максидом. 20 лет. 1997-2017. Краткая иллюстрированная энциклопедия / Под ред. Сергиенко Д. - СПб: 2017. - 275 с.
9. *Parikh P.J., Zhang X., Sainathuni B.* Distribution planning considering warehousing decisions // Material Handling Institute, 2010. P. 1–15.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Сербина Лариса Артемовна –

бакалавр, студент

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» - Санкт-Петербург

190121, Россия, Санкт-Петербург, ул. Союза Печатников, д. 16

E-mail: lar-serbina@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Serbina Larisa Artyomovna –

bachelor, student

National research university “Higher school of economics” – Saint-Petersburg

HSE, 16 Soyuzza Pechatnikov street, Saint-Petersburg, 190121, Russia

E-mail: lar-serbina@yandex.ru