

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 84 страницы, 21 рисунок, 6 таблиц, 34 источника литературы, 1 приложение.

Ключевые слова: информационная подсистема, оптимизация, складские запасы, база данных, объектно-ориентированное программирование, СУБД, модульная структура.

Объект исследования или разработки — предприятие, производящее и реализующее столярные изделия.

Цель работы - разработка автоматизированной подсистемы управления складской деятельностью предприятия, производящего и реализующего столярные изделия.

Метод исследования - методы логической системы управления запасами, объектно-ориентированное программирование.

Техническое обеспечение - ПК с процессором Core i5, тактовой частотой 2.8 ГГц, объемом оперативной памяти 16 Гб, жестким диском 4 Тб, монитор с диагональю 21, 5, клавиатура, мышь, принтер.

Программное обеспечение - операционная система Microsoft Windows Seven, интегрированная среда разработки Borland Delphi 7, СУБД Microsoft Access 2003.

Результаты данной работы будут внедрены в хозяйственную деятельность предприятия ООО МЭЙКО для повышения эффективности организации оптово- розничной торговли.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Введение  | 4  |
| 1. Описание предметной области  | 9  |
| 1.1 Нормирование запасов  | 9  |
| 1.2 Система контроля за состоянием запаса   | 14 |
| 1.3 Методика проектирования логической системы управления запасами  | 21 |
| 1.4 Организационная структура предприятия   | 23 |
| 1.5 Цель создания информационной подсистемы   | 33 |
| 2 Разработка математического и информационного обеспечения подсистемы оптимального управления складскими запасами | 34 |
| 2.1 Основные алгоритмы оптимального управления запасами   | 34 |
| 2.2 Построение структуры данных для подсистемы  | 47 |
| 2.3 Построение функциональной модели предметной области   | 48 |
| 2.4 Построение инфологической и даталогической модели базы данных   | 50 |
| 3 Разработка программного обеспечения автоматизированной подсистемы оптимального управления складскими запасами   | 53 |
| 3.1 Выбор среды программирования  | 53 |
| 3.2 Модульная структура программы   | 57 |
| 3.3 Проектирование базы данных  | 60 |
| 3.4 Выбор и обоснование базовой модели  | 70 |
| Заключение  | 72 |
| Список литературы   | 73 |
| Приложение А  | 76 |

## Введение

Состояние и эффективность использования производственных запасов, как самой значительной части оборотного капитала - является одним из основных условий успешной деятельности предприятия. Развитие рыночных отношений определяет новые условия их организации. Рост конкуренции вынуждает предприятия изменять свою политику по отношению к производственным запасам, искать новые источники пополнения, изучать проблему эффективности их использования. Поэтому для предприятия все возможные способы рационального расходования средств, одним из которых является определение оптимальной величины производственных запасов приобретают все большую значимость [1].

Объект исследования - предприятие, производящее и реализующее столярные изделия.

Целью данной работы является разработка на основе анализа предметно-объектного материала конкретных предложений по созданию автоматизированной подсистемы автоматизации складской деятельности предприятия, производящего и реализующего столярные изделия.

Для достижения цели исследования необходимо решить следующие задачи:

- изучить способы ведения хозяйственной деятельности, используемые в компании ООО МЭЙКО;
- проанализировать западный и отечественный опыт управления запасами, изучить теоретические исследования по управлению запасами;
- рассмотреть алгоритмы управления запасами;
- сформировать возможные варианты корректного выбора системы контроля уровня запасов;
- реализовать автоматизированную подсистему управления запасами.

Складской технологический процесс - это совокупность последовательно выполняемых операций, обеспечивающих прохождение материально-

го потока от приемки на склад до отгрузки потребителям. Основными операциями технологического процесса склада являются:

- приемка товаров на склад;
- размещение на места хранения;
- комплектация заказов;
- отгрузка товаров потребителям.

Технологический процесс на складе должны обеспечивать экономичность затрат и сохранность товара. Для выполнения основных операций на складе необходимо выполнение обеспечивающих операций представленных в таблице 1.

Таблица 1 - Основные и обеспечивающие операции технологического процесса на складе

| Операция   |   |
|--|---|
| Основная   | обеспечивающая                                      |
| Приемка товаров на склад   | Согласование сроков прибытия товаров с поставщиками |
| Проверка правильности оформления документов на поставку                                |   |
| Проверка правильности оформления документов на товар                                   |   |
| Документальное оформление приемки товара   |   |
| Документальное оформление расхождения в товарах  |   |
| Определение очередности и времени разгрузки  |   |
| Определение бригады разгрузки  |   |
| Внешний осмотр товара: оценка целостности упаковки, соблюдения условий транспортировки |   |

|  |  |
|--|--|
| Разгрузка транспорта   |  |
| Приемка товара по количеству   |  |
| Приемка товара по качеству   |  |
| Документальное оформление результатов приемки: заполнение акта прихода или акта установления расхождений |  |
| Сортировка товара и формирование грузовых единиц   |  |
| Нанесение идентифицирующей информации на товар   |  |
| Занесение данных о товаре в информационную систему   |  |
| Присвоение места хранения  |  |
| Перемещение в зону хранения  |  |
| Размещение на места хранения   | Подтверждение размещения товара на местах хранения |
| Размещение на места хранения   |  |
| Хранение   |  |
| Пополнение ячеек отбора  |  |
| Внутрискладские перемещения с целью оптимизации мест хранения  |  |
| Обеспечение сохранности товара (контроль доступа и системы видеонаблюдения)                              |  |
| Поддержание условий хранения ( гидротермического и санитарно-гигиенического режимов)                     |  |
| Проведение инвентаризации  |  |
| Комплектация заказов   | Отбор товара с мест хранения                       |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Подтверждение отбора товара                      |                                 |
| Предпродажная подготовка товара                  |                                 |
| Упаковывание товаров                             |                                 |
| Проверка правильности отбора                     |                                 |
| Формирование клиентских заказов                  |                                 |
| Пакетирование грузовых единиц                    |                                 |
| Перемещение в зону отгрузки                      |                                 |
| Отгрузка товаров потребителям                    | Проверка отгрузочных документов |
| Подготовка товаросопроводительной документации   |                                 |
| Проверка правильности сформированного заказа     |                                 |
| Подписание товарно-сопроводительной документации |                                 |
| Отгрузка товаров                                 |                                 |

1. Приемка товара. В предварительно согласованные сроки с поставщиком сроки прибывает машина с партией товара. Финансовые документы проверяются на наличие необходимых документов на поставку, правильность их оформления и распечатывает приемный акт. После получения приемного акта, определяется очередность разгрузки и место постановки автотранспорта, приблизительное время ожидания в случае очереди на приемке назначается бригада разгрузки. На данном этапе происходит проверка товара на наличие несоответствующего товара, размещение товара на поддоны, наклейка штрих-кодов, а так же перемещение товара в зону разгрузки. После завершения разгрузки товар проверяется и заполняется бланк прихода. При обнаружении несоответствия поступившего товара заявленному количеству или качеству составляется акт об установлении расхождений по количеству и

качеству при приемке в трех экземплярах. Далее полученные данные вносятся в информационную систему. На все сопутствующие бумаги проставляются даты и времени отгрузки товара, ставятся печати.

Размещение товара на хранение. Размещение в зоне хранения будет зависеть от группы товара и условий хранения. Зона хранения представляет собой склад с коробочными и паллетными местами хранения. После получения адреса размещения паллеты направляются на высотное хранение. Далее происходит постановка паллет на местах с указанным адресом.

В процессе хранения и отбора товара на складе возникает необходимость осуществлять пополнение товара на участке на участке розничного и коробочного хранения. Подвоз товара осуществляется при достижении минимального уровня наличия данного товара в ячейке хранения. Отбор товара для комплектования заказов клиента. На основе поступившей заявки из сбытового подразделения формируется наборный лист. В паллетно-коробочной зоне хранения считывается штрих-код с наборного листа, и на терминале высвечивается адрес ячейки и количество товаров, необходимых для отбора. После этого товар перемещается в зону контроля, где проверяется правильность собранного заказа и при обнаружении ошибок происходит их устранение. При обнаружении недостачи, излишков, пересортицы заполняются специальные формы, и происходит устранение ошибок. Сформированные заказы размещаются в зоне готовых заказов на определенных местах.

3. Отгрузка продукции. Перед отгрузкой заказов проверяются предоставленные клиентом документы, подготавливаются товарно-сопроводительные документы на отгружаемый товар. Затем по товарной накладной находится товар в зоне готовых заказов, проверяется правильность заказа. Подписываются все сопроводительные документы, ставятся подписи и печати ответственных лиц.

Работа состоит из введения, трёх разделов, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Во введении определены цели и задачи, объект и предмет исследования, характеристика степени разработанности темы, методическая и информационная база, а также краткое описание работы. Обозначены проблемы и возможные пути их решения, круг использованной литературы.

В первой главе исследуется организационная структура предприятия и математические модели управления запасами.

Во второй главе исследованы алгоритмы управления запасами и построена структура данных, которая будет использована для построения подсистемы.

В третьей главе описан процесс создания автоматизированной подсистемы и продемонстрированы результаты ее работы.

Разработанная автоматизированная подсистема была внедрена в складскую деятельность компании ООО МЭЙКО.



# 1 Описание предметной области

## 1.1 Нормирование запасов

Управление запасами формируется в процессе разрешения двух определяющих проблем:

- конкретизация необходимых объемов запасов, то есть предельной нормы запасов;
- построение системы отслеживания фактических размеров запасов своевременным их пополнением в соответствии с установленными нормами [3].

Норма запасов устанавливается расчетным минимальным количеством предметов труда, которым должны располагать производственные или торговые предприятия для обеспечения бесперебойного снабжения производства продукции или реализации товаров.

При формировании норм товарных запасов используют одну из трех группы методов: эвристических, методов технико-экономических расчетов и экономико-математических методов [2, 5].

Эвристический подход основывается на использовании опыта экспертов, анализирующих отчетность за предыдущий период, изучающих рынок и принимающих решения о минимально необходимых запасах, базирующиеся, в большей степени, на субъективном понимании направлений развития спроса. В качестве эксперта может выступать сотрудники организации, непосредственно связанные с решением задачи о нормировании запасов. Используемый в этом случае один из эвристических методов решения задачи называют опытно-статистическим.

В случае, если поставленная задача в области управления запасами в большей степени сложна, можно использовать опыт нескольких экспертов. Анализируя затем по специальному алгоритму их субъективные оценки ситуации и предлагаемые решения, может получиться решение достаточно

близкое к оптимальному. Такой подход также относится к эвристической группе и называется методом экспертных оценок.

Суть метода технико-экономических расчетов состоит в отделении совокупного запаса в зависимости от целевого назначения на конкретные группы, например, номенклатурные позиции (или ассортиментные позиции в торговле). Затем для полученных групп отдельно вычисляется страховой, текущий и сезонные запасы, каждый из которых, в свою очередь, может подразделяться на некоторые элементы. Например, страховой запас на случай повышения спроса или нарушения сроков завоза материалов (товаров) от поставщиков.

Нормирование текущего запаса состоит в вычислении максимальной величины потребности производства в материальных ценностях между двумя очередными поставками [3, 4]. Такая потребность устанавливается как произведение среднесуточного расхода на интервал поставки:

$$TZ = R_{сут} \times J, \quad (1)$$

где TZ - текущий запас;

$R_{сут}$  - среднесуточный расход материалов;

J - интервал поставок, дни.

В свою очередь, среднесуточный расход устанавливается делением общей потребности в материале ( $P_G$ ,  $P_{кв}$ ,  $P_M$  - соответственно годовая, квартальная и месячная потребности) разделенное на целочисленное значение количества календарных дней в плановом периоде:

$$R_{сут} = P_G (P_{кв}, P_M) / 360 (90, 30). \quad (2)$$

В зависимости от конкретных условий производства, обращения и потребления материалов интервал поставки вычисляется несколькими способами.

В тех случаях, когда интервалы поставки определяются минимальной нормой отпуска данного материала В (транзитной или заказной), их величина вычисляется делением этой нормы на среднесуточный расход  $W_0$  во многих случаях объем поставки уточняется грузоподъемностью транспортных

средств, которые осуществляют перевозку грузов, в связи с необходимостью их полной загрузки. В этом случае интервал поставки вычисляется путем деления грузоподъемности  $\Gamma$  на среднесуточный расход:

$$J = \Gamma / R_{\text{сут}}, \quad (3)$$

В тех случаях, когда интервалы поставки формируются минимальной нормой отпуска данного материала  $B$  (транзитной или заказной), их величина находится путем деления этой нормы на среднесуточный расход

$$J = B / R_{\text{сут}}. \quad (4)$$

Интервал поставки часто определяет периодичность производства данного материала у поставщика. В таких случаях он будет равен, продолжительности перерыва в производстве данного материала у поставщика.

В ситуациях, когда поступающие материальные ценности не удовлетворяют технологическим и техническим требованиям, и до запуска в производство должны пройти соответствующую доработку создается технологический (подготовительный) запас.

Технологический (подготовительный) запас устанавливается на базе нормативов времени для реализации подготовительных операций, или на основании статистических данных и наблюдений за фактическими временными издержками на подготовку материалов к выдаче в предыдущем периоде (хронометража).

Страховой запас в самом общем виде вычисляется как произведение среднесуточного расхода материала на разрыв в интервале поставок деленное пополам:

$$CЗ = R_{\text{сут}} \times (J_{\text{ф}} - J_{\text{пл}}) \times 0,5 \quad (5)$$

где  $CЗ$  - страховой запас;

$J_{\text{ф}}$ ,  $J_{\text{пл}}$  - соответственно фактический и плановый интервал поставок.

При укрупненной оценке он может устанавливаться в размере 50% текущего запаса. В случае, когда промышленное предприятие располагается отдаленно от транспортных путей или используются нестандартные, уникальные материалы, норма страхового запаса увеличивается до 100%.

Появление страхового запаса связано с перебоями в поставках материала со стороны поставщика. В случае если эти перебои связаны с транспортными компаниями, формируется транспортный запас, включающий те оборотные фонды, которые отвлекаются со дня оплаты счета поставщика и до прибытия груза на склад. Транспортный запас рассчитывается так же, как и страховой запас:

$$TpЗ = R_{свт} \times (J_{\phi} - J_{пл}) \times 0,5, \quad (6)$$

где  $TpЗ$ - транспортный запас.

Объемы сезонных запасов определяются по данным о фактических условиях поступления и потребности материалов.

Таким образом, норма запаса конкретного материала вычисляется по формуле:

$$H = TЗ + СЗ + ПЗ, \quad (7)$$

где  $H$  - совокупная норма запаса материала;

$ПЗ$  - норма подготовительного запаса;

Метод технико-экономических расчетов способствует, с высокой степенью точности, устанавливать необходимый объем запасов, но следует отметить его трудоемкость.

Суть экономико-математических методов нормирования запасов состоит в следующем: спрос на товары или продукцию описывается случайным процессом, который может быть вычисляется методами математической статистики. Одним из наиболее простых экономико-математических методов определения размера запаса является метод экстраполяции (сглаживания), позволяющий спроецировать темпы, сложившиеся в формировании запасов в предыдущем периоде, на будущее. Например, имея данные об объеме запасов за предыдущие четыре периода, на основе метода экстраполяции можно определить объем запасов на перспективный период по формуле:

$$Y_5 = 0,5 \times (2 \times Y_4 + Y_3 - Y_1), \quad (8)$$

где  $Y_1$ ,  $Y_3$ ,  $Y_4$  - уровни запаса (в сумме, днях или процентах к обороту), соответственно, за первый, третий и четвертый периоды;

$Y_5$  - нормативный уровень запаса на предстоящий, пятый период.

Прогноз уровня запасов для шестого периода ( $Y_6$ ) можно сделать, основываясь на формуле:

$$Y_6 = 0,5(2 \times Y_5 + Y_4 - Y_2), \quad (9)$$

Зарубежная практика управления запасами говорит о том, что темпы роста запасов должны несколько отставать от темпа роста спроса. Математически это описывается следующим образом:

$$T_3 = \sqrt{T_0}, \quad (10)$$

где  $T_3$  - темп роста товарных запасов;

$T_0$  - темп роста спроса.

Такое соотношение между запасами и спросом обеспечивает возможность ускорения оборачиваемости оборотных средств.

Таким образом, определив минимальное количество материальных ресурсов, которое должно постоянно находиться на складе менеджерам предприятия необходимо перейти к разработке системы контроля за состоянием запасов.

## 1.2 Системы контроля за состоянием запасов

Контроль состояния запасов - это анализ и регулирование соответствия запасов продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления с целью установления отклонений от норм запасов и принятия быстрых мер к ликвидации отклонений.

Необходимость контроля за объемом запасов определяется увеличением издержек в случае выхода фактического размера запаса за рамки, определенными нормами запаса. Контроль за состоянием запаса может проходить на основе данных учета, переписей материальных ресурсов, инвентаризаций или по мере надобности.

В целом можно сформулировать следующие системы контроля состояния запасов: с фиксированным интервалом периодичности заказа; с фиксиро-

ванным размером заказа. Остальные системы являются модификациями этих двух подходов.

Контроль состояния запасов по первой системе, т.е. с фиксированной периодичностью заказа производится через равномерные интервалы времени при помощи проведения инвентаризации остатков. По итогам проверки производится заказ на поставку новой партии товаров.

Размер заказываемой партии товара находится как разность определенного нормой максимального товарного запаса и фактического. Так как для реализации заказа необходим определенный период времени, то объем заказываемой партии увеличивается на размер ожидаемого расхода на этот период. Размер заказываемой партии ( $P$ ) определяется по следующей формуле:

$$P = Z_{\text{макс}} - (Z_{\text{ф}} - Z_{\text{т}}), \quad (11)$$

где  $Z_{\text{макс}}$  - предусмотренный нормой максимальный запас;

$Z_{\text{ф}}$  - фактический запас на момент проверки;

$Z_{\text{т}}$  - запас, который будет израсходован в течение размещения и выполнения заказа.

Интенсивность спроса, характеризуемая углом наклона участков кривой, соответствующей изменению запасов, в данной модели является величиной переменной (угол наклона различных участков ломаной - неодинаков). А поскольку заказ производится через равные промежутки времени, то объем заказываемой партии в разных периодах также будет различен. Естественно, использовать такой подход можно тогда, когда есть возможность заказывать партии, различные по объему (например, в случае применения контейнерной доставки заказываемого товара эта система не применима). Кроме того, систему не используют, когда доставка или размещение заказа являются дорогостоящими операциями. Например, если спрос прошедшего периода был не значителен, то заказ также будет незначительным, что допускается только когда расходы на выполнение заказа незначительны.

Особенностью описываемой системы является также и то, что она допускает возникновение дефицита. Если спрос резко усилится, то запас закон-

чится до наступления срока подачи заказа. Это означает, что система применима, когда возможные потери от дефицита для предприятия также несущественны.

Подводя итог, отметим, что система контроля с фиксированной периодичностью заказа применяется в следующих случаях:

- условия поставки позволяют получать заказы различными по величине партиями;
- расходы по размещению заказа и доставке сравнительно невелики;
- потери от возможного дефицита сравнительно невелики.

На практике по данной системе можно заказывать один из многих товаров, закупаемых у одного и того же поставщика, товары, на которые уровень спроса относительно постоянен, малоценные товары и т.д.

В системе контроля за состоянием запасов с фиксированным размером заказа размер заказа на пополнение запаса является величиной постоянной. Интервалы времени, через которые производится размещение заказа, в этом случае могут быть разными.

Нормируемыми величинами в этой системе являются величина заказа, размер запаса в момент размещения заказа (так называемая точка заказа) и величина страхового запаса. Заказ на поставку размещается при уменьшении наличного запаса до точки заказа. Как следует, после размещения заказа запас продолжает уменьшаться, так как заказанный товар привозят не сразу, а через какой-то промежуток времени  $t$ . Величина запаса в точке заказа выбирается такой, чтобы в нормальной, рабочей ситуации за время  $t$  запас не опустился ниже страхового. Если же спрос непредвиденно увеличится, или же будет нарушен срок поставки, то начнет работать страховой запас. Коммерческая служба предприятия в этом случае должна принять меры, обеспечивающие дополнительную поставку. Как видим, данная система контроля предусматривает защиту предприятия от образования дефицита.

На практике система контроля за состоянием запаса с фиксированным количеством заказа применяется преимущественно в следующих случаях:

- большие потери в результате отсутствия запаса;
- высокие издержки по хранению запасов;
- высокая стоимость заказываемого товара;
- высокая степень неопределенности спроса;
- наличие скидки с цены в зависимости от заказываемого количества.

Система с фиксированным размером заказа предполагает непрерывный учет остатков для определения точки заказа.

После того как сделан выбор системы пополнения запасов, необходимо количественно определить величину заказываемой партии, а также интервал времени, через который повторяется заказ.

Оптимальный размер партии поставляемых товаров и, соответственно, оптимальная частота завоза зависят от следующих факторов:

- объем спроса (оборота);
- расходы по доставке товаров;
- расходы по хранению запаса.

В качестве критерия оптимальности выбирают минимум совокупных расходов по доставке и хранению.

И расходы по доставке и расходы по хранению зависят от размера заказа, однако характер зависимости каждой из этих статей расходов от объема заказа разный. Расходы по доставке товаров при увеличении размера заказа очевидно уменьшаются, так как перевозки осуществляются более крупными партиями и следовательно реже. График этой зависимости, имеющей форму гиперболы, представлен на рисунке 1.

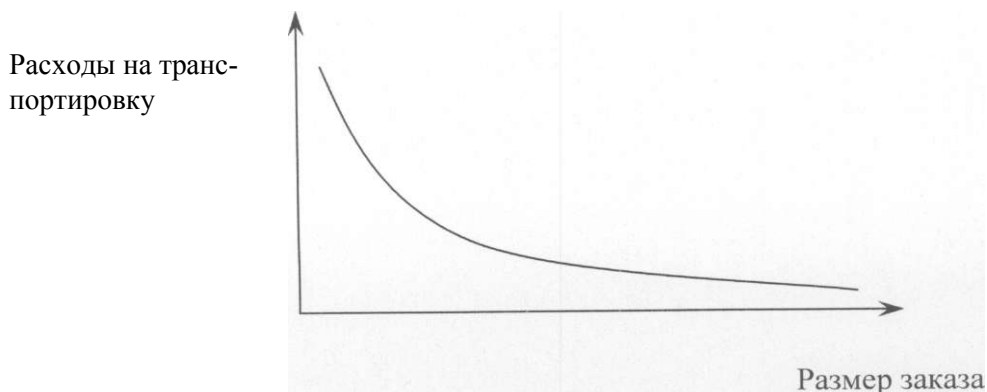


Рисунок 1 - Зависимость расходов на транспортировку от размера заказа



Расходы по хранению растут прямо пропорционально размеру заказа. Эта зависимость графически представлена на рисунке 2.

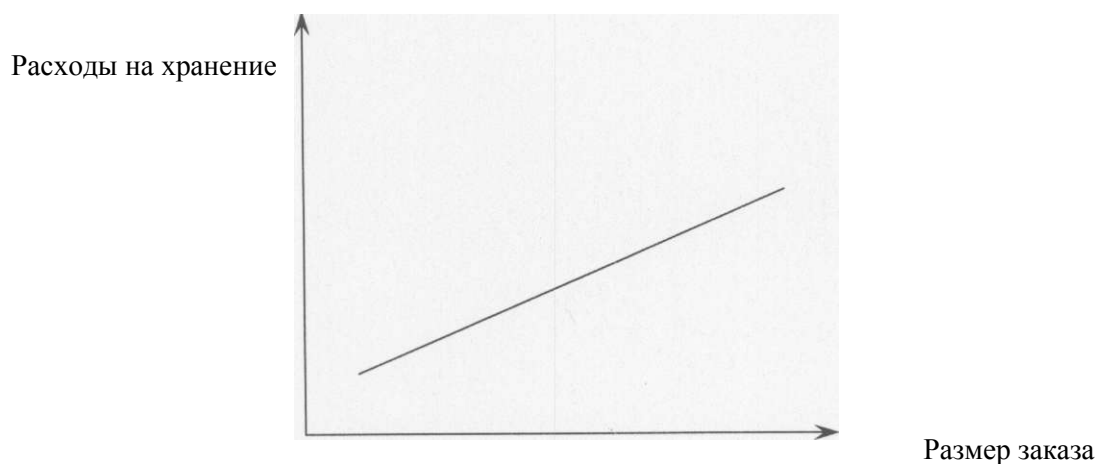


Рисунок 2 - Зависимость расходов на хранение запасов от размера заказа

Сложив оба графика, получим кривую, отражающую характер зависимости совокупных издержек по транспортировке и хранению от размера заказываемой партии (рисунок 3).

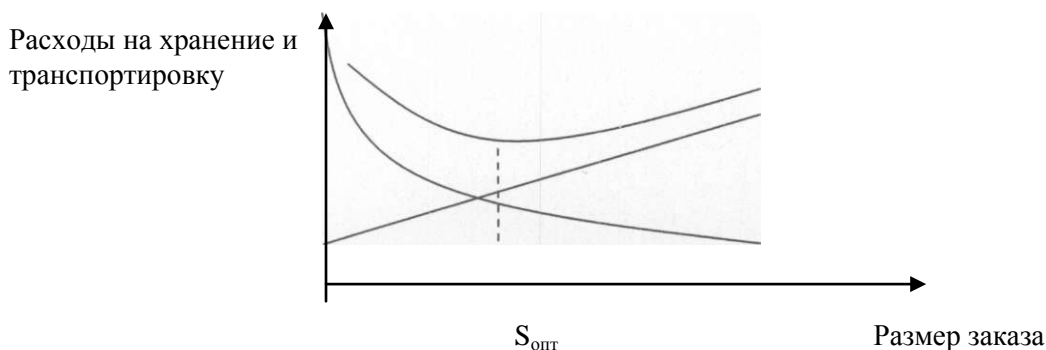


Рисунок 3 - Зависимость суммарных расходов на хранение и транспортировку от размера заказа. Оптимальный размер заказа -  $S_{опт}$

Задача определения оптимального размера заказа, наряду с графическим методом, может быть решена и аналитически. Для этого необходимо найти уравнение суммарной кривой, продифференцировать его и приравнять вторую производную к нулю. В результате получим формулу Уилсона, позволяющую рассчитать оптимальный размер заказа:

$$S_{opt} = \sqrt{\frac{2 \times O \times C_T}{C_x}}, \quad (12)$$

где  $S_{opt}$  - оптимальный размер заказываемой партии;

$O$  - величина оборота;

$C_T$  — издержки, связанные с доставкой;

$C_x$  - издержки, связанные с хранением.

Таким образом, представленные выше основные системы контроля над запасами базируются на фиксации одного из двух параметров - размера заказа или интервала времени между заказами. В условиях отсутствия отклонений от запланированных показателей и равномерного потребления запасов, для которых разработаны основные системы, такой подход является вполне достаточным.

Однако на практике чаще встречаются иные, более сложные ситуации. В частности, при значительных колебаниях спроса основные системы контроля уровня запасов не в состоянии обеспечить бесперебойное снабжение предприятия без значительного завышения объема запасов. При наличии систематических сбоев в поставке и потреблении основные системы контроля уровня запасов становятся не эффективными. Для таких случаев проектируются иные системы контроля, состоящие из элементов основных систем.

Каждая из основных систем имеет определенный порядок действий. Так, в системе с фиксированным размером заказа заказ производится в момент достижения порогового уровня запаса, величина которого определяется с учетом времени и возможной задержки поставки. В системе с фиксированным интервалом времени между заказами размер заказа определяется исходя из наличных объемов запаса и ожидаемого потребления за время поставки.

Различное сочетание звеньев основных систем контроля уровня запасов, а также добавление принципиально новых идей в алгоритм работы системы приводит к возможности формирования по сути дела огромного числа систем контроля над уровнем запасов, отвечающим самым разнообразным требованиям. Одним из вариантов таких систем является система с установленной периодичность пополнения запасов до установленного уровня. В данной системе, как и в системе с фиксированной периодичностью заказа, входным параметром является период времени между заказами. В отличие от

основной системы, она ориентирована на работу при значительных колебаниях потребления. Чтобы предотвратить завышение объемов запасов, содержащихся на складе, или их дефицит, заказы производятся не только в установленные моменты времени, но и при достижении запасом порогового уровня. Таким образом, рассматриваемая система включает в себя элемент системы с фиксированным интервалом времени между заказами (установленную периодичность оформления заказа) и элемент системы с фиксированным размером заказа (отслеживание порогового уровня запасов).

Другим вариантом производных систем контроля уровня запасов является так называемая система «минимум-максимум». Эта система, как и система с установленной периодичность пополнения запасов до постоянного уровня, содержит в себе элементы основных систем контроля уровня запасов. Как и в системе с фиксированной периодичностью заказа, здесь используется постоянный интервал времени между заказами. Система «максимум-минимум» ориентирована на ситуацию, когда затраты на учет запасов и издержки на оформление заказа настолько значительны, что становятся соизмеримы с потерями от дефицита запасов. Поэтому в рассматриваемой системе заказы производятся не через каждый заданный интервал времени, а только при условии, что запасы на складе в этот момент оказались равными или меньше установленного минимального уровня. В случае выдачи заказа его размер рассчитывается так, чтобы поставка пополнила запасы до максимально желаемого уровня. Таким образом, данная система работает лишь с двумя уровнями запасов - минимальным и максимальным.

Однако все рассмотренные выше системы контроля уровня запасов применимы лишь к весьма ограниченному спектру условий функционирования и взаимодействия поставщиков и потребителей. Повышение эффективности использования систем управления запасами в логистической системе организации приводит к необходимости разработки оригинальных вариантов рассмотренных выше систем контроля уровня запасов.

Таким образом, российским предприятиям, несмотря на многочисленные отклонения в снабженческо-сбытовой деятельности, необходимо придерживаться определенной системы управления запасами, дабы избежать хаотичности и неопределенности в обеспечении процесса производства необходимыми материальными ресурсами. Для этого предприятиям необходима определенная методика проектирования логистической системы управления запасами.

### **1.3 Методика проектирования логистической системы управления запасами**

Методика предполагает последовательное решение следующих задач:

- 1) Подготовка исходных данных для проектирования логистической системы управления запасами на основе экспертного опроса специалистов организаций- поставщиков и организаций потребителей по форме, представленной в таблице 1.
- 2) Расчет оптимального размера заказа для всех комплектующих.
- 3) Сопоставление по всем комплектующим оптимального размера заказа с принятой и желательной партиями поставки (таблица 2). Необходимо обосновать выбор размера заказа для дальнейших расчетов. В случае значительного расхождения оптимальной, принятой и желательной партий поставки дальнейшие расчеты по комплектующему следует вести отдельно для каждого размера партии поставки.
- 4) Моделирование поведения системы управления запасами с фиксированным размером запаса.
- 5) Проведение необходимых расчетов по всем комплектующим и всем вариантам размера (таблица 2).

Таблица 2 - Исходные данные для проектирования логистической системы

Изделие: наименование

Программа

| Наименование комплектующего | Количество, шт. / изд. | Цена, руб. / шт. | Интервал времени между заказами, дни |             | Время поставки, дни | Возможная задержка поставки, дни | Размер заказа, шт. |             |              | Поставщик |
|-----------------------------|------------------------|------------------|--------------------------------------|-------------|---------------------|----------------------------------|--------------------|-------------|--------------|-----------|
|                             |                        |                  | принятый                             | желательный |                     |                                  | принятый           | желательный | максимальный |           |
|                             |                        |                  |                                      |             |                     |                                  |                    |             |              |           |

6) Построение графиков движения запасов по всем комплектующим и по всем вариантам размера заказа.

7) Отсутствия задержек поставок.

8) Наличие единичного сбоя поставки.

9) Наличие неоднократных сбоев поставок.

10) Для случаев 6 и 7 - оценку срока возврата системы в нормальное состояние (с наличием полного объема гарантийного запаса).

11) Для случая 7 - определение максимального количества сбоев поставки, которое может выдержать система без выхода в дефицитное состояние.

12) Для случая 7 - определение максимального срока неоднократной задержки поставки, которой может выдержать система без выхода в дефицитное состояние.

13) Для каждого комплектующего - сравнение систем с различным размером заказа.

Затем необходимо сделать выбор наиболее рационального размера заказа, обосновав свое решение результатами работы по п.п. 10, 11, 12, а затем свести результаты в таблицу 3.

14) Моделирование поведения системы с фиксированной периодичностью заказа предполагает.

15) Проведение необходимых расчетов по всем комплектующим (таблица 3).

Таблица 3 - Рекомендуемые размеры заказа

| Наименование комплектующего | Размер заказа |
|-----------------------------|---------------|
|                             |               |

16) Построение графиков движения запасов по всем комплектующим для случаев:

17) Отсутствия задержек поставок,

18) Наличие единичного сбоя поставки,

19) Неоднократных сбоев поставок.

20) Для случаев 16 и 17 - оценку срока возвращения системы в нормальное состояние (при наличии полного объема гарантийного запаса).

21) Для случая 17 - определение максимального количества сбоев поставки, которое может выдержать система без выхода в дефицитное состояние.

22) Для случая 17 - определение максимального срока неоднократной задержки поставки, который может выдержать система без выхода в дефицитное состояние.

Таким образом, для моделирования эффективной системы управления запасами материальных ресурсов предприятию необходимо разработать экономически обоснованные нормы запасов данных материалов, используя эвристические, методы технико-экономических расчетов и экономико-математические методы [2, 5].

Следующим шагом разработки системы управления запасами должно стать проектирование системы контроля уровня запасов. При этом, опираясь на широкий выбор теоретических моделей, менеджерам необходимо проектировать оригинальные варианты таких моделей, которые бы учитывали особенности конкретного производства

## 1.4 Организационная структура предприятия

Компания ООО «МЭЙКО» - российское предприятие по производству корпусной мебели и столярных изделий для интерьера, которое было основано 19 июня 1992 года в Воронеже.

В период становления компания определила свою нишу на рынке и на протяжении многих лет уверенно движется в выбранном направлении, сохраняя традиции и внедряя новые идеи, осваивая передовые технологии. Жесткая оптимизация затрат и многоступенчатый контроль качества позволяют компании удерживать конкурентные цены на весь спектр выпускаемой продукции. Ассортимент продукции насчитывает более 500 наименований, среди которых корпусная мебель и сопутствующие столярные изделия: двери, окна, внутридомовые лестницы из натурального дерева, гостиные, спальни, детские, кухни, столы, тумбы, кровати, прихожие, министенки, компьютерные и журнальные столы, комоды, шкафы. Одна из специализаций компании — это выпуск модульной мебели, с помощью которой любой покупатель может с легкостью создать интерьер квартиры или офиса по своему вкусу, а также межкомнатные двери и окна изготовленные из различных сортов дерева.

На сегодняшний день повышение качества и постоянное обновление линейки производимой продукции позволяет оставаться «МЭЙКО» одним из лидеров своего сегмента продукции.

Производство изделий осуществляется командой квалифицированных сотрудников на итальянском оборудовании из экологически чистого, качественного материала, с применением как отечественной, так и зарубежной фурнитуры. Для быстрого обслуживания предприятие имеет постоянные складские запасы готовой продукции. А маневренность производства позволяет в кратчайшие сроки изготавливать мебель по желанию заказчика.

Компания «МЭЙКО» — участник крупнейших российских выставок, обладатель более двух десятков дипломов, отмечающих высокое качество и современный дизайн мебели.

В структуру компании входит производственно-технологические цеха, административное управление, склады, а также сеть магазинов, расположенных в г. Воронеже.

В магазинах основной метод продажи - обслуживание продавцом- консультантом. При таком методе обслуживания покупатель получает квалифицированную помощь, необходимую при покупке требуемой продукции, что уменьшает риск покупки товара, низкого качества или неудовлетворяющего спросу покупателя. Покупатели расплачиваются в едином кассовом узле.

В магазине оказывают дополнительные услуги. Это информационно-консультационные (предоставление информации о продукции, консультации специалистов о продукции, проведение рекламных презентаций); оказание помощи покупателю в совершении покупки (прием и исполнение заказов на продукцию); создание удобств покупателям (гарантированное хранение купленных товаров, прием и хранение вещей покупателей).

Предприятие является юридическим лицом. В соответствии с ГК РФ юридическим лицом признается организация, имеющая в собственности обособленное имущество и отвечающая им по своим обязательствам. Такая организация может от своего имени приобретать и осуществлять имущественные и личные неимущественные права, нести обязанности, быть истцом и ответчиком в суде.

Общество с ограниченной ответственностью наряду с иными видами хозяйственных обществ, а также хозяйственных товариществ, производственных кооперативов, государственных и муниципальных унитарных предприятий является коммерческой организацией, то есть организацией, преследующей цель извлечения прибыли в качестве основной цели своей деятельности и распределяющей полученную прибыль между участниками.



В отличие от государственных и муниципальных унитарных предприятий, на имущество которых их учредители имеют право собственности или иное вещное право, общества с ограниченной ответственностью (равно как и иные виды хозяйственных обществ, хозяйственных товариществ и производственных кооперативов) характеризуются тем, что их участники имеют обязательственные права.

За участниками общества сохраняются права по стратегическому управлению обществом, которые осуществляются ими путём проведения периодических общих собраний участников.

В отличие от акционерных обществ компетенция общего собрания участников общества с ограниченной ответственностью может быть расширена по усмотрению самих участников; также отдельным участникам могут быть предоставлены дополнительные права.

В отличие от акционерных обществ прибыль общества с ограниченной ответственностью может делиться между участниками общества не только пропорционально их долям в уставном капитале общества, но и иным образом в соответствии с Уставом общества (если иной порядок предусмотрен Уставом).

В отличие от участников акционерного общества (акционеров) участник общества с ограниченной ответственностью может не только продать (или иным образом уступить) свою долю в уставном капитале общества, но и выйти из общества, потребовав выплаты стоимости части имущества, соответствующей его доле в уставном капитале общества, если это предусмотрено Уставом общества.

Участники общества с ограниченной ответственностью, а также само общество имеют преимущественное право покупки доли одного из участников, в случае его намерения продать свою долю третьим лицам. Также Уставом общества может быть предусмотрен запрет на отчуждение доли участников третьим лицам.

В компании используется линейная структура управления. Для этой структуры характерно сосредоточение всех функций управления в руках директора. Персонал делится на примерно равные части. Работники одной категории выполняют примерно одинаковые действия.

Преимущества данной структуры: обеспечение принципа единоначалия, ясность и четкость связей управления, оперативность управления.

Недостаток - необходимость обладания разносторонних знаний директора.

Для нормального функционирования торгового процесса на предприятии составляется график выхода на работу персонала.

Коммерческая деятельность предприятия торговли связана с выполнением различных операций и требует от выполняющих их работников разносторонних знаний и умений. Поэтому в состав персонала магазина входят работники различных категорий (работники низшего, среднего и высшего звена).

Для каждой должности руководством организации составляются и утверждаются должностные инструкции, содержащие перечень должностных обязанностей работников с учетом особенностей организации производства, труда и управления, их прав и ответственности.

Например: руководителем среднего звена в магазине является заместитель директора - товаровед. Он принимает участие в работе выставок, ярмарок и др. мероприятиях, где происходит знакомство с предприятиями-изготовителями и предлагаемыми ими товарами.

Организует подготовку и заключение договоров поставки товаров с предприятиями-изготовителями.

Принимает меры по выполнению договорных обязательств поставщиками.

Участвует в формировании ассортимента товаров.

Организует приемку товаров от поставщика на склады.

Руководит работниками.

Внешняя среда организации.

Принцип работы компании - обеспечить возможность для покупателя быстро и выгодно приобрести широкий спектр товаров; обеспечить потребителю максимальное удобство и комфорт использования.

Продукция компании конкурентоспособна, так как реализуемые товары качественные и цены приемлемые.

В настоящее время компания вступил в период активной конкуренции за рынка сбыта. Маркетинговую политику деятельности компании на рынке можно определить как удержание и планомерное увеличение (за счет вытеснения конкурентов) доли занимаемой на рынке.

ООО МЭЙКО конкурентоспособно по следующим преимуществам:

- Относительно низкий уровень цен по сравнению с другими крупными компаниями региона.

- квалифицированный и доброжелательный персонал;

- минимальные временные потери на поиск и покупку товаров;

- дополнительные услуги;

- широкий и качественный ассортимент товаров, которые будут представлены в торговом зале, рассчитанный для потребителей с различным уровнем дохода;

- современное оборудование, обеспечивающее высокое качество оказываемых услуг, а также соответствующее хранение;

- реализация программ по стимулированию спроса и поддержанию лояльности потребителей;

- наличие необходимого информационного обеспечения потребителей, включающего в себя присутствие в торговом зале продавцов - кассиров - консультантов, информационные таблички, ценники, рекламные материалы.

Миссия компании: «Мы работаем для повышения благосостояния наших покупателей, сокращая их расходы на покупку качественных товаров, бережно относясь к ресурсам компании, улучшая технологию и достойно вознаграждая».

Цель компании: совершение продаж заявленного ассортимента за счет привлечения покупателей, проживающих в районе магазина и побуждения их совершить покупку посредством воздействия на визуальное восприятие, ассоциативное мышление.

Мы работаем для повышения благосостояния наших покупателей, Стратегия развития «МЭЙКО»: достижение максимальной зоны покрытия сети магазинов, реализующих продукцию компании:

- стратегическое направление - открытие магазинов в городах с населением менее 500 тыс. человек - где проживает 73% городского населения России;

- целевая аудитория «магазина у дома» - покупатели со средним уровнем дохода, что дает возможность компании проникать в небольшие города и населенные пункты.

Хозяйственные связи между поставщиками и покупателями товаров понятие очень широкое, сюда входят экономические, административно-правовые, финансовые и другие отношения, складывающиеся между покупателями и поставщиками в процессе поставок комплектующих, а также фурнитуры. Рациональные хозяйственные связи способствуют планомерному развитию экономики, сбалансированности спроса и предложения, своевременной поставки продукции.

Для поставки нашей продукции предприятие тщательно отбирало поставщиков.

Поставщики выбираются по следующим характеристикам:

- квалифицированный персонал;
- хорошие рекомендации;
- качественный товар;
- цены близкие к ценам производителей;
- товар доставляется транспортом поставщика;
- быстрая и своевременная доставка товара.

С каждым из представителей поставщиков заключен договор поставки. В случае невыполнения своих обязательств поставщики выплачивают неустойку, так же предприятие может отказаться от услуг поставщика. Магазины компании предлагают покупателям оптимальный ассортимент ходовых товаров по сниженным розничным ценам. Приоритеты в формировании базового ассортимента у компании различны.

Компания на сегодняшний день предлагает более 400 наименований продукции, причем в разных магазинах данный ассортимент может немного отличаться. Основу (80%) составляет собственная продукция, остальное - сопутствующие товары. Данная политика, безусловно, влияет на ассортимент магазинов, поскольку заключенные договора подразумевают выполнение дистрибьютерских планов.

У предприятия заключены договора с местными и иногородними поставщиками-изготовителями продукции (таблица - 4)

Таблица 4 - «Поставщики»

| Товар                   | Поставщики   |
|-------------------------|--|
| Дверные и оконные петли | JNF, Португалия, P.Bisschop, Германия, Patinas Lighting, Венгрия, Petlipsp, Мет-тэм-Производство |
| Дверные и оконные ручки | JNF, Португалия, P.Bisschop, Германия, Компания “Север”,   |
| Замки мебельные         | Zamkoff, Каскад фурнитура, Домарт  |
| Защелки и магниты       | Крит, Hafele, Делга  |
| Крючки-вешалки          | Булат, Каскад Фурнитура, ЭЛИМЕТ  |

Для управления грузовыми потоками планируется использовать разрабатываемую подсистему. С ее помощью будут выбираться оптимальные маршруты движения грузового транспорта таким образом, чтобы все потребности в грузоперевозках были удовлетворены за необходимое время с минимальной себестоимостью перевозок.

В современном мире в сфере товарного обращения идут процессы концентрации финансовых, материальных и трудовых ресурсов в рамках разветвленных сетевых структур. Крупные торговые компании ежегодно увеличивают свои обороты и свое присутствие на рынке. Именно они определяют ценовую политику и взаимоотношения с поставщиками, а также способствуют в силу своих финансовых возможностей внедрению прогрессивных торговых и информационных технологий, способствуя, тем самым, развитию современных программных продуктов.

Специалисты выделяют несколько путей концентрации ресурсов, среди них: горизонтальная и вертикальная интеграция, а также диверсификация.

В ходе горизонтальной интеграции происходит объединение нескольких магазинов в рамках одной компании с целью проведения консолидированных закупок товара у поставщиков и сбалансированной ценовой политики.

Логическим следствием горизонтальной интеграции является вертикальная интеграция, поскольку возрастание суммарного валового товарооборота требовало создания распределительного центра (РЦ) и единого звена управления. Таким образом, вырисовывается современная структура управления крупной сетевой компании.

Существенная часть товарных запасов, рассчитанных для конкретного магазина, находится на складе в магазине, а поставки с РЦ осуществляются большими партиями через каждые два дня (корпоративный приход). Происходит доставка всего необходимого запаса. У компании имеется собственный крупный автопарк, при помощи которого и доставляются товары с РЦ в магазины.

Маршрут движения транспорта - кольцевой, т.е. за один рейс одной машиной товары завозят в 3-4 магазина.

Обратный пробег транспорта груженный — из магазинов на РЦ отправляют тару, макулатуру, телеги из-под товара.

Такая система (заключающаяся в автоматизированном управлении заказами, поставками, контроле и учете всего торгового процесса) способствует снижению издержек на всех этапах товародвижения.

Для выполнения технологических операций по приемке, хранению и отправке продукции покупателям на складе выделяют следующие основные зоны:

- зона разгрузки транспортных средств, которая располагается вне помещения;
- экспедиция приемки товара, в том числе с операциями по приемке продукции по количеству и качеству;
- основная зона хранения;
- зона погрузки транспортных средств, которая располагается вне зоны хранения и комплектования.

Перечисленные операционные зоны склада связаны между собой проходами.

Зона разгрузки транспортных средств примыкает к экспедиции приемки товара (зоне приемки продукции по количеству и качеству). Под зону хранения продукции отводится основная часть площадей. Она состоит из территории, занятой единицами хранения, и площади проходов. Зона разгрузки товара используется для ручной разгрузки транспортных средств, а также для выемки товара из транспортной тары, приемки по количеству. Экспедиция приемки товара служит для приемки товара по количеству и качеству, ведения учета прибывшего товара. На участке подготовки товара к хранению (размещается в зоне приемки товара) происходит формирование мест хранения. Товар в эту зону поступает с участка разгрузки.

В зоне хранения (главная часть основного помещения склада) выполняют операции по хранению товара.

В зоне погрузки происходит ручная загрузка транспортных средств.

Определение основных параметров склада. Общая площадь склада:

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{пол}} + S_{\text{всп}} + S_{\text{нр}} + S_{\text{компл}} + S_{\text{сл}} + S_{\text{пэ}}, \quad (13)$$

где  $S_{пол}$  - полезная площадь, т.е. площадь, занятая непосредственно под хранимой продукцией (стеллажами, и другими приспособлениями для хранения продукции),  $m^2$ ;

$S_{всп}$  - вспомогательная (оперативная) площадь, т.е. площадь, занятая проездами и проходами,  $m^2$ ;

$S_{пр}$  - площадь участка приемки,  $m^2$ ;

$S_{компл}$  - площадь участка комплектования,  $m^2$ ;

$S_{сл}$  - площадь рабочих мест, т.е. площадь в помещениях складов, отведенная для рабочих мест складских работников,  $m^2$ ;

$S_{пэ}$  - площадь приемочной экспедиции,  $m^2$ ;

В магазине общая складская площадь составляет:

$$S_{общ} = S_{пол} (40 \text{ м}^2) + S_{всп} (60 \text{ м}^2) + S_{пр} (18 \text{ м}^2) = 118 \text{ м}^2 \quad (14)$$

Данная складская площадь оптимальна для данного магазина и способствует бесперебойному торгово-технологическому процессу.

После разгрузки и приемки товара администрацией, начинается расстановка образцов в торговых залах.

В магазинах выставляется максимально возможное количество продукции, обеспечивая полную загруженность торговых площадей.

Запасы, которые не уместились в торговом зале, отправляют на склад.

### **1.5 Цели создания информационной подсистемы**

Оптимизационной задачей выпускной квалификационной работы являются минимизация издержек хранения, которые обычно можно отнести к одному из следующих видов:

- издержки, связанные с использованием складского помещения (хранение материальных запасов требует аренды или строительства помещения);

издержки, связанные с упущенной прибылью (средства, вложенные в хранящийся товар, можно было бы использовать другим более эффективным способом);



- издержки, связанные с порчей/потерей товара при хранении;
- риск недополучения прибыли/несения потерь при отсутствии продукции на складе;
- издержки связанные с доставкой продукции на склад;
- издержки связанные с изменением потребности в ресурсах (ресурс, присутствующий на складе, может стать ненужным в результате изменения стоящих задач или рыночной ситуации).

В наиболее общей и типичной формулировке задачи минимизируются суммарные издержки по всем шести группам.

## **2 Разработка математического и информационного обеспечения подсистемы оптимального управления складскими запасами**

### **2.1 Основные алгоритмы оптимального управления запасами**

Для разработки подсистемы мы изучим:

- формула Уилсона;
- метод регрессионного анализа.

Формула Уилсона используется для подготовки входных данных для работы подсистемы, а метод регрессионного анализа реализован в программном продукте.

Формула Уилсона является частным случаем управления запасами по потребности. Для управления запасами на практике, особенно на начальном этапе внедрения логистических подходов к управлению запасами, можно использовать другой способ управления запасами по потребности - алгоритм на основе длительности логистических циклов. Главным достоинством этого алгоритма является простота. При использовании этого алгоритма снижается вероятность появления избыточного запаса, кроме того, системы, построенные на основе данного алгоритма, более гибко реагируют на изменение темпов потребления товара.

Принципиальной особенностью данного алгоритма является то, что учет и планирование товарных запасов осуществляется не в натуральных единицах, а во временных. На практике это очень удобно. Если учет и планирование ведется в натуральных единицах, то при изменении темпа потребления необходимо пересчитывать все уровни запасов. Если же учет ведется во временных единицах, то при изменении темпа продаж все уровни запасов остаются прежними, а измерение в натуральных единицах получаем сопоставлением уровней запасов и планируемого потребления. В данном алгоритме используется длительность следующих логистических циклов:

$Z_{Пнорм}$  - цикл «заказ-поставка», нормативный срок, включающий в себя время обработки заказа у покупателя, время обработки заказа у поставщика, время доставки и время приемки и оприходования товара в учетной базе.

$Z_{Знорм}$  - цикл «заказ-заказ», нормативный срок между очередными заказами поставщику.

Страховой запас ( $CЗ$ ) в данном алгоритме можно рассчитать по следующей формуле:

$$CЗ = k_1 \sqrt{\frac{30,5}{Z_{Пнорм} + Z_{Знорм}} \times k_2^2 + \frac{\sigma^2(Z_{П}) + \sigma^2(Z_{З})}{(Z_{Пнорм} + Z_{Знорм})^2}} \times \frac{Z_{Пнорм} + Z_{Знорм}}{30,5}, \quad (15)$$

где  $k_1$  - страховой коэффициент, определяющий вероятность возникновения дефицита

$k_2$  - коэффициент, учитывающий ошибку прогноза объема продаж, 1 соответствует 100% отклонения; оказывает наибольшее влияние на уровень  $CЗ$ ;  $\sigma(Z_{П})$  и  $\sigma(Z_{З})$  - отклонение продолжительностей циклов «заказ-поставка» и «заказ- заказ» (дней), рассчитывается как среднеквадратическое отклонение факта от норматива за последние три месяца

$$\sigma(Z_{П}) = \sqrt{\frac{(Z_{П_{факт_1}} - Z_{П_{норм}})^2 + \dots + (Z_{П_{факт_n}} - Z_{П_{норм}})^2}{n - 1}} \quad (16)$$

$$\sigma(Z_{З}) = \sqrt{\frac{(Z_{З_{факт_1}} - Z_{З_{норм}})^2 + \dots + (Z_{З_{факт_n}} - Z_{З_{норм}})^2}{n - 1}} \quad (17)$$

Данная формула учитывает практически все факторы, которые влияют на страховой запас. Например, для группы АХ точность прогноза ( $k_2$ ) достаточно высока, и, если, отклонений в сроке поставки не будет или они будут минимальны, то страховой запас для такого товара практически равен нулю. Очень важно добиваться максимального снижения страхового запаса для групп АХ и ВХ, т.к. совокупный объем продаж по этим группам составляет более половины общего объема продаж, и, уменьшив объем запаса по этим группам, мы существенно снижаем общий запас.

Следует отметить, что страховой запас помимо защиты от колебаний спроса, проблем качества прогнозирования и задержек поставки играет еще одну важную роль. Он выполняет функцию обеспечения стабильности продаж: т.к. темп продаж при различном уровне запаса не одинаков, то запас не должен снижаться ниже определенного уровня, в противном случае произойдет резкое снижение темпа продаж. Это можно увидеть, построив график зависимости объема продаж от запаса. Чем больше размер средней покупки, тем больше запас обеспечения стабильности продаж. Крайним случаем являются товары спорадического потребления, запас обеспечения продаж по которым должен быть кратен объему наиболее частого потребления. Запас меньший, чем объем наиболее частого потребления по товарам спорадического спроса держать не имеет смысла.

Во многих источниках указывается, что страховой запас не используется при нормальных условиях. На практике страховой запас используется, пусть и не полностью, практически всегда. Если бы условия постоянно были нормальными, то и страховой запас бы нам не понадобился. Оценить уровень страхового запаса и качество управления запасами можно, отслеживая остаточный запас во время прихода очередной партии товара,

Если остаточный запас постоянно больше нормы страхового запаса или близок к нулю, то стоит пересмотреть размер страхового запаса (причина этого может быть также в неточном прогнозе и отклонении времени выполнения заказа от  $Z_{Пнорм}$ ).

Переходим к текущему запасу. Базовое правило предлагаемого алгоритма: период  $Z_3$  не больше, чем период  $Z_П$ , т.е. заказ должен осуществляться не реже, чем время «заказ-поставка» (за исключением группы В и С). При увеличении срока  $Z_П$ , например, при поставках от удаленных поставщиков, размер заказа может быть меньше  $Z_П$ . В этом случае в транзите одновременно будут находиться несколько заказов.

Пусть:

$P$  - план продаж, штук в день;

З - наличие товара на складе без учета СЗ ( $Z + CZ = \Phi Z$ );

T - количество товара в транзите:

заказанный, но не отправленный,

отправленный, но не полученный,

прибывший, но не оприходованный. Тогда:

З/П - фактическое наличие на складе в днях оборота,

T/П - запас в транзите в днях оборота.

Правило:

$$Z / П = T / П = ЗП$$

При относительно небольших значениях ЗП идеальным, с точки зрения минимума затрат на хранение, является состояние, когда: количество товара на складе во временных единицах (без учета СЗ) равно количеству товара в транзите во временных единицах и равно времени пребывания товара в транзите (за исключением группы В и С). Для группы А рекомендуется заказ равный ЗП, для группы В -  $2 \times ЗП$ , С -  $5 \times ЗП$ . Распределение объема поставок в соотношении 1:2:5 между группами А, В и С позволяет с одной стороны большее количество времени уделить группе А, снизив в результате большей частоты поставок общий уровень запаса, а с другой стороны - снизить издержки на пополнение запаса для товаров группы В и С существенно не увеличив общий уровень запаса. Отсюда заказ для группы А:

$$Q = CZ + 2 \times ЗП - \Phi Z - T$$

Точка заказа (ТЗ) для группы А:

$$TЗ = CZ + ЗП$$

Заказ для группы В:

$$Q = CZ + 3 \times ЗП - \Phi Z - T$$

Точка заказа (ТЗ) для группы В:

$$TЗ = CZ + ЗП$$

Заказ для группы С:

$$Q = CZ + 6 \times ЗП - \Phi Z - T$$

Интервал заказа (ИЗ) для группы С:

$$CЗ + ЗП \leq ИЗ \leq CЗ + 2 \times ЗП$$

При увеличении срока ЗП размер заказа (ЗЗ) может быть меньше ЗП. В этом случае в транзите одновременно будут находиться несколько заказов (например, если партия заказа для группы А составит  $0,5 \times ЗП$ , то для группы В - ЗП, С -  $2,5 \times ЗП$ ).

Отсюда заказ для группы А:

$$Q = CЗ + ЗП + ЗЗ - ФЗ - T$$

Точка заказа (ТЗ) для группы А:

$$TЗ = CЗ + ЗП$$

Заказ для группы В:

$$Q = CЗ + ЗП + 2 \times ЗЗ - ФЗ - T$$

Заказ для группы С:

$$Q = CЗ + ЗП + 5 \times ЗЗ - ФЗ - T$$

Интервал заказа (ИЗ) для группы С:

$$CЗ + ЗП \leq ИЗ \leq CЗ + ЗП + ЗЗ$$

Описанный выше алгоритм является двухуровневой системой управления запасами. Нижним уровнем является ТЗ, а верхним - максимальный запас (МЗ), равный  $TЗ + ЗЗ$  или  $CЗ + ЗП + ЗЗ$ . Т.к. в пути в среднем постоянно находится количество равное ЗП, то складской запас варьируется (без учета отклонений) от  $CЗ$  до  $CЗ + ЗЗ$ .

Еще одним важным моментом в данном алгоритме является интервал контроля фактического уровня запасов. Если мы не имеем возможности ежедневно контролировать уровень запасов, то необходимо подойти к этому вопросу дифференцированно. Ошибки в управлении запасами по группам А, В и С неравнозначны, поэтому контролировать состояние запасов по группе А необходимо чаще, чем по группе В и С. В зависимости от длительности логистических циклов интервалы контроля могут быть различными, например, для группы А - 1-3 дня, для В - 7-10 дней, С - 1 месяц. Также можно дифференцировать интервал контроля уровня запаса по группам Х, Y и Z. Уменьшение интервала контроля позволит снизить уровень страхового запаса.

Лучше, конечно, настроить информационную систему таким образом, чтобы она выдавала предупредительные сигналы. Например, список товаров, по которым точка заказа достигнута или уровень запаса близок к точке заказа. Или касательно плана продаж: расход за первую неделю текущего месяца превысил половину прогнозируемого спроса на месяц; расход за первые две недели текущего месяца больше 75-80% прогнозируемого спроса на месяц, тогда мы имеем возможность при необходимости своевременно скорректировать план продаж и не допустить обнуления запасов на складе. Также необходимо постоянно сравнивать фактическую продолжительность цикла ЗП с нормативной (особенно по поставщикам и товарам группы А). Большой срок ЗП не проблема, проблемой является его нарушение. Если цикл ЗП в течение длительного времени существенно отклоняется от нормы (особенно по товарам группы А), то необходимо уделить больше внимания качеству прогнозирования спроса и, возможно, пересмотреть интервал контроля фактического состояния запасов.

Данный алгоритм удобен в управлении многономенклатурными запасами. Например, мы поставляем от одного поставщика 100 позиций номенклатуры. Тогда через интервал  $3З$  мы будем пополнять запас до  $МЗ$ . На практике часто возникают случаи, когда фактический запас по какому-то товару на момент размещения заказа практически равен  $МЗ$ . Включать его в очередной заказ нецелесообразно, с другой стороны, мы рискуем обнулить запас, если включим эту позицию в следующий заказ. Эту проблему можно решить размещением заказа этому поставщику два раза в период  $3З$  на величину  $3З$ , т.е. через интервал  $0,5 \times 3З$ . Таким образом, в очередной заказ будут включены лишь позиции, запас по которым меньше  $ТЗ + 0,5 \times 3З$ .

Остальные позиции, запас по которым в этот момент больше  $ТЗ + 0,5 \times 3З$ , за время до размещения очередного заказа ( $0,5 \times 3З$ ) окажутся в интервале от  $ТЗ$  до  $ТЗ + 0,5 \times 3З$  и будут включены в следующую заявку. Таким образом, точка заказа в двухуровневой системе при управлении многономенклатурными запасами превращается в интервал заказа [4].

Регрессионный анализ используется для прогноза, анализа временных рядов, тестирования гипотез и выявления скрытых взаимосвязей в данных. В данной дипломной работе метод регрессионного анализа для учета деталей (товаров) на складах с возможностью анализа работы: составление прогноза по продажам на будущие периоды и расчет оптимального запаса.

Регрессионный анализ - это статистический метод исследования зависимости случайной величины  $Y$  от переменных  $X_j$  ( $j= 1, 2, k$ ) рассматриваемых в регрессионном анализе как неслучайные величины независимо от истинного закона распределения  $X_j$ . Обычно предполагается, что случайная величина  $Y$  имеет нормальный закон распределения с условным математическим ожиданием  $\tilde{Y} = (x_1, \dots, x_k)$ , являющимся функцией от аргументов  $x_j$  и с постоянной, не зависящей от аргументов дисперсией  $\sigma^2$ .

Для проведения регрессионного анализа из  $(k+1)$ -мерной генеральной совокупности  $(Y, X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_k)$  берется выборка объемом  $n$  и каждое  $i$ -ое наблюдение характеризуется значениями переменных  $(y_i, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{ik})$ , где  $x_{ij}$  - значение  $j$ -ой переменной для  $i$ -го наблюдения ( $i= 1, 2, \dots, n$ ),  $y_i$  - значение результативного признака для  $i$ -го наблюдения.

Наиболее часто используемая множественная линейная модель регрессионного анализа имеет вид:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_j x_{ij} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i, \quad (18)$$

где  $\varepsilon_i$  - случайные ошибки наблюдения, независимые между собой, имеют нулевую среднюю и дисперсию  $\sigma^2$ .

Отметим, что модель (18) справедлива для всех  $i = 1, 2, \dots, n$ , линейна относительно неизвестных параметров  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$  и аргументов.

Коэффициент регрессии  $\beta_j$  показывает, на какую величину в среднем изменится результативный признак  $Y$ , если переменную  $X_j$  увеличить на единицу измерения, т. е. является нормативным коэффициентом. В матричной форме регрессионная модель имеет вид:

$$Y = X\beta + e, \quad (19)$$



где  $Y$  - случайный вектор - столбец размерности  $(n \times 1)$  наблюдаемых значений результативного признака  $(y_1, y_2, \dots, y_n)$ ;

$X$  - матрица размерности  $[n \times (k+1)]$  наблюдаемых значений аргументов. Элемент  $x$  матрицы рассматривается как неслучайная величина ( $i=1, 2, \dots, n$ ;  $j= 0, 1, 2, \dots, k$ );  $\beta$  - вектор-столбец размерности  $[(k+1) \times 1]$  неизвестных, подлежащих оценке параметров (коэффициентов регрессии) модели;  $v$  - случайный вектор - столбец размерности  $(n \times 1)$  ошибок наблюдений (остатков). Компоненты вектора  $\varepsilon_i$  независимы между собой, имеют нормальный закон распределения с нулевым математическим ожиданием ( $M\varepsilon_i = 0$ ) и неизвестной дисперсией  $\sigma^2$  ( $D\varepsilon_i = \sigma^2$ ).

На практике рекомендуется, чтобы  $n$  превышало  $k$  не менее, чем в три раза

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{i1} & \dots & x_{ik} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nk} \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \dots \\ y_i \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \dots \\ \beta_i \\ \dots \\ \beta_k \end{pmatrix} \quad (20)$$

В модели (13) единицы в первом столбце матрицы призваны обеспечить наличие свободного члена в модели (12). Здесь предполагается, что существует переменная  $x_0$ , которая во всех наблюдениях принимает значения равные 1.

Основная задача регрессионного анализа заключается в нахождении по выборке объемом  $n$ , оценки неизвестных коэффициентов регрессии  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$  модели (18) или вектора  $\beta$  в (19).

Так как, в регрессионном анализе  $x_j$  рассматриваются как неслучайные величины, а  $M\varepsilon_i = 0$ , то согласно (18) уравнение регрессии имеет вид:

$$\tilde{y}_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_j x_{ij} + \dots + \beta_k x_{ik}, \quad (21)$$

для всех  $i=1, 2, \dots, n$ , или в матричном виде:

$$\tilde{Y} = X \beta, \quad (22)$$

где  $\tilde{Y}$  - вектор-столбец с элементами  $\tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \dots, \tilde{y}_n$ .

Для оценки вектора  $\beta$  наиболее часто используют метод наименьших квадратов (МНК), согласно которому в качестве оценки принимают вектор  $b$ , который минимизирует сумму квадратов отклонения наблюдаемых значений  $y_i$  от модельных значений  $\tilde{y}_i$ , т. е. квадратичную форму:

$$Q = (Y - X\beta)^T (Y - X\beta) \Rightarrow \min \beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k, \quad (23)$$

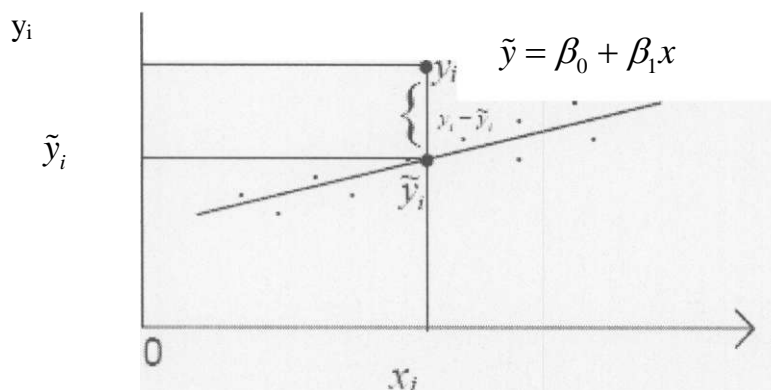


Рисунок 5 – Наблюдаемые и модельные значения резуль­тативной величины  $y$

Дифференцируя квадратичную форму  $Q$  по  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$  и приравнивая производные нулю, получим систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial Q}{\partial \beta_j} = 0 \end{cases} \quad (24)$$

для всех  $j=0,1,\dots,k$ .

Решаем данную систему и получаем вектор оценок  $b$ , где  $b = (b_0 b_1 \dots b_k)^T$ . Согласно методу наименьших квадратов, вектор оценок коэффициентов регрессии, получается, по формуле:

$$b = (X^T X)^{-1} \times X^T Y, \quad (25)$$

где  $X^T$  - транспонированная матрица  $X$ ;  $(X^T X)^{-1}$  - матрица обратная матрице  $X^T X$ .

Зная вектор оценок коэффициентов регрессии  $b$ , найдем оценку  $\tilde{y}_i$  уравнения регрессии:

$$\tilde{y}_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_j x_{ij} + \dots + \beta_k x_{ik}, \quad (26)$$

или в матричном виде

$$Y = X \beta, \quad (27)$$

где  $\tilde{y} = (\tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \dots, \tilde{y}_n)^T$ .

Оценка ковариационной матрицы коэффициентов регрессии вектора  $b$  определяется из выражения

$$S(b) = \hat{S}^2 (X^T X)^{-1}, \quad (28)$$

$$\text{где } \hat{S}^2 = \frac{1}{n - k - 1} (Y - X \beta)^T (Y - X \beta).$$

Учитывая, что на главной диагонали ковариационной матрицы находятся дисперсии коэффициентов регрессии, имеем

$$\hat{S}_{b(j-1)}^2 = \hat{S}^2 [(X^T X)^{-1}]_{jj}, \quad (29)$$

для  $j=0,1,\dots,k$ .

Значимость уравнения регрессии, т. е. гипотеза  $H_0: \beta = 0$  ( $\beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_k = 0$ ), проверяется по F-критерию, наблюдаемое значение, которого определяется по формуле:

$$F_{\text{набл}} = \frac{Q_R / (k+1)}{Q_{\text{ост}} / (n - k - 1)}, \quad (30)$$

$$\text{где } Q_R = (Xb)^T \times (Xb), \quad Q_{\text{ост}} = (Y - Xb)^T (Y - Xb) = \sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2.$$

По таблице F-распределения для заданных  $\alpha$ ,  $v_1 = k + 1$ ,  $v_2 = n - k - 1$ , находят  $F_{\text{кр}}$ .

Гипотеза  $H_0$  отклоняется с вероятностью  $\alpha$ , если  $F_{\text{набл}} > F_{\text{кр}}$ . Из этого следует, что уравнение является значимым, т. е. хотя бы один из коэффициентов регрессии отличен от нуля.

Для проверки значимости отдельных коэффициентов регрессии, т. е. гипотез  $H_0: \beta_j = 0$ , где  $j = 1, 2, \dots, k$ , используют  $t$ -критерий и вычисляют

$$t_{\text{набл}}(b_j) = b_j / \hat{S}_{b_j} \quad (31)$$

По таблице t-распределения для заданного  $\alpha$  и  $\nu_2 = (n - k - 1)$  находят  $t_{кр}$ .

Гипотеза  $H_0$  отклоняется с вероятностью  $\alpha$ , если  $F_{набл} > F_{кр}$ . Из этого следует,  $\beta_j$  значим, т.е.  $\beta \neq 0$ . В противном случае коэффициент регрессии незначим и соответствующая переменная в модель не включается. Тогда реализуется алгоритм пошагового регрессионного анализа, состоящий в том, что исключается одна из незначимых переменных, которой соответствует минимальное по абсолютной величине значение  $t_{набл}$ . После этого вновь проводят регрессионный анализ с числом факторов, уменьшенным на единицу. Алгоритм заканчивается получением уравнения регрессии со значимыми коэффициентами.

Существуют и другие алгоритмы пошагового регрессионного анализа, например с последовательным включением факторов. Наряду с точечными оценками  $b_j$ , генеральных коэффициентов регрессии  $\beta_j$ , регрессионный анализ позволяет получать и интервальные оценки последних с доверительной вероятностью  $\gamma$ .

Интервальная оценка с доверительной вероятностью  $\gamma$  для параметра  $\beta_j$  имеет вид:

$$b_j - t_\alpha \widehat{S}_{b_j} \leq \beta_j \leq b_j + t_\alpha \widehat{S}_{b_j} \quad (32)$$

где  $t_\alpha$  находят по таблице t-распределения при вероятности  $\alpha = 1 - \gamma$  и числе степеней свободы  $\nu = n - k - 1$ .

Интервальная оценка для уравнения регрессий  $\tilde{y}$  в точке, определяемой вектором начальных условий  $X^0 = (1, X_1^0, X_2^0, \dots, X_k^0)$  равна:

$$\tilde{y} \in \left[ (X^0)^T b \pm t_\alpha \widehat{S} \sqrt{(X^0)^T (X^T X)^{-1} X^0} \right], \quad (33)$$

Интервал оценки предсказания  $\tilde{y}_{n+1}$  с доверительной вероятностью  $\gamma$  определяется как:

$$\tilde{y} \in \left[ (X^0)^T b \pm t_\alpha \widehat{S} \sqrt{(X^0)^T (X^T X)^{-1} X^0 + 1} \right], \quad (34)$$

где  $t_a$  находят по таблице t-распределения при вероятности  $\alpha = 1 - \gamma$  и числе степеней свободы  $\nu = n - k - 1$ .

По мере удаления вектора начальных условий  $x^0$ , от вектора средних  $\bar{x}$  ширина доверительного интервала при заданном  $y$  будет увеличиваться (рисунок 3), где  $\bar{x} = (1, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_k)$ .

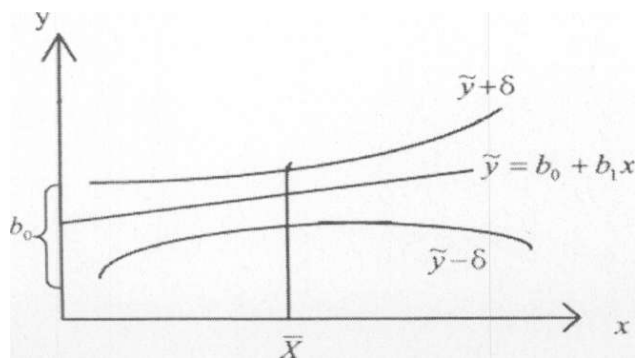


Рисунок 6 - Точечная  $y$  и интервальная оценка  $[y - \delta < \tilde{y} < y + \delta]$  уравнения регрессии  $\tilde{y}_i = \beta_0 + \beta_1 x$

Одним из основных препятствий эффективного применения множественного регрессионного анализа, является мультиколлинеарность.

Она связана с линейной зависимостью между аргументами  $x_1, x_2, \dots, x_k$ . В результате мультиколлинеарности, матрица парных коэффициентов корреляции и матрица  $(X^T X)^{-1}$  становятся слабообусловленными, то есть их определители близки к нулю.

Это вызывает неустойчивость оценок коэффициентов регрессии, большие дисперсии  $\hat{S}_{b_j}^2$  оценок этих коэффициентов, т. к. в их выражении входит обратная матрица  $(X^T X)^{-1}$ , получение которой связано с делением на определитель матрицы  $|X^T X|$ . Отсюда следуют заниженные значения  $t(b_j)$ . Кроме того, мультиколлинеарность приводит к завышению значения множественного коэффициента корреляции. На практике, о наличии мультиколлинеарности, обычно судят по матрице парных коэффициентов корреляции. Если один из элементов матрицы  $R$  больше 0,8, т. е.  $|r_{ji}| > 0,8$ , то

считают, что имеет место мультиколлинеарность и в уравнение регрессии следует включать только один из показателей  $X_j$  или  $X_i$  [6].

## 2.2 Построение структуры данных для подсистемы

Реляционная модель данных состоит из трех частей, описывающих разные аспекты реляционного подхода: структурной части, манипуляционной части и целостной части [8 - 11].

В структурной части модели фиксируется, что единственной структурой данных, используемой в реляционных БД, является нормализованное парное отношение. По сути дела, в предыдущих двух разделах этой лекции мы рассматривали именно понятия и свойства структурной составляющей реляционной модели.

В манипуляционной части модели утверждаются два фундаментальных механизма манипулирования реляционными БД - реляционная алгебра и реляционное исчисление. Первый механизм базируется в основном на классической теории множеств (с некоторыми уточнениями), а второй - на классическом логическом аппарате исчисления предикатов первого порядка. Мы рассмотрим эти механизмы более подробно на следующей лекции, а пока лишь заметим, что основной функцией манипуляционной части реляционной модели является обеспечение меры реляционности любого конкретного языка реляционных БД: язык называется реляционным, если он обладает не меньшей выразительностью и мощностью, чем реляционная алгебра или реляционное исчисление.

В целостной части реляционной модели данных фиксируются два базовых требования целостности, которые должны поддерживаться в любой реляционной СУБД. Первое требование называется требованием целостности сущностей.

Объекту или сущности реального мира в реляционных БД соответствуют кортежи отношений. Конкретно требование состоит в том, что

любой кортеж любого отношения отличим от любого другого кортежа этого отношения, т.е. другими словами, любое отношение должно обладать первичным ключом. Как мы видели в предыдущем разделе, это требование автоматически удовлетворяется, если в системе не нарушаются базовые свойства отношений.

Второе требование называется требованием целостности по ссылкам и является несколько более сложным. Очевидно, что при соблюдении нормализованное отношений сложные сущности реального мира представляются в реляционной БД в виде нескольких кортежей нескольких отношений.

При проектировании базы данных решаются две основных проблемы:

- каким образом отобразить объекты предметной области в абстрактные объекты модели данных, чтобы это отображение не противоречило семантике предметной области и было по возможности лучшим (эффективным, удобным и т.д.)

- как обеспечить эффективность выполнения запросов к базе данных, т.е. каким образом, имея в виду особенности конкретной СУБД, расположить данные во внешней памяти, создание каких дополнительных структур (например, индексов) потребовать и т.д. Эту проблему называют проблемой физического проектирования баз данных.

Каждой нормальной форме соответствует некоторый определенный набор ограничений, и отношение находится в некоторой нормальной форме, если удовлетворяет свойственному ей набору ограничений. Примером набора ограничений является ограничение первой нормальной формы - значения всех атрибутов отношения атомарны. Поскольку требование первой нормальной формы является базовым требованием классической реляционной модели данных, мы будем считать, что исходный набор отношений уже соответствует этому требованию.

В теории реляционных баз данных обычно выделяется следующая последовательность нормальных форм:

- первая нормальная форма (1NF);

- вторая нормальная форма (2NF);
- третья нормальная форма (3NF);
- нормальная форма Бойса-Кодда (BCNF);
- четвертая нормальная форма (4NF);
- пятая нормальная форма, или нормальная форма проекции-соединения (5NF или PJ/NF).

Основные свойства нормальных форм. Каждая следующая нормальная форма в некотором смысле лучше предыдущей. При переходе к следующей нормальной форме свойства предыдущих нормальных свойств сохраняются.

Мы ограничим рассмотрение первыми тремя нормальными формами, что в принципе является общепринятым.

Приведем определения первой, второй и третьей нормальных форм. Отношение  $R$  находится в первой нормальной форме (1NF) тогда и только тогда, когда в любом допустимом значении отношения каждый его кортеж содержит только одно значение для каждого из атрибутов.

Отношение  $R$  находится во второй нормальной форме (2NF) в том и только в том случае, когда оно находится в 1NF, и каждый неключевой атрибут полностью зависит от каждого ключа  $R$ .

Отношение  $R$  находится в третьей нормальной форме (3NF) в том и только в том случае, если находится в 2NF и каждый неключевой атрибут не-транзитивно зависит от первичного ключа.

### **2.3 Построение функциональной модели предметной области**

Функциональная модель предназначена для описания существующих бизнес- процессов на предприятии и идеального положения вещей - того, к чему нужно стремиться. Методология функционального моделирования IDEF0 позволяет разработчикам информационных систем изучить сферу деятельности заказчика и решать задачи по повышению эффективности этой деятельности. Сначала проводится описание системы в целом и ее взаимо-



действия с окружающим миром (контекстная диаграмма), после чего проводится декомпозиция – система разбивается на подсистемы и каждая подсистема описывается отдельно (диаграммы декомпозиции).

В соответствии с методологией структурного анализа в первую очередь строится контекстная диаграмма - самое общее описание главной функции системы в целом и ее взаимодействия с внешней средой. Популярным CASE-средством поддержки методологии функционального моделирования (IDEF0) является инструментальный пакет VPwin. Под моделью в IDEF0 понимается описание иерархической системы диаграмм (текстовое и графическое), выполненное на языке структурного анализа в терминах системных компонентов: процесс (работа), вход, выход, управление и механизм. Построенную контекстную диаграмму деятельности компании можно рассмотреть на рисунке 7, а также декомпозицию соответствующую первому уровню (рисунок 8).

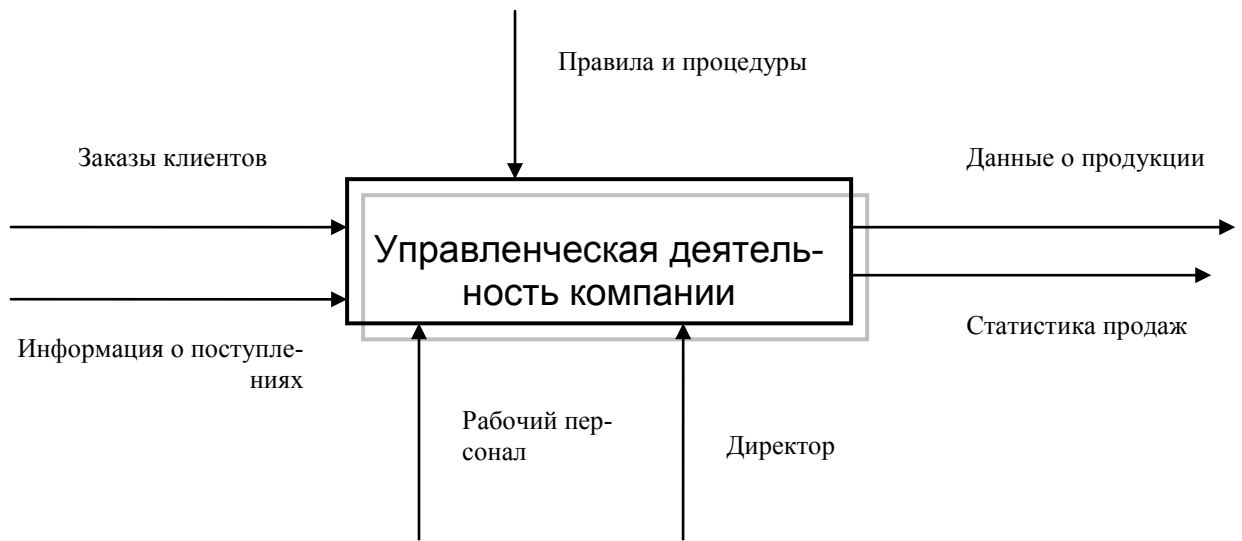


Рисунок 7 - Контекстная диаграмма

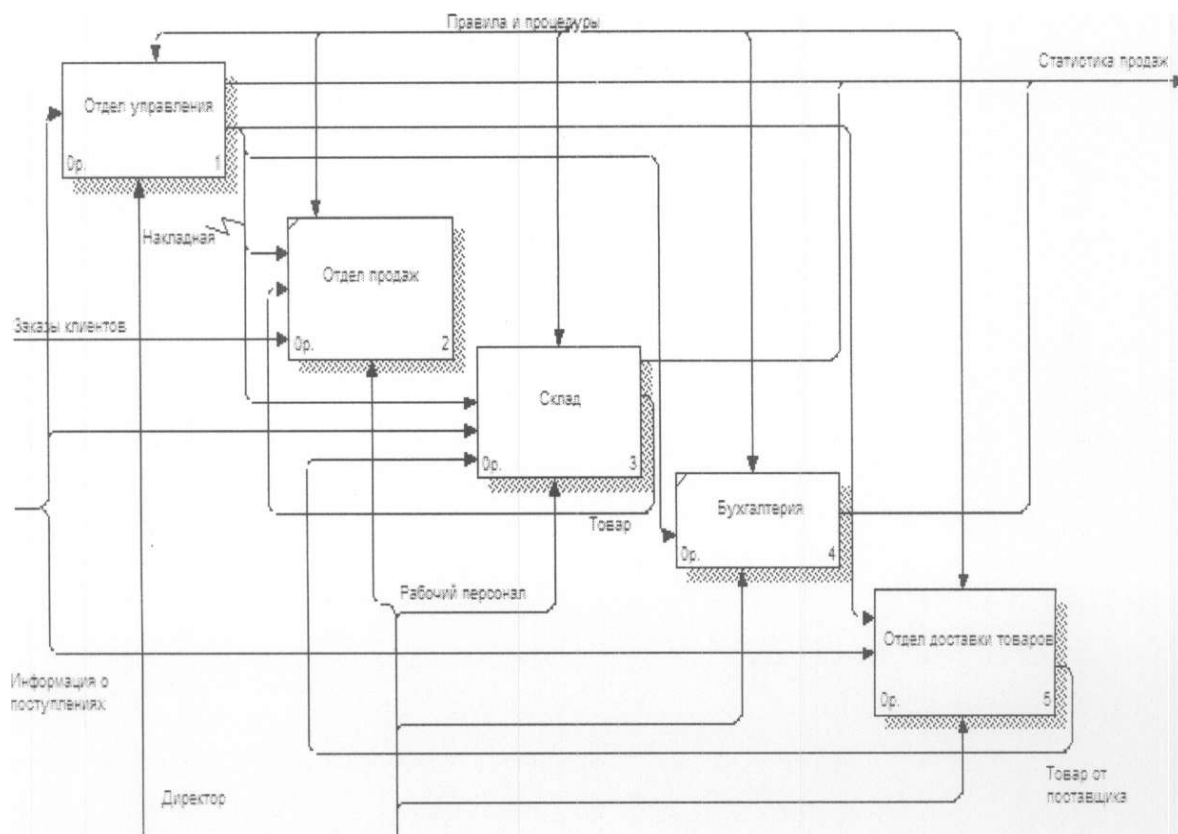


Рисунок 8 - Декомпозиция первого уровня

## 2.4 Построение инфологической и даталогической моделей базы данных

Цель инфологического моделирования - обеспечение наиболее естественных для человека способов сбора и представления той информации, которую предполагается хранить в создаваемой базе данных. Основными конструктивными элементами инфологических моделей являются сущности, связи между ними и их свойства (атрибуты). Инфологическая модель представляется в виде соответствующей диаграммы, а даталогическая модель – рисунок 9.

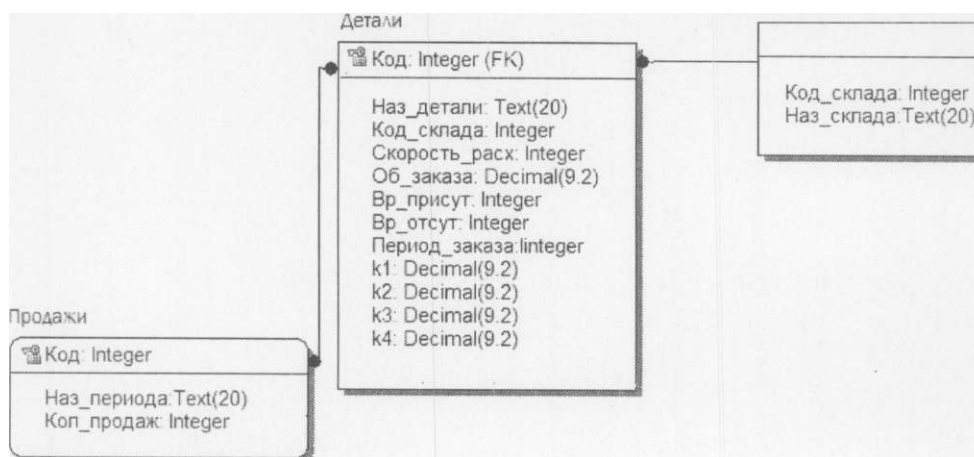


Рисунок 9 - Дatalogическая модель предметной области

Ниже приведены описания назначения каждой из таблиц, а так же их структура. Продажи - таблица, содержащая информацию о продажах деталей, используемую для вычисления уровня расходования запасов (таблица 4); Детали - таблица, содержащая информацию о запасах (таблица 5); Склады - таблица, содержащая основную информацию о складах, используемых для хранения запасов (таблица 6).

Таблица 4 - Сущность «Продажи»

| Ключ | Атрибут           | Имя в таблице «Продажи» |
|------|-------------------|-------------------------|
|      | Код детали        | Код_детали              |
|      | Название периода  | Название периода        |
|      | Количество продаж | Количество продаж       |

Таблица 5 - Сущность «Узлы»

| Ключ | Атрибут                   | Имя в таблице «nodes» |
|------|---------------------------|-----------------------|
| +    | Код детали                | Код детали            |
|      | Название детали           | Название детали       |
|      | Код склада                | Код_склада            |
|      | Скорость расх-<br>дования | Скорость_расходования |

Продолжение таблицы 5

|  |                   |                  |
|--|-------------------|------------------|
|  | Объем заказа      | Объемзаказа      |
|  | Время присутствия | Времяприсутствия |
|  | Время отсутствия  | Времяотсутствия  |
|  | Период заказа     | Периодзаказа     |
|  | коэффициент k1    | k1               |
|  | коэффициент k2    | k2               |
|  | коэффициент k3    | k3               |
|  | коэффициент k4    | k4               |

Таблица 6 - Сущность «Склады»

| Ключ | Атрибут                 | Имя в таблице «params» |
|------|-------------------------|------------------------|
|      | Идентификатор уз-<br>ла | ГО_узла                |
|      | Значение                | val                    |
|      | Вероятность             | prob                   |

## **3 Разработка программного обеспечения автоматизированной подсистемы оптимального управления складскими запасами**

### **3.1 Выбор среды программирования**

Для написания программы было решено использовать среду программирования Delphi [12]. Она обеспечивает визуальное проектирование пользовательского интерфейса, имеет развитый объектно-ориентированный язык Object Pascal (позже переименованный в Delphi) и уникальные по своей простоте и мощи средства доступа к базам данных. Язык Delphi по возможностям значительно превзошел язык Basic и даже в чем-то язык C++, но при этом он оказался весьма надежным и легким в изучении (особенно в сравнении с языком C++). В результате, среда Delphi позволяет программистам легко создавать собственные компоненты и строить из них профессиональные программы. Среда оказалась настолько удачной, что по запросам любителей C++ была позже создана среда C++Builder - клон среды Delphi на основе языка C++ (с расширенным синтаксисом).

Система Borland Delphi явилась логическим продолжением и дальнейшим развитием идей, заложенных компанией-разработчиком еще в системе программирования Turbo Pascal.

В качестве основных в новой системе программирования можно указать следующие принципиальные изменения:

- новый язык программирования — Object Pascal, явившийся серьезной переработкой прежней версии языка Borland Pascal;
- компонентная модель среды разработки, в первую очередь ориентированная на технологию разработки RAD (rapid application development).

Язык программирования Object Pascal создавался в то время, когда на рынке средств разработки уже существовало значительное количество объектно-ориентированных языков, включая такие известные, как C++ и Java. Компания

Borland попыталась учесть все недостатки существующих языков объектно-ориентированного программирования, а также свой опыт создания языка Borland

Pascal. По мнению автора, во многом ей это удалось. Новый язык вышел довольно удачным, как с точки зрения синтаксиса, так и с точки зрения предоставляемых возможностей. Этот язык поддерживает практически все основные механизмы объектно-ориентированного программирования.

Компонентная модель среды разработки предусматривает создание основной части программы в виде набора взаимосвязанных компонентов — классов объектно-ориентированного языка. Во время разработки исходной программы (design time) компоненты предстают в виде графических образов и обозначений, связанных между собой. Каждый компонент обладает определенным набором свойств (properties), событий (events) и методов. Каждому из них соответствует свой фрагмент исходного кода программы, отвечающий за обработку метода или реакции на какое-то событие. Разработчик может располагать на экране и связывать между собой компоненты, а также редактировать связанный с ними исходный код программы. Причем поведение компонентов во время выполнения программы (run time) полностью определяется их взаимосвязью, исходным кодом программы и объектным кодом самой компоненты.

Система программирования Borland Delphi предназначена для создания результирующих программ, выполняющихся в среде ОС Windows различных типов.

Основу системы программирования Borland Delphi и ее компонентной модели составляет библиотека VCL (visual component library). В этой библиотеке реализованы в виде компонентов все основные органы управления и интерфейса ОС. Также в ее состав входят классы, обеспечивающие разработку приложений для архитектуры «клиент-сервер» и трехуровневой архитектуры (в современных реализациях Borland Delphi). Разработчик имеет возможность не только использовать любые компоненты, входящие в состав биб-

лиотеки VCL, но также и разрабатывать свои собственные компоненты, основанные на любом из классов данной библиотеки. Эти новые компоненты становятся частью системы программирования и затем могут быть использованы другими разработчиками.

Для поддержки разработки результирующих программ для архитектуры «клиент-сервер» в состав Borland Delphi входит средство BDE (Borland database engine). Оно обеспечивает результирующим программам возможность доступа к широкому диапазону серверов БД посредством классов библиотеки VCL. Пособием BDE результирующая программа может взаимодействовать с серверами БД типа Microsoft SQL Server, Interbase, Sybase, Oracle и т. п. Система программирования Borland Delphi поддерживает также создание результирующих программ, выполняющихся в архитектуре «клиент-сервер», на базе других технологий, например ADO (ActiveX Data Objects).

Система программирования Borland Delphi выдержала несколько реализаций. Последние реализации данной системы программирования (прежде всего, версии 6 и 7) включают широкий набор средств для поддержки разработки результирующих программ в трехуровневой архитектуре приложений. Система программирования Borland Delphi позволяет разрабатывать как серверную, так и клиентскую часть приложения в данной архитектуре. Возможно использование как технологий COM/DCOM (наиболее распространенных в среде ОС типа Microsoft Windows), так и технологии CORBA (но только при разработке клиентской части приложения).

Выбор СУБД. Анализ информационных задач показывает, что для реализации требуемых функций подходят почти все СУБД для ПЭВМ (FoxPro, Clipper, MS Access и др.). Все они поддерживают реляционную модель данных и предоставляют разнообразные возможности для работы с данными. Объем внешней и оперативной памяти, требующийся для функционирования СУБД, обычно указывается в сопроводительной документации.

Критерии, влияющие на выбор СУБД:

- тип модели данных;
- навыки и умения программиста;
- наличие лицензионного ПО;
- удобство и надежность СУБД в эксплуатации.

В дипломе выбрана СУБД MS Access. На выбор данного программного средства повлияли его традиционные черты:

- широкая функциональность;
- поддержка различных форматов баз данных;
- дружественный интерфейс.

Access [13-16] входит в набор инструментальных программных средств, является настольной СУБД, легка в использовании даже для неспециалистов в программировании, именно поэтому мы выбрали данную среду для разработки нашей автоматизированной подсистемы .

MS Access является одной из популярных систем проектирования и сопровождения базы данных, она представляет собой полнофункциональную СУБД, в которую входят таблицы данных, экранные формы для ввода данных в эти таблицы, запросы и отчеты для получения новой информации по данным из таблиц, макросы и модули для дополнительного программирования.

Благодаря тому, что таблицы, формы, запросы, отчеты, модули и макросы являются самостоятельными объектами, они при этом хранятся вместе в едином файле базы данных (файл имеет расширение .mdb), создание связанных по смыслу данных и проверка ограничений целостности, а также создание и модификация таблиц, форм, запросов, отчетов, модулей и макросов значительно облегчается.

Система управления базами данных MS Access поддерживает реляционную модель данных с механизмом ссылочной целостности. Поэтому в базах данных СУБД MS Access данные представляются в виде таблиц и функциональных бинарных связей между таблицами. Дополнительное средство представления данных - запросы. Запрос представляет собой виртуальную



таблицу, которая формируется по требованию на основе заранее составленного описания запроса по данным из физических таблиц базы данных. Никаких других различий между физическими таблицами и запросами нет. Во всех операциях они участвуют на равных правах. Основное назначение запросов - представление для вывода дополнительной информации, а также скрытие от пользователей сложных запросов: пользователь обращается к системе с простым запросом к виртуальным данным, а всю работу по их формированию (по заранее составленному сложному запросу) берет на себя СУБД.

Механизм ссылочной целостности в настоящее время является общепризнанным для использования в реляционных моделях для реализации функциональных бинарных связей типа 1:1 или 1:М между связанными таблицами. Он соответствует бинарному групповому отношению при определении базы данных в терминах групп и групповых отношений. Этот механизм основан на методе представления бинарной связи между сущностями через атрибут: первичный атрибут схемы исходной (родительской) сущности включается как вторичный атрибут в схемы атрибутов подчиненной (дочерней) сущности. В системе управления базами данных MS Access в рамках таблиц действуют механизмы определения и организации контроля стандартных правил целостности данных в реляционных моделях. Между таблицами действует механизм описания и контроля ограничений ссылочной целостности для бинарных функциональных связей. В таблицах действуют также механизмы определения и организации контроля явных ограничений целостности данных, таких, как форматы данных, допустимые диапазоны значений данных при вводе.

### **3.2 Модульная структура программы**

Программа состоит из следующих модулей: `sp.dpr` - главный модуль проекта; `main.pas` - интерфейсный и вычислительный модуль; `about.pas` - мо-

дуль вывода информации о программе; `fhhelp.pas` - модуль предоставления справочной информации. В модуле `main` определен пользовательский тип `mas` - одномерный массив вещественных чисел максимальной размерности 50 элементов. Глобальные переменные:  $v_i$  - скорость расходования ресурса;  $S_i$  - объем заказа ресурса;

$t_i$  - время, когда ресурс присутствует на складе;

$t_{im}$  - время, когда ресурс отсутствует на складе;

$T$  - период заказа;

$k_1$  - издержки хранения ресурса (связанные либо с порчей или обслуживанием ресурса, либо с упущенной прибылью от использования денежной суммы, "лежащей без движения");

$k_2$  - издержки, связанные с максимальным объемом хранения, обычно - аренда или обслуживание склада;

$k_3$  - издержки, связанные с отсутствием товара на складе - упущенная прибыль, неустойки, задержки в работе;

$k_4$  - издержки, связанные с заказом - оформление заказа, обслуживание поездки.

Подпрограммы пользователя. Функция  $Fx(x, n)$

Назначение: вычисление целевой функции для оптимизации запасов. Входные параметры:  $n$  - число видов деталей;  $x$  - массив значений аргументов. Функция  $Gracisp(x, n, h, \varepsilon)$

Назначение: градиентный спуск для минимизации функции. Входные параметры:  $n$  - размерность пространства;

$x$  - вектор длины  $n$  содержит начальную точку на входе, на выходе - точку минимума;

$h$  - шаг;

$\varepsilon$  - погрешность.

Процедура `actExitExecute`

Назначение: выход из программы.

Процедура `FormCreate` Назначение: инициализация таблиц.

Процедура LoadData

Назначение: загрузка данных по детали для прогноза.

Процедура actTrendExecute

Назначение: прогнозирование. Локальные переменные:

$n$  - число наблюдений;

$Np$  - степень регрессионного полинома;

$i, j$  - счетчики циклов;

$kolp$  - количество периодов прогнозирования;

$st$  - служебная строка;

$A$  - коэффициенты полинома;

$x$  - значения абсцисс точек наблюдения;

$an$  - значения ординат точек наблюдения;

$s$  - значение полинома в заданной точке.

ARISS( $N, Np, Xi, Yi, X$ )

Назначение: вычисление коэффициентов регрессионного полинома.

Входные параметры:

$N$  - число наблюдений;

$Np$  - степень регрессионного полинома;

$Xi$  - значения абсцисс точек наблюдения;

$Yi$  - значения ординат точек наблюдения;

Выходные параметры:

$X$  - коэффициенты полинома;

Процедура actAboutExecute

Назначение: информация о программе.

Процедура actHelpExecute

Назначение: вывод окна помощи.

Процедура actOptimExecute

Назначение: управляющая процедура оптимизации запасов на складе.



Рисунок 10 - Модульная схема

### 3.3 Проектирование базы данных

Разработка БД начинается с проектирования таблиц. В Microsoft Access существует четыре способа создания пустой таблицы.

Использование мастера баз данных для создания всей базы данных, содержащей все требуемые отчеты, таблицы и формы, за одну операцию. Мастера баз данных создает новую базу данных, его нельзя использовать для добавления новых таблиц, форм, отчетов в уже существующую базу данных.

Мастер таблиц позволяет выбрать поля для данной таблицы из множества определенных ранее таблиц, таких как деловые контакты, список личного имущества или рецепты.

Ввод данных непосредственно в пустую таблицу в режиме таблицы. При сохранении новой таблицы в Microsoft Access данные анализируются и каждому полю присваивается необходимый тип данных и формат.

Определение всех параметров макета таблицы в режиме конструктора.

Создание новой таблицы в режиме Конструктор состоит из нескольких шагов:

1. В столбце Имя поля вводят имя поля таблицы и нажимают клавишу TAB

(Enter).

2. Оставляют текстовый тип в столбце Тип данных или щелкают по стрелке раскрывающегося списка и выбирают нужный тип поля. Можно выбрать следующие типы данных:

- текстовый - текст или комбинация букв и цифр, а также числа, не участвующие в вычислениях; тип данных - по умолчанию; число символов в поле не должно превышать 255;

- МЕМО - длинный текст или сочетание текста и числовых данных;

- числовой - данные, используемые в вычислениях; конкретные варианты числового типа и их длина задаются в свойстве Размер поля;

- денежный - денежные значения или данные для вычислений, проводимых с точностью 15 знаков до и 4 знака после запятой; длина поля 8 байт; при обработке числовых значений из денежных полей выполняются вычисления с фиксированной точкой более быстрые, чем вычисления для полей с плавающей точкой;

- дата / время - даты и время, относящиеся к годам от 100 до 9999 включительно; длина поля 8 байт;

- счетчик - уникальные последовательно возрастающие на единицу или случайные числа, автоматически вводимые при добавлении каждой новой записи в таблицу. Значение полей этого типа изменить или удалить нельзя; длина поля 4 байта для длинного целого, для кода репликации - 128 байт;

в таблице не может быть более одного поля этого типа; используется для определения уникального ключа таблицы;

- логический - логические данные, которые могут иметь одно из двух возможных значений Да/Нет; Истина/Ложь; Вкл./Выкл.; длина поля 1 бит;

- поле объекта OLE - объект (например, электронная таблица Microsoft Excel, документ Microsoft Word, рисунок, звукозапись или другие данные в двоичном формате), связанный или внедренный в таблицу Access; длина поля - до 1 Гигабайта (ограничивается объемом диска); для полей типа OLE и MEMO не допускается сортировка и индексирование;

- гиперссылка - путь к файлу на жестком диске, путь UNC или адрес URL. Если щелкнуть мышью на поле гиперссылки, Access выполнит переход на соответствующий объект, документ, страницу Web или другое место назначения.

3. Нажимают клавишу TAB и вводят описание поля (необязательный реквизит).

4. Устанавливают необходимые свойства поля во вкладках Общие и Подстановка.

5. Повторяют пп. 1 - 4 для каждого создаваемого поля.

6. Определяют первичный ключ.

7. Сохраняют таблицу. Щелкают по кнопке Сохранить (или выбирают команды меню Файл, Сохранить), вводят имя таблицы и щелкают по кнопке ОК.

Опишем создание таблиц.

Таблица - «Детали». В этой таблице содержатся данные по каждой детали или товару, находящимся на складе.

### **3.3 Организация пользовательского интерфейса программы**

Программа разработана в среде Delphi 7 [15,16,17,18]. При запуске программы появится окно для входа в систему. Необходимо ввести имя

пользователя и пароль. Если логин или пароль будет введен не верно, то программа выдаст ошибку подключения к серверу и попросит ввести новый логин и пароль. В MySQL разграничение прав пользователя происходит на уровне базы данных. Для работы с базами данных в MySQL необходим пользователь, наделённый такими правами, то есть при подключении к базе данных Вы должны указывать логин пользователя и его пароль, и если доступ ему открыт, то он получит определённые права[13]. В MySQL существуют три группы привилегий: данные, структура, администрирование. Первая группа связана с изменением записей в таблицах, вторая группа связана с изменением структуры баз данных, а третья связана с администрированием. В данном случае программа подключается к базе данных через первую группу пользователей. При запуске программы выходит окно идентификации (рисунок 13), которое предлагает пользователю ввести имя и пароль. При правильном вводе осуществляется вход в программу. Если пароль был введен неправильно, то появляется окно сообщающее об ошибке введенного пароля, после третьего раза, программа закрывается. (Рисунок 13)

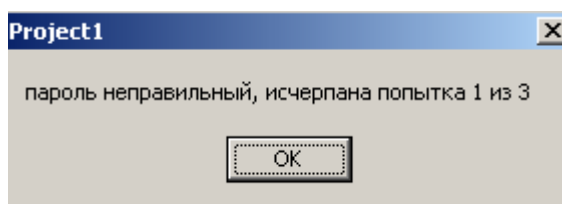


Рисунок 13 - Ошибка введенного пароля

При активизации раздела Клиенты на экран формируется информация обо всех клиентах. Для удобства работы с ней существует функция быстрого поиска данных о конкретном клиенте по заданному наименованию (рисунок 14)

| Код | Наименование_клиента        | ИНН        | КПП       | Юр_адрес                           | Адрес_доставки                      | Тел  |
|-----|-----------------------------|------------|-----------|------------------------------------|-------------------------------------|------|
| 1   | ФЛ Коновалова Елена Анатоль | 4345264789 | 434501001 | г. Калач, ул. Ленина, 12           | г. Воронеж, ул. Мира, 3             | 910- |
| 2   | ФЛ Вахранеев Алексей Иванов | 4345879621 | 434501001 | г. Воронеж, ул. Студенч. д. 6, кв. | г. Воронеж, ул. Студенч. д. 6, кв.  | 255- |
| 3   | ООО "Триода"                | 4341267891 | 434501001 | г. Усмань, ул. Неделина, д. 14     | Г. Липецк, пл. Советская, д. 1, кв. | 955- |
| 4   | ООО "Зодиак"                | 4341267892 | 434501001 | г. Воронеж, ул. Моисеева, д. 2, к  | г. Воронеж, пл. Застава, 4, оф.     | 253  |
| 5   | ИП Соколова Мария Валентино | 4345264783 | 434501001 | с. Бабяково, ул. Коммунистич, д    | с. Бабяково, ул. Коммунистич.,      | 910- |
| 6   | ФЛ Рожкин Анатолий Николаев | 4344585263 | 434501001 | г. Воронеж, ул. Минская, д. 3, кв. | г. Воронеж, ул. Минская, д. 3,      | 223- |
| 7   | ИП Помелова Юлия Михайловн  | 4345296378 | 434501001 | г. Воронеж, ул. Мира, д. 3, кв. 15 | г. Воронеж, ул. Остужева, д. 3, о   | 915- |
| 8   | ИП Колпащиков Андрей Михайл | 4344351256 | 434501002 | г. Острогожск, ул. Ленина, д. 4    | г. Острогожск, ул. Ленина, д. 4     | 332- |

Рисунок 14 – Поиск данных о клиенте

Информацию о клиенте можно редактировать, при этом выбирается конкретный клиент и при нажатии кнопки Редактировать во всплывающем окне можно корректировать отдельные поля. (Рисунок 15)

**Редактирование клиента**

Наименование\_клиента

ИНН

КПП

Юр\_адрес

Адрес\_доставки

Телефон

Осн\_договор

Отсрочка\_(дней)

Расчет\_счета

Рисунок 15. - Редактирование клиента

Для ввода нового клиента реализована функция Добавить, при активизации которой появляется новое окно с чистыми полями для заполнения. (Рисунок 16).



Добавление клиента

Наименование\_клиента

ИНН

КПП

Юр\_адрес

Адрес\_доставки

Телефон

Осн\_договор

Отсрочка\_(дней)

Расчет\_счета

Применить Отмена

Рисунок 16 - Добавление клиента

Для того чтобы избежать случайного удаления, выводится диалоговое окно с просьбой подтверждения удаления записи.

При нажатии на кнопку «Да», из таблицы удаляется соответствующая запись. Если «Cancel», то удаление не происходит. (Рисунок 17)

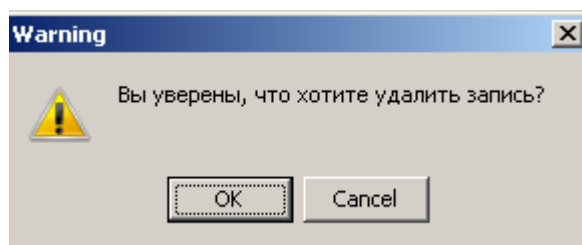


Рисунок 17 - Диалоговое окно подтверждения удаления записи

В меню Справочники так же существуют разделы Поставщики, Товары, в которых реализованы аналогичные функции Поиск, Редактировать, Добавить, Удалить.

В разделе Товары возможен поиск по двум полям запроса: по наименованию и по категории. Необходимую категорию товара можно выбрать из списка. При запросе по выбранной категории формируется список товаров, относящихся к указанной категории.

Меню операции состоит из трех разделов: Расход товара; Приход товара; Прайс-лист.

Чтобы занести новые данные о поступившем товаре, необходимо выбрать в пункте меню Операции – Приход товар и в появившемся окне занести всю нужную информацию. Для этого нужно установить дату прихода, выбрать нужную позицию номенклатуры из списка товаров или добавить новую запись, проставить стоимость товара и количество штук, поступившего товара, а так же из предложенного списка выбрать Поставщика. После того как занесены все данные пользователю необходимо нажать кнопку Добавить. И при необходимости можно создать Приходную накладную.

При создании нового документа необходимо ввести номер этого документа, дату, по умолчанию ставится дата актуальная на день создания документа. Также как в приходных накладных при выборе клиента предлагается выбрать нужного клиента из поля со списком имеющихся клиентов. Номенклатура также выбирается из предложенного поля со списком. После того, как все позиции документа занесены, нужно нажать кнопку Оформить заказ, чтобы операция расхода зафиксировалась во всех необходимых таблицах. Полученный документ можно распечатать.

Для формирования прайс-листа в меню Операции выбирается пункт Прайс-лист и программа автоматически формирует данные обо всех имеющихся на текущий момент продукции на складе. Данные выгружаются в Word. Прайс-лист содержит сведения: Наименование\_продукции, Цвет, Стоимость и Группа продукции (Прихожие, Кухни, Гостинные и т.д.).

Меню Отчеты состоит из 6 разделов: Продажи по клиентам; Продажи по товарам, Товары с заканчивающимся сроком реализации; Просроченный товар; Остаток товара на складе; Остаток по поставщику.

Для того чтобы сделать отчет по продажам товаров за определенный период, в меню Отчеты выбирается - Продажи по товарам, в появившемся окне устанавливается период, и из списка выбирается продукция, по которой

нужно сформировать отчет. После этого нажать кнопку Сформировать. Отчет сформируется в документ Word. (Рисунок 18)

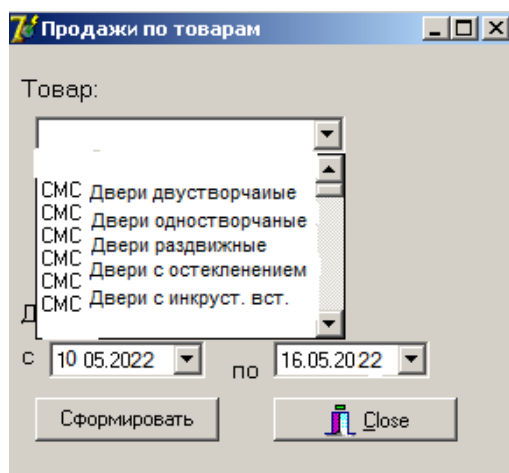


Рисунок 18 - Формирование отчета Продажи по разновидностям продукции

Чтобы сформировать отчет Продажи по клиентам, который выдает сведения обо всех проданных товарах определенному клиенту за заданный период времени, в пункте меню Отчеты выбирается нужный отчет, и в появившемся окне выбирается из списка клиент, а так же задается нужный период времени. После чего нажать кнопку Сформировать. Данный отчет будет сформирован в документ Word. (Рисунок 19)

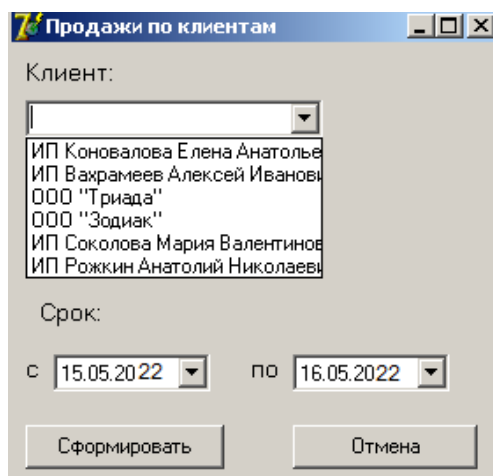


Рисунок 19 - Формирование отчета Продажи по клиентам

| Отчет продажи по клиенту   |            |                     |        |                 |            |             |
|--|------------|---------------------|--------|-----------------|------------|-------------|
| ИП Вахрамеев Алексей Иванович, г. Калач , ул. Попова, д.26 кв.43 |            |                     |        |                 |            |             |
| № д/п  | Дата       | Наименование_товара | Цвет   | Количество (шт) | Цена (руб) | Сумма (руб) |
| 1  | 12.04.2022 | Двери с филенкой    | Ваниль | 8               | 28700      | 229600      |
| 2  | 13.04.2022 | Окна 3-х створчатые | Ваниль | 6               | 12600      |             |

Рисунок 20 - Отчет продажи по клиенту

Для того чтобы узнать какое количество продукции осталось на складе на текущий момент времени, из меню Отчеты нужно выбирать Остаток продукции на складе, и из предложенного списка выбирать продукцию, затем нажать кнопку Показать. Сформируется отчет, содержащий сведения о товаре и его наличие на данный момент времени. Отчет формируется в Word. В меню справка содержатся реквизиты организации.

Справочник «Окна» имеет схожую структуру со справочником «Двери», что касается фурнитуры и прочего, то здесь меньше полей для заполнения, это обуславливается тем, что данный товар имеет меньше характеристик и атрибутов.

Так оформляется заказ уже на готовый продукт, однако зачастую клиент заказывает изделие нестандартных размеров, например двери. Для этого существует отдельная подпрограмма, которая находится во вкладке «Сервис». Данная программа позволяет точно рассчитать размеры отдельных частей филенчатых дверей. При этом есть возможность сформировать наряд-заказ, который направляется в сборочный цех. Он представляет собой чертеж изделия со всеми размерами каждой отдельной части. Кнопка «Сбросить» сбрасывает все параметры и расчеты. На рисунке 21 представлен пример расчета филенчатой двери с рисунком на две филенки.

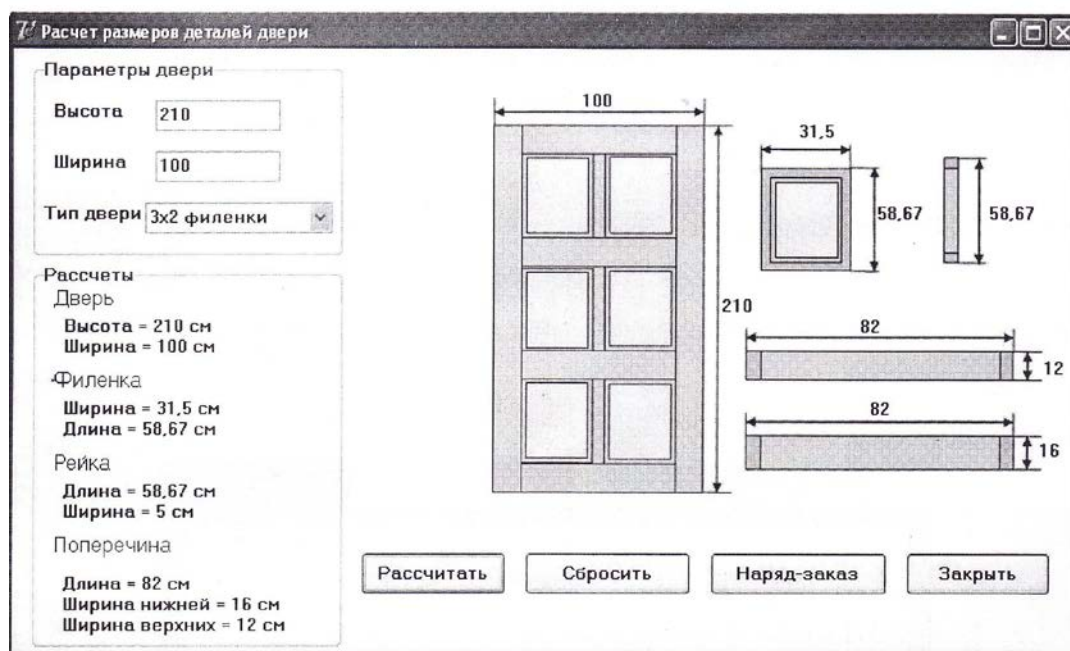


Рисунок 21 – Расчет размеров деталей двери

Сложность в том, что существует очень много типов филенчатых дверей. Есть дверь двухстворчатые со смещенным центром филенок, так же есть двери предназначенные под круглую арку, с нестандартным расположением филенок, с филенками разных размеров, филенки не с прямоугольным типом и другие. Для каждый тип дверей существуют свои расчеты, но если это какое-то дизайнерское решение, то приходится в ручную выводить формулы при этом, зачастую формулы получаются довольно-таки сложные формулы. В данной программе реализованы расчеты под пять типов. В дальнейшем планируется реализовать расчеты для всех возможных типов, хотя, скорее всего это будет невозможно, так как фантазия дизайнеров не ограничивается ничем. При нажатии на кнопку «Сформировать наряд-заказ» получается отчет, на котором расписывается оператор и начальник сборочного цеха. Номер совпадает с номером заказа, это сделано для того, чтобы не путаться.

### 3.4 Выбор и обоснование базовой модели

В данной выпускной квалификационной работе решается задача разработки модели и структуры информационной подсистемы управления заказами на предприятии. Проанализировав рынок программного обеспечения в данной области, можно выделить такой программный продукт от российского разработчика, как «Окна-Двери». Данная программа выпускается с 2014 года и постоянно обновляется вплоть до 27 января 2016 года. Лицензия на использование программы в рамках одной организации стоит 95000 р, то есть можно использовать одну копию полной версии программы (включающую в себя Окна-Двери Конфигуратор и Окна-Двери Дилер) на одном компьютере в организации и до 10 копий программы Окна-Двери Дилер (и в офисе, и в удалённых точках приёма заказов).

Данная программа позволяет составить оптимальный заказ для клиента из нескольких изделий разных профильных систем, любой фурнитуры, монтажом, доставкой и назвать его стоимость. Программа специально оптимизирована под работу менеджера, автоматически формирует необходимые документы: договор, приложение к договору, заявка в производство в MS Word, Open Office или просто в браузер. Программа имеет довольно-таки интуитивно-понятный интерфейс, имеет множество шаблонов, наглядно показывает на рисунке будущий продукт с размерами и со всем этим требует небольшое количество ресурсов.

Системные требования к программе невелики:

- а) объем оперативной памяти 2 Гб
- б) свободное место на жестком диске 500 Гб
- в) операционная система Windows .
- г) предустановленный пакет Microsoft Access 2007 и выше (стоимость лицензии на один компьютер составляет 4374,03 рублей), MS Office Snapshot Viewer.

Наряду с достоинствами имеются и недостатки программы «Окна-Двери»:

- 1) наличие дополнительного программного обеспечения Microsoft Access и MS Office Snapshot Viewer.
- 2) недостаточная функциональность
- 3) простая структура БД
- 4) сложность работы в многопользовательском режиме.

Таблица 11 - Общие ограничения Microsoft Access

| Атрибут   | Максимальное значение |
|---|-----------------------|
| Размер файла базы данных Microsoft Access (accdb)   | 2 ЕБ                  |
| Число объектов в базе данных  | 32 768                |
| Число модулей (включая формы и отчеты, у которых свойствоНазМод1и1е(наличие модуля) имеет значениеТгие) | 1 000                 |
| ЧИСЛО знаков в имени объекта  | 64                    |
| Число знаков в пароле   | 20                    |
| Число знаков в имени пользователя или имени группы  | 20                    |
| Число одновременно работающих пользователей   | 255                   |

## Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была изучена организация работы компании ООО МЭЙКО, производящей корпусную мебель, а также столярные изделия, используемые внутри помещений, изучены методы построения систем управления складскими запасами; были рассмотрены алгоритмы этой области.

Для проектирования подсистемы было построено несколько моделей предметной области: функциональная, инфологическая и даталогическая.

Для того чтобы разработать автоматизированную подсистему управления складскими запасами была создана база данных и программное средство, которое отвечает всем требованиям заказчика. Созданная в процессе выпускной квалификационной работы подсистема является удобным инструментом для использования в процессе выработки управленческих решений.

Анализ технико-экономических показателей разработанного ПП показал, что внедрение этого продукта является более эффективным, так как экономический эффект от разработки ПП составляет 154170,00 р., что позволяет организации значительно снизить затраты на внедрение данной системы. Это достигается за счет значительного снижения времени выполнения трудоемких операций.

В качестве среды программирования решено было выбрать язык Delphi из-за простоты и удобного пользовательского интерфейса. При разработке была построена структурная схема программы.

На основе проведенного тестирования можно сделать вывод, что разработанное программное средство удовлетворяет поставленным в начале разработки требованиям и справляется с возложенными на него задачами.



## Список литературы

1. Раицкий К. А. Экономика предприятия. / К. А. Раицкий - М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 2019. - 690 с.
2. Логистика: Учебное пособие / Под ред. проф. Б.А. Аникина. - М.: ИНФРА-М, 2016. – 217 с.
3. Хемди А. Таха. Введение в исследование операций / Таха А.Хемди - М.: Вильямс, 2016. - 912 с
4. Дегтярёв Ю. И. Исследование операций: учебник для вузов по специальности АСУ. / Ю. И. Дегтярёв - М.: Высшая школа, 2018 -238 с.
5. Лаврова О.В. Материальные потоки в логистике: Конспект лекций. / О.В. Лаврова - Саратов: Саратовский гос. техн. ун-т, 2019. – 217 с.
6. Радченко С. Г. Устойчивые методы оценивания статистических моделей: Монография. / С. Г. Радченко - К.: ПП «Санспарель», 2017. – 504 с.
7. Голицына О.Л. Базы данных: Учебное пособие. / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, И.И. Попов - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2020. – 210 с.
8. Бойко В.В. Проектирование информационной базы автоматизированной системы на основе СУБД. / Бойко В.В., Савинков В.М. - М.: Финансы и статистика, 1982. – 193 с.
9. Диго С.М. Базы данных: проектирование и использование. / С.М. Диго - М.: Финансы и статистика, 2021. – 312 с.
10. Горев А. В. Эффективная работа с СУБД. / Горев А. В., Макашаринов С. А., Ахаян Р. Б. - Санкт-Петербург, «Питер», 2021. – 324 с.
11. Фуфаев Д. Э. Базы данных / Фуфаев Д. Э., Фуфаев Э. В. - Москва.: Academia, 2018 - 320 с.
12. Фаронов В.В. Delphi 7. Программирование на языке высокого уровня: учебник для вузов / В.В. Фаронов. - Санкт-Петербург: Питер, 2017. – 278 с.
13. Робинсон С. MicrosoftAccess 2000. Учебный курс. / С. Робинсон - СПб.: Питер, 2021. – 327 с.

14. Боровиков В.В. MS ACCESS 2002. программирование и разработка баз данных и приложений. / В.В. Боровиков - СОЛОН-Р, 2021. -215 с.
15. Литвинская О.С. Проектирование базы данных в среде Microsoft Access. / О.С. Литвинская - Пенза: Издательство Пенз. гос. технол. акад., 2019. – 264 с.
16. Навакатилян А. О. Охрана труда пользователей компьютерных видеодисплейных терминалов / А. О. Навакатилян, В.В. Кальниц - Киев, 2017. – 155 с.
17. Астахова И.Ф. SQL в примерах и задачах: Учеб. пособие. / И.Ф. Астахова, А.П. Толстобров, В.М. Мельников - Мн.: Новое знание, 2018. – 263 с.
18. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: Учебник. / А.М. Вендров - М.: Финансы и статистика, 2019. – 273 с.
19. Грешилов А. А. Математические методы принятия решений. / А. А. Грешилов - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. - 584 с
20. Информатика. Базовый курс. 2-е издание / Под ред. С.В. Симоновича. - СПб.: Питер, 2018. - 640 с.
21. Карпова Т.С. Базы данных: модели, разработка, реализация. / Т.С. Карпова - СПб: Питер, 2017. – 241 с.
22. Акимов О. Е. «Дискретная математика. Логика, группы, графы» / О. Е. Акимов - Москва, изд. дом «Лаборатория базовых знаний», 2019. - 376 с.
23. Орлов С.А. Технология разработки программного обеспечения: Учебник. / С.А. Орлов - СПб.: Питер, 2012. – 254 с.
30. Практикум по логистике. / Под ред. Б. А. Аникина. - М.: ИНФРА-М, 2019. - 270 с.
31. Рекомендации к написанию диплома: введение и заключение - Электрон. Дан. - Режим доступа: [http://school-kraevedenie.narod.ru/posobie/recom\\_diplom.html](http://school-kraevedenie.narod.ru/posobie/recom_diplom.html)

32. Ресурс, посвященный программированию на языке Delphi - Электрон. Дан. - Режим доступа: [http://delphiexpert.ru/view\\_article.php?id=5](http://delphiexpert.ru/view_article.php?id=5)
33. Сетевая экономика: учеб. пособие /В.Н. Бугорский. - М.: Финансы и статистика, 2018. - 256 с.
34. Электронные вычислительные машины. / Под ред. А.Я. Соловьева. В 8 книгах. Книга 8. Решение прикладных задач. - М.: Высшая школа, 2014. – 312 с.

**Листинг программы**

```

unit main;

interface

uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, XPMAN, StdCtrls, ComCtrls, ToolWin, Menus, ActnList, Grids,
DBGrids, Mask, DBCtrls, ExtCtrls, DB, ADODB, TeeProcs, TeEngine, Chart,
Buttons, Spin, Series, ImgList;

type
TForm1 = class(TForm) ActionList1: TActionList; actAbout: TAction; actExit:
  TAction; actHelp: TAction; ToolBar1: TToolBar; ToolButton1: TToolButton;
  ToolButton2: TToolButton; PageControl1: TPageControl; TabSheet1: TTab-
  Sheet; TabSheet2: TTabSheet; GroupBox1: TGroupBox; GroupBox2:
  TGroupBox; ADODet: TADOTable; dsDet: TDataSource; Panel 1: TPanel;
  DBNavigator1: TDBNavigator; ADOSklad: TA-
  DOTable; dsSklad: TDataSource; Panel2: TPa-
  nel; Label 1: TLabel; Label2: TLabel; DBEdit2:
  TDBEdit; DBEdit1: TDBEdit; DBGrid1: TDBGr-
  id; Panel3: TPanel; Label4: TLabel; Label5:
  TLabel; DBEdit3: TDBEdit; DBEdit4: TDBEdit;
  DBGrid2: TDBGrid; Panel4: TPanel;
  DBNavigator2: TDBNavigator; TabSheet3:
  TTabSheet; Panel5: TPanel;
  DBLookupListBox1: TDBLookupListBox;
Panel6: TPanel; Panel7: TPanel;
DBLookupListBox2: TDBLookupListBox; Panel8: TPanel; Panel9: TPanel;

```

DBNavigator3: TDBNavigator; ADOProd: TADOTable; dsProd: TDataSource;  
DBGrid3: TDBGrid; Panell0: TPanel;  
DBLookupListBox3: TDBLookupListBox; Panell1: TPanel; Panell2: TPanel;  
DBLookupListBox4: TDBLookupListBox;  
actTrend: TAction;  
MainMenu1: TMainMenu;  
N1: TMenuItem;  
N2: TMenuItem;  
N3: TMenuItem;  
N4: TMenuItem;  
N5: TMenuItem;  
ImageList1: TImageList;  
ADOConnection1: TADOConnection;  
PageControl2: TPageControl;  
TabSheet4: TTabSheet;  
TabSheet5: TTabSheet;  
Panel 13: TPanel;  
Panel 14: TPanel;  
Label3: TLabel;  
Label6: TLabel;  
StringGrid1: TStringGrid;  
BitBtn1: TBitBtn;  
SpinEdit1: TSpinEdit;  
SpinEdit2: TSpinEdit;  
Chart 1: TChart;  
Series1: TLineSeries;  
StringGrid2: TStringGrid;  
StringGrid3: TStringGrid;  
ToolButton3: TToolButton;  
actOptim: TAction;

```

procedure actExitExecute(Sender: TObject); procedure FormCreate(Sender: TOb-
ject); procedure LoadData(Sender: TObject); procedure actTrendExecute(Sender:
TObject); procedure actAboutExecute(Sender: TObject); procedure actHelpEx-
ecute(Sender: TObject); procedure actOptimExecute(Sender: TObject); private
{ Private declarations } public
var
Form1: TForm1;

implementation

uses about, fhelp;

{$R
*.df
m}
type
mas = array
[1..50] of
real; var
vi, //скорость расходования ресурса Si, //объем заказа
ресурса
tip, //время, когда ресурс присутствует на складе
tim, //время, когда ресурс отсутствует на складе
T, //период заказа
k 1, //издержки хранения ресурса (связанные либо с порчей или
обслуживанием ресурса, либо с упущенной прибылью от
использования денежной суммы, "лежащей без движения");
k2, //издержки, связанные с максимальным объемом хранения, обычно -
аренда или обслуживание склада;
k3, // издержки, связанные с отсутствием товара на складе -
упущенная прибыль, неустойки, задержки в работе;

```

```

к4:таз;//издержки, связанные с заказом - оформление заказа,
обслуживание поездки Function Fx(x: mas; n: integer): real; var
i: integer; begin Result := 0; for i := 1 to
n do Result := Result + k1[i] * x[i] * tip[i]
/ T[i] + k2[i] * x[i] + k3[i] *tim[i]/T[i] +
k4[i]/T[i]; end;

function Gradsp(var x: mas; n: integer; h,
e: real): boolean;
{градиентный спуск n-размерность пространства. x-вектор длины n
содержит начальную точку на входе, на выходе-точку минимума h-
шаг.
e-погрешность.}
var
l, c, b, f:real; kk, i: integer; begin l:= h; kk := 0; repeat
kk := kk + 1; for i := 1 to n do begin
    b := 0.9e37;
    repeat repeat x[i] := x[i] + h; f := fx(x, n); c := b; b
:= f; kk := kk + 1; if kk > 3000 then begin Result :=
False; Exit; end; until f - c >= 0; h := -h / 3; kk := kk
+ 1; if kk > 3000 then begin Result := False; Exit;
end;
    until abs(h) < abs(l / 3); h := l; end;
    l := l / 9; h := l;
    if kk > 3000 then begin Result := False; Exit;
end; until e / 9 > 1;
    Result := True; end;
procedure TForm1.actExitExecute(Sender: TObject);
//выход из программы
begin
    Close; end:

```

```

procedure TForm1.LoadData(Sender:
TObject); //загрузка данных по
комплектующим для прогноза

var
n, i: integ-
er; begin
n := ADO-
Prod.RecordCount; if n = 0
then Exit;
StringGrid1.ColCount := n +
1; ADOProd.First; for i := 1
to n do begin
    StringGrid1.Cells[i, 0] := ADOProd.FieldName('Название').
    AsString; StringGrid1.Cells[i, 1] := ADO-
    Prod.FieldName('Количество_проданных_дверей').AsString; ADO-
    Prod.Next; end;
actTrend.Enabled :=
True; end;

procedure TForm1.actTrendExecute(Sender:
TObject); //прогнозирование var
n, Np, i, j, kolp: integ-
er; st: string; A, x, an:
mas; s: real;
Procedure ARISS(Np, N: integer; Xi, Yi: Mas; var
X: Mas); //вычисление коэффициентов
регрессионного полинома var B: Mas;
A: array [1..50,1..50] of
real; C: array [1..100] of
real; xl, yl, f: real; i, j, k:

```



```

integer; begin for i := 1 to
N do B[i] := 0; for i := 1
to 2 * N do C[i] := 0; for i
:= 1 to Np do begin
  xl := Xi[i]; yl :=
  Yi[i]; f:=1;
  for j := 1 to 2 * N -1 do begin
    if j <= N then begin
      B[j] := B[j] + yl;
      yl := yl * xl; end;
    C[i] := C[j] + f; f := f * xl; end; end;
  for i := 1 to N do begin κ := i;
  for j := 1 to N do begin
    A[i,j] :=C[k]; Inc(k); end; end;
  for i := 1 to N -1 do for j := i + 1 to N do begin
    A[j,i] := -A[j, i] / A[i, i]; for κ := i + 1 to N do A[j, κ] := A[j, κ] + A[j, i] * A[i,
    B[j] := B[j] + A[j, i] * B[i]; end;
  X[N] := B[N] / A[N, N]; for i := N -1 downto 1 do begin f:= B[i];
    for j := i + 1 to N do f:=f-X[j]*A[i,j]; X[i] := f / A[i, i]; end; end; be-
gin
  n := StringGrid1.ColCount -1; if N < 2 then begin
    ShowMessage('Нет данных!'); Exit; end;
  for i := 1 to N do begin
    st := StringGrid 1 .Cells[i, 1]; an[i] := StrToFloat(st); end;
  kolp := SpinEdit2.Value; for i := 1 to N + kolp do
    x[i] i; Np := SpinEdit1.Value; ARISS(N, Np, X, an, A); for i := N + 1 to N +
kolp do
  begin s := 0;
  for j := Np downto 2 do s := (s + AO) * x[i]; s := s + A[1]; an[i] := s; end;

```

```

StringGrid2.RowCount := n + kolp + 1; for i := 1 to N + kolp do begin if i <=
n then
StringGrid2.Cells[0, i] := StringGrid1.Cells[i, 0] else
StringGrid2.Cells[0, i] := Прогноз ' + IntToStr(i - N); StringGrid2.Cells[ 1, i]
:= Format('%5.3f', [an[i]]); end;
Chart 1.Series[0].Clear; for i := 1 to N + kolp do begin if i <= n then
Chart1.Series[0].Add(an[i], IntToStr(i), clGreen) else
Chart 1 .Series[0].Add(an[i], IntToStr(i), clRed) end; end;

procedure TForm1.actAboutExecute(Sender: TObject);
//информация о программе
begin
AboutBox.ShowModal; end;

procedure TForm1.actHelpExecute(Sender: TObject);
//Вывод окна помощи
begin
Form2.WebBrowser1.Navigate(GetCurrentDir + \help.htm');
Form2.ShowModal; end;

procedure TForm1.actOptimExecute(Sender: TObject); var i, n:
integer; x: mas; begin
n := ADODet.RecordCount; if n = 0 then Exit; StringGrid3.RowCount := n +
1; ADODet.First; for i := 1 to n do begin
StringGrid3.Cells[0, i] := IntToStr(i);
vi[i] := ABOBe1.P1eЫByNete('Скорость_расходования').A8P1oa1
StringGrid3.Cells[ 1, i] := Format('%3.1f', [vi[i]]);
Si[i] := ADODet.FieldByName('06beM_3aKa3a').
AsFloat; StringGrid3.Cells[2, i] := Format('%3.1f', [Si[i]]);
tip[i] := ADODet.FieldByName('BpeMfl_npHcyTCTBHK').AsFloat;
StringGrid3.Cells[3, i] := Format('%3.1f', [tip[i]]);

```

```

tim[i] := AOOBe1.P1eIIIByKашe('Время_отсутствия').A8P1oa1;
StringGrid3.Cells[4, i] := Format('%3.1f', [tim[i]]);
T[i] := ADODet.FieldByName(ТерНОfl_Заказа').
As Float; StringGrid3.Cells[5, i] := Format('%3.1f',
[T[i]]); kl[i] := ADODet.FieldByName('kl').AsFloat;
StringGrid3.Cells[6, i] := Format('%3.1f, [kl[i]]);
k2[i] := ADODet.FieldByName('k2').AsFloat;
StringGrid3.Cells[7, i] := Format('%3.1f', [k2[i]]);
k3[i] := ADODet.FieldByNameCk3').AsFloat; StringGrid3.Cells[8, i] := For-
mat('%3.1f', [k3[i]]);
k4[i] := ADODet.FieldByName('k4').AsFloat; StringGrid3.Cells[9, i] := For-
mat('%3.1f', [k4[i]]); StringGrid3.Cells[10, i] := "; ADODet.Next; end;
if not Gradsp(x, n, 0.1, 0.001) then
  ShowMessage('Для заданного набора исходных данных оптимизация
невозможна!');
  for i := 1 to n do
    StringGrid3.Cells[10, i] := Format('%3.1f', [x[i]]); end;
  End

```

