На правах рукописи

КОРИЧНЕВА ЮЛИЯ ЛЕОНИДОВНА

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СОКРАЩЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НАУКОЁМКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Специальность 05.13.10
«Управление в социальных и экономических системах»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Рязань 2013

Работа выполнена на кафедре вычислительной и прикладной математики ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет».

Научный руководитель: **Белов Владимир Викторович**
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры ВПМ, РГРТУ

Официальные оппоненты: **Шевченко Виктор Фёдорович**
доктор технических наук, профессор,
советник генерального директора,
Концерн ПВО «Алмаз – Антей», г.Москва;

Никульчев Евгений Витальевич
доктор технических наук, профессор,
проректор по научной работе
НОУ ВПО Московский технологический институт "ВТУ", г.Москва

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»**

Защита состоится "**23**" **декабря 2013г.** в **14.00** часов на заседании диссертационного совета Д 212.211.02 в ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет» по адресу:
390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет».

Автореферат разослан « 16 » ноября 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук,
доцент **Д. А. Перепелкин**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Современная практика управления в области экономических систем, в частности предприятиями сферы наукоемких производств в России подчеркивает невозможность опираться на основы менеджмента индустриальной эпохи и рождает необходимость внедрения информационных технологий во все стадии процесса производства продукта, пред- и постпроизводственные стадии.

Для большинства отечественных предприятий одной из ключевых задач развития и повышения эффективности является грамотное выстраивание экономической системы управления оборотными ресурсами и запасами.

Эффективное управление ресурсами – одно из неотъемлемых средств обеспечения конкурентоспособности и повышения рентабельности бизнеса, так как в запасы вкладываются значительные финансы, это основа прибыли и острая проблема ежедневного мониторинга и контроля. Поиск методов оптимальной организации различных аспектов движения товарно-материальных ресурсов и в настоящее время остается главной задачей для многих производственных организаций во всем мире.

Методологическим аспектам оптимизации управления товарно-материальными ресурсами были посвящены труды зарубежных специалистов: Д. Дж. Бауэрсокса, Дэвида Дж. Клосса, Л. Гэлловея, Ричарда Б. Чейза, Н. Эквилайна, Роберта Ф. Якобса, Майкла Р Линдерса., Харольда Е. Фирона, Дж. Лэндфорда, Е. Добронравии; российских ученых: Л.Б. Миротина, А.Г. Некрасова, В.В. Дыбской., Е.И. Зайцева, В.И. Сергеева, А.Н. Стерлиговой, В.Д. Секерина, Ю.М. Неруша.

К числу наиболее известных программных систем управления оборотными средствами, получивших распространение в России, относятся WMS и ERP-системы различных производителей: CoreIMS, Columbus IT**,** SAP R/3, SIMPLE-System от Genobium, ERP-система «Галактика», 1С:Предприятие 8.3. «Управление производственным предприятием».

На сегодняшний день в сфере разработки единой теории управления товарно-материальными ресурсами существуют четыре основные проблемы.

Первая проблема заключается в специфике самой области наукоемких производств. Для производств такого типа характерны большие объемы номенклатуры товарно-материальных ресурсов; отсутствие большой серийности производства (в основном среднесерийное, мелкосерийное и штучное оборудование). Вышеописанные факторы обуславливают трудоемкость прогнозирования состава ведомости материалов, поступающей в службы логистики.

Вторая проблема заключается в том, что в странах с рыночной экономикой, к которым сегодня относится и Россия, решение осложняется факторами, заложенными в существе самой системы. Важнейшие из них: непостоянство спроса, обилие товаров, низкое качество продукции, широкий и постоянно

обновляющийся ассортимент запасов и товаров. К тому же введение одновременного учета требований потребителей и производителей в практику деятельности отечественных предприятий часто тормозится отсутствием конкурентных рынков поставщиков и потребительских сегментов.

Третья проблема заключается в низкой оперативности принимаемых решений. В условиях стремительно меняющейся экономической ситуации на рынке, в условиях жесткой конкуренции отсутствие незамедлительной реакции на внешние изменения, невозможность вовремя перенастроить внутренние бизнес-процессы может стать отправной точкой на пути банкротства. Необходимы информационные системы анализа, поддержки принятия решений и управления оборотными средствами производственного предприятия.

В качестве ***четвертой проблемы*** можно выделить недостаточную проработанность и исследованность теории и практики формирования эффективных экономических систем управления запасами производственных предприятий. Поиск методов оптимальной организации различных аспектов движения товарно-материальных ресурсов и в настоящее время остается главной задачей для многих производственных организаций во всем мире.

С учетом специфики отрасли наукоемких производств становится очевидной необходимость проектирования новых методов и подходов к управлению оборотным капиталом предприятия и, в том, числе, запасами, как его главной составляющей, что свидетельствует об актуальности разработки избранного направления в рамках диссертационной работы.

Целью работы является повышение эффективности управления оборотными средствами производственного предприятия за счёт разработки методов и алгоритмов сокращения аналитического информационного пространства, автоматизации процессов анализа и структурирования складской номенклатуры предприятия, использования процедур анализа потребностей в товарно-материальных ресурсах.

Задачи исследования. Для достижения целей диссертационной работы необходимо решение следующих задач.

1. Разработать концепцию сокращения информационного пространства управления ресурсами в экономических системах наукоемких производств.
2. Разработать метод и алгоритмы построения многомерных АВС- классификаций, позволяющих учесть специфику всей совокупности частных критериев.
3. Разработать метод многомерной кластеризации, позволяющей реализовать альтернативный подход к выделению АВС-групп и анализировать целесообразность расширения количества классификационных групп
4. Определить критерии качества кластеризации и показать эффективность их применения.
5. Разработать концепцию построения интеллектуальной автоматизированной системы поддержки принятия решений (ИАСППР) по управлению

оборотными средствами и капиталом производственного предприятия.

Методы исследования. При выполнении работы использовались теория вероятностей, математическая статистика, теория математического и статистического моделирования, методы вычислительной и прикладной математики, эвристическое программирование, теория экономического и финансового анализа.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. В качестве основы методов и алгоритмов сокращения информационного пространства управления производственно-хозяйственными ресурсами, предложено использовать многомерную ABC-классификацию, позволяющую устранить недостатки классического управления оборотными средствами на основе скалярных ABC-классификаций
2. Разработан метод пространственной ABC-классификации для случая проблемной симметричности и асимметричности скалярных критериев.
3. Разработан метод пространственной классификации на основании анализа структур в данных.
4. Предложены критерии оценки качества пространственных ABC-классификаций
5. В процессе многомерной классификации для определения расстояния группообразования предложено использовать методы построения кратчайшего связывающего дерева и правило золотого сечения.

Практическая ценность. Результаты диссертации нацелены на повышение эффективности процессов управления товарно-материальными ресурсами производственного предприятия сферы наукоемких производств и обеспечивают:

1) повышение обоснованности процесса сокращения информационного пространства управления товарно-материальными ценностями производственного предприятия широкой номенклатуры;

2) создание возможности использования реализации различных стратегий управления оборотными средствами;

Результаты, полученные в рамках диссертационной работы, были применены при проектировании и внедрении системы «Cluster Analysis 1.1» классификации многомерных объектов, представленных номенклатурными единицами с кортежем характеристик. Указанная система внедрена в производственную деятельность ОАО «Рязанский проектно-технологический институт». Результаты диссертации успешно использованы при формировании стратегии управления ресурсами предприятия, реализующего среднесерийное, мелкосерийное и единичное технологическое оборудование. Апробированы различные подходы к группированию широкого номенклатурного ряда запасов. Решена задача сокращения информационного пространства управления ресурсами в разрезе проектов. В рабочем порядке программа «Cluster Analysis v.1.1» внедрена и активно используется в компаниях сферы телекоммуникационных услуг, осуществляющих строительство мультисервисных

сетей передачи данных, что дает высокие показатели практической применимости системы в различных производственных областях.

Результаты диссертационной работы являются основой для проектирования и создания интеллектуальной автоматизированной системы поддержки принятия решений (ИАСППР). Разработанные методы и средства построения ИАСППР могут быть приняты за основу при создании современных программных инструментальных систем подобного типа.

Достоверность и обоснованность научных положений, результатов, выводов и рекомендаций, приведенных в диссертационной работе, обеспечиваются использованием надежных методов исследования и подтверждаются: корректностью использования адекватного математического аппарата; совпадением полученных результатов в частных случаях с известными в теории результатами; хорошей апробацией материалов диссертации; успешным внедрением результатов в практику управления оборотными средствами производственных предприятий РФ.

Реализация и внедрение результатов работы. Результаты диссертационной работы внедрены в деятельность ООО «Рязанский проектно-технологический институт», г. Рязань, в компаниях сферы телекоммуникационных услуг ООО «Брянские Кабельные сети» и ООО «Брянск Связь-ТВ», г. Брянск, ООО «Телемир» и ООО «Липецкие Кабельные Сети», г. Липецк, ООО «ТВТ», Моск. обл, г. Кашира, ООО «ИНКО-Телеком», Моск. обл, г. Луховицы и используются для выделения номенклатурных групп особого контроля при принятии решений высшего и среднего руководства для целей снижения издержек и оптимизации управления оборотными средствами производственного предприятия.

Основные положения, выносимые на защиту.

- Концепция сокращения информационного пространства управления ресурсами в экономических системах наукоемких производств.
- Метод и алгоритмы построения многомерных АВС- классификаций для случав проблемой симметричности и асимметричности скалярных критериев, позволяющих учесть специфику всей совокупности частных критериев и устранить недостатки классических скалярных АВС-классификаций.
- Метод многомерной кластеризации, позволяющей реализовать альтернативный подход к выделению АВС-групп и анализировать целесообразность расширения количества классификационных групп.
- Критерии качества пространственной АВС-классификации.
- Концепция построения интеллектуальной автоматизированной системы поддержки принятия решений (ИАСППР) по управлению оборотными средствами и капиталом производственного предприятия.

Апробация работы. По теме диссертации сделаны доклады на 9-ой, 10-ой и 12-й всероссийских научно-технических конференциях «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании», Ря-

зань, 2004-2007 гг.; всероссийском конкурсе на лучшие научно-технические и инновационные работы творческой молодежи России по естественным наукам, Саратов, 2003 г.; 11-ой, 12-ой, 13-ой международных научно-техничес-ких конференциях «Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций», Рязань, 2003-2005 гг.; 52-ой, 53-ей студенческих научно-технических конференциях «Программное обеспечение вычислительных и информационных систем», Рязань, 2005-2006 гг., межвузовской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в учебном процессе и производстве», Рязань, 2004 г.; 5-ой межрегиональной научно-практической конференции «Современные информационные технологии в образовании», Рязань, 2004 г.; 13-ой и 14-ой международной научно-технической конференции «Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций», Рязань, 2004-2005 гг.; международной научно-практической конференции «стратегии управления: государство, бизнес, образование», Рязань, 2010 г., а также на научных семинарах кафедры ВПМ РГРТУ.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 23 печатных работы. Основной материал изложен в 12 печатных работах, в том числе две статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК для кандидатских диссертаций; две статьи в научно-технических журналах; три статьи в межвузовских сборниках; 5 тезисов докладов на Международных и Всероссийских научно-технических конференциях.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и трех приложений. Основной текст содержит 164 страницы, 14 таблиц, 31 рисунок. Список литературы состоит из 119 наименований. Приложения выполнены на 90 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается обоснование актуальности темы работы, формулируются цели и задачи исследований, представляются основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена исследованию возможности использования классических методов АВС-классификации для решения задачи сокращения информационного пространства управления ресурсами производственного предприятия.

В качестве исходных данных рассматривается набор номенклатурных позиций, необходимый для производства и их характеристики. Для решения задачи сокращения информационного пространства управления оборотными средствами предлагается выделить группы особого контроля, т.е. перечень номенклатурных позиций для целей регламентированного мониторинга по одному или нескольким критериям.

Приводится обзор работ по теме и задаче диссертации, вводятся основные понятия и определения. Ключевым моментом первой главы является интегрированная стратегия управления логистической системой. Она определяет политику и процессы принятия решения о том, где и в каком количестве размещать, в какое время и в каком объеме осуществлять заказ материалов и комплектующих.

Цель классификации – повысить эффективность логистической системы за счет более целесообразного и обоснованного распределения усилий по различным направлениям управления товарно-материальными ресурсами.

Практическая задача решается с использованием классического метода АВС-классификации на основе принципа Парето, построения кумулятивной кривой Лоренца. Устанавливаются основные недостатки существующих методов: невозможность использования для решения многокритериальных задач, отсутствие четкого мотивированного механизма определения границ групп, недостаточная обоснованность разделения именно на три группы; отсутствие исследований целесообразности выделения большего количества классификационных групп.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе предложено разработать теоретическую платформу для создания системы обобщения результатов частных классификаций и пространственной АВС-классификации.

Вторая глава посвящена разработке метода и алгоритмов пространственной АВС-классификации для случаев проблемной симметричности и асимметричности скалярных критериев.

Излагаются методы нормализации числовых параметров номенклатурных позиций, заданных в различных единицах измерения. Производится выбор методов, исходя из целесообразности их применения в заданных условиях. Проведен анализ и вычисление интегрального критерия АВС-классификации объектов с набором характеристик. Для определения степени влияния частных критериев на результат пространственной АВС-классификации произведена оценка критериев на основании метода анализа иерархий Саати.

Одним из ключевых пунктов исследований является формализация методики итеративного частного ранжирования и интеграции полученных результатов. В целях получения возможности проведения математических операций предложено отобразить идентификаторы классов в числа{A, B, C} $\rightarrow$ {1, 2, 3}, которые семантически являются номерами классов. Определение весов частных критериев, – получение вектора $[w_j]_n^1$, $j = 1, 2, \ldots, n$ весов частных критериев, где n – число учитываемых критериев на втором этапе дало возможность ранжировать сами критерии по значимости. Проведены классические АВС-классификации по частным критериям, – получение матрицы

$[k_{i,j}]_n^m$, и произведена интеграция полученных результатов $K_i = [\sum_{j=1}^{n} k_{i,j} w_j]$, где K_i – номер класса i-го элемента номенклатуры в итоговой классификации; [] – символ операции округления до ближайшего целого, обратная трансформация числовых идентификаторов в символьные.

Предложены четыре альтернативных показателя качества пространственной (многомерной) АВС-классификации, отражающих сходство классификационных векторов и кортежей пространственной и совокупности частных скалярных АВС-классификаций, для случаев одинаковой и различной проблемной значимости скалярных критериев.

Критерии качества пространственной АВС-классификации для случая проблемной симметричности и ассиметричности скалярных критериев. Предложены альтернативные формы представления результатов АВС-классификации – в виде классификационных кортежей и векторов, где $\mathbf{X} = < X_1, X_2, \ldots, X_m >$ – некоторый кортеж, состоящий из m элементов, каждый из которых характеризуется n количественными показателями (скалярными критериями). Неупорядоченная совокупность тех же элементов обозначена $\tilde{\mathbf{X}} = \mathrm{Set}(\mathbf{X}) = \{X_1, X_2, \ldots, X_m\}$. Результат скалярной АВС-классификации можно представить в виде кортежа $\mathbf{R} = < \mathbf{R}_A, \mathbf{R}_B, \mathbf{R}_C >$, где $\mathbf{R}_A, \mathbf{R}_B, \mathbf{R}_C$ – подмножества, на которые множество $\tilde{\mathbf{X}}$ разбивается в результате классификации.

Индексы в обозначениях множеств $\mathbf{R}_A, \mathbf{R}_B, \mathbf{R}_C$ символизируют факт отнесения к группам A, B, C.

Для указания того факта, что классификация осуществлена по конкретному критерию, использованы нижние индексы. При этом результаты скалярных АВС-классификаций по n критериям представимы в виде совокупности (системы) n классификационных кортежей: $\mathbf{R}^{[j]} = < \mathbf{R}_A^{[j]}, \mathbf{R}_B^{[j]}, \mathbf{R}_C^{[j]} >$, $j = 1, 2, \ldots, n$, где $\mathbf{R}_A^{[j]}, \mathbf{R}_B^{[j]}, \mathbf{R}_C^{[j]}$ – подмножества, на которое множество $\mathbf{X}$ разбивается в результате классификации по j-му скалярному критерию.

Результат пространственной АВС-классификации: $\mathbf{Q} = < \mathbf{Q}_A, \mathbf{Q}_B, \mathbf{Q}_C >$, где $\mathbf{Q}_A, \mathbf{Q}_B, \mathbf{Q}_C$ – подмножества, на которые множество $\tilde{\mathbf{X}}$ разбивается в результате пространственной классификации. Для указания конкретики способа пространственной классификации использован верхний индекс. Обозначение $\mathbf{Q}^{[l]} = < \mathbf{Q}_A^{[l]}, \mathbf{Q}_B^{[l]}, \mathbf{Q}_C^{[l]} >$ символизирует результат пространственной классификации l-м способом, $l = 1, 2, \ldots, L$; L – количество рассматриваемых методов пространственной АВС-классификации.

В качестве альтернативного представления АВС-классификации будем использовать классификационные векторы: $\mathbf{k} = (k_1, k_2, \ldots, k_m)$ – для скалярной классификации; $\mathbf{K} = (K_1, K_2, \ldots, K_m)$ – для пространственной классификации. Конкретику скалярного критерия и способа пространственной классификации будем отражать верхними индексами: $\mathbf{k}^{[j]} = (k_1^{[j]}, k_2^{[j]}, \ldots, k_m^{[j]})$, $j = 1, 2, \ldots, n$; $\mathbf{K}^{[l]} = (K_1^{[l]}, K_2^{[l]}, \ldots, K_m^{[l]})$, $l = 1, 2, \ldots, L$. Элементы указанных векторов имеют следующую семантику: $k_i^{[j]}$ – номер группы i-го элемента номенклатуры в скалярной АВС-классификации по j-му скалярному критерию; $K_i^{[l]}$ – номер группы i-го элемента номенклатуры в пространственной АВС-классификации l-м способом; $i = 1, 2, \ldots, m$; m – количество учитываемых элементов, т.е. это мощность множества $\tilde{\mathbf{X}}$: $m = \left|\tilde{\mathbf{X}}\right|$. При использовании альтернативного представления АВС-классификации будем предполагать, что названия A, B, C групп АВС-классификации отображены в числа 1, 2, 3 соответственно, поэтому элементы классификационных векторов являются числами, причём: $k_i^{[j]} \in \{1, 2, 3\}$ и $K_i^{[l]} \in \{1, 2, 3\}$.

Критерий 1 на основе классификационных векторов. В качестве критерия качества пространственной АВС-классификации предлагается использовать сумму расстояний между классификационным вектором $\mathbf{K}^{[l]}$ и классификационными векторами частных скалярных АВС-классификаций по учитываемым критериям. Формула критерия имеет вид:

$C_1^{[l]} = \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} \left| K_i^{[l]} - k_i^{[j]} \right|$, где $C_1^{[l]}$ – значение критерия качества пространственной АВС-классификации l-м методом; $l = 1, 2, \ldots, L$.

Критерий 2 на основе классификационных векторов. В качестве альтернативного критерия качества пространственной АВС-классификации предложено использовать показатель степени отличия заданного классификационного кортежа $\mathbf{Q}^{[l]} =< \mathbf{Q}_A^{[l]}, \mathbf{Q}_B^{[l]}, \mathbf{Q}_C^{[l]} >$ от кортежа простых объединений элементов классификационных кортежей частных скалярных АВС-классификаций, который мы назовём объединённым классификационным кортежем.

Для вычисления критерия необходимо предварительно осуществить n скалярных АВС-классификаций по всем учитываемым критериям, и получить систему n классификационных кортежей: $\mathbf{R}^{[j]} =< \mathbf{R}_A^{[j]}, \mathbf{R}_B^{[j]}, \mathbf{R}_C^{[j]} >$, $j = 1, 2, \ldots, n$

Далее следует выполнить объединение элементов-множеств по правилу:

$\mathbf{U}_A = \bigcup_{j=1}^{n} \mathbf{R}_A^{[j]}$; $\mathbf{U}_B = \bigcup_{j=1}^{n} \mathbf{R}_B^{[j]} \setminus \mathbf{U}_A$; $\mathbf{U}_C = \bigcup_{j=1}^{n} \mathbf{R}_C^{[j]} \setminus \mathbf{U}_A \setminus \mathbf{U}_B$ и сформировать объединённый классификационный кортеж $\mathbf{U} = \prec \mathbf{U}_A, \mathbf{U}_B, \mathbf{U}_C \succ$.

В качестве показателя степени различия двух кортежей, элементами которых являются множества, можно использовать сумму максимальных мощностей разностей однопозиционных множеств. Для кортежей $\mathbf{Q}^{[l]} = \prec \mathbf{Q}_A^{[l]}, \mathbf{Q}_B^{[l]}, \mathbf{Q}_C^{[l]} \succ$ и $\mathbf{U} = \prec \mathbf{U}_A, \mathbf{U}_B, \mathbf{U}_C \succ$ этот показатель объявляем критерием № 2. Формула его вычисления имеет вид:

$$C_2^{[l]} = \max\left(\left|\mathbf{Q}_A^{[l]} \setminus \mathbf{U}_A\right|, \left|\mathbf{U}_A \setminus \mathbf{Q}_A^{[l]}\right|\right) + \max\left(\left|\mathbf{Q}_B^{[l]} \setminus \mathbf{U}_B\right|, \left|\mathbf{U}_B \setminus \mathbf{Q}_A^{[l]}\right|\right) + \max\left(\left|\mathbf{Q}_C^{[l]} \setminus \mathbf{U}_C\right|, \left|\mathbf{U}_C \setminus \mathbf{Q}_C^{[l]}\right|\right)$$

Критерий 3 на основе классификационных векторов. Учитываемые критерии назовём проблемно асимметричными, если они не являются равноценными по степени влияния на результативность актуального процесса. В качестве критерия качества пространственной АВС-классификации в случае проблемной асимметричности учитываемых критериев предложено использовать взвешенную сумму расстояний между классификационным вектором $\mathbf{K}^{[l]}$ и классификационными векторами частных скалярных АВС-классификаций по учитываемым критериям. Формула критерия имеет вид:

$$C_3^{[l]} = \sum_{j=1}^{n} w_j \cdot \sum_{i=1}^{m} \left| K_i^{[l]} - k_i^{[j]} \right| .$$

Критерий 4 на основе классификационных векторов. В качестве альтернативного критерия качества пространственной АВС-классификации в случае проблемной асимметричности учитываемых критериев можно использовать показатель степени отличия заданного классификационного кортежа $\mathbf{Q}^{[l]} = \prec \mathbf{Q}_A^{[l]}, \mathbf{Q}_B^{[l]}, \mathbf{Q}_C^{[l]} \succ$ от кортежа ранговых объединений элементов классификационных кортежей частных скалярных АВС-классификаций, который мы назовём рангово-объединённым классификационным кортежем. $\mathbf{G} = \prec \mathbf{G}_A, \mathbf{G}_B, \mathbf{G}_C \succ$. Формально это правило выражается так:

$$\mathbf{G}_A = \bigcup_{j \in \mathbf{J}_A} \mathbf{R}_A^{[j]} ; \ \mathbf{G}_B = \bigcup_{j \in \mathbf{J}_A} \mathbf{R}_B^{[j]} \cup \bigcup_{j \in \mathbf{J}_B} \mathbf{R}_A^{[j]} \bigcup_{j \in \mathbf{J}_B} \mathbf{R}_B^{[j]} \setminus \mathbf{G}_A ;$$

$$\mathbf{G}_C = \bigcup_{j \in \mathbf{J}_A} \mathbf{R}_C^{[j]} \cup \bigcup_{j \in \mathbf{J}_B} \mathbf{R}_C^{[j]} \bigcup_{j \in \mathbf{J}_C} \mathbf{R}_A^{[j]} \bigcup_{j \in \mathbf{J}_C} \mathbf{R}_B^{[j]} \bigcup_{j \in \mathbf{J}_C} \mathbf{R}_C^{[j]} \setminus \mathbf{G}_A \setminus \mathbf{G}_B$$

Формула для вычисления критерия № 4 совпадает с формулой вычисления критерия № 2, отличие состоит только в использовании элементов кортежа $\mathbf{G}$ вместо элементов кортежа $\mathbf{U}$:

$$C_4^{[l]} = \max\left(\left|\mathbf{Q}_A^{[l]} \setminus \mathbf{G}_A\right|, \left|\mathbf{G}_A \setminus \mathbf{Q}_A^{[l]}\right|\right) + \max\left(\left|\mathbf{Q}_B^{[l]} \setminus \mathbf{G}_B\right|, \left|\mathbf{G}_B \setminus \mathbf{Q}_A^{[l]}\right|\right) + \max\left(\left|\mathbf{Q}_C^{[l]} \setminus \mathbf{G}_C\right|, \left|\mathbf{G}_C \setminus \mathbf{Q}_C^{[l]}\right|\right)$$

Канонические алгоритмы пространственной АВС-классификации для случая проблемной симметричности и асимметричности скалярных

критериев. Предложено 6 алгоритмов пространственной АВС-классификации: 4 канонических и 2 пространственных, – оптимальные по предложенным показателям качества многомерного группирования учетных элементов для случаев одинаковой и различной проблемной значимости частных скалярных критериев.

Канонический алгоритм № 1 ориентирован на минимизацию критерия № 1 качества пространственной АВС-классификации.

После осуществления n скалярных АВС-классификаций множества $\tilde{\tilde{\mathbf{X}}} = \mathrm{Set}(\mathbf{X})$ по каждому из n скалярных критериев, результаты скалярных АВС-классификаций представлены в виде совокупности n классификационных векторов: $\mathbf{k}^{[j]} = (k_1^{[j]}, k_2^{[j]}, \ldots, k_m^{[j]})$, $j = 1, 2, \ldots, n$. Оптимальную по первому критерию пространственную АВС-классификацию представим в виде классификационного вектора $\mathbf{K}_{\mathrm{Opt}}^{[1]} = (K_1^{[1]}, K_2^{[1]}, \ldots, K_m^{[1]})$, элементы которого вычисляются по формуле: $K_i^{[1]} = \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} k_{i,j} \right]$, $i = 1, 2, \ldots, m$.

Канонический алгоритм № 2 ориентирован на минимизацию критерия № 2 качества пространственной АВС-классификации.

Оптимальную по второму критерию пространственную АВС-классификацию представим в виде классификационного кортежа $\mathbf{Q}^{[2]} = < \mathbf{Q}_A^{[2]}, \mathbf{Q}_B^{[2]}, \mathbf{Q}_C^{[2]} >$, элементы которого вычисляются по формуле:

$$\mathbf{Q}_A^{[2]} = \bigcup_{j=1}^{n} \mathbf{R}_A^{[j]} \; ; \; \mathbf{Q}_B^{[2]} = \bigcup_{j=1}^{n} \mathbf{R}_B^{[j]} \setminus \mathbf{Q}_A^{[2]} ; \; \mathbf{Q}_C^{[2]} = \bigcup_{j=1}^{n} \mathbf{R}_C^{[j]} \setminus \mathbf{Q}_A^{[2]} \setminus \mathbf{Q}_B^{[2]}$$

Канонический алгоритм № 3 ориентирован на минимизацию критерия № 3 качества пространственной АВС-классификации. К сожалению, как и в случае проблемной симметричности скалярных критериев, синтезировать алгоритм, обращающий в ноль минимизируемый критерий, не удаётся.

Предполагаем заданной характеристику проблемной асимметричности скалярных критериев в виде вектора весовых коэффициентов $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \ldots, w_n)$.

После осуществления n скалярных АВС-классификаций множества $\tilde{\tilde{\mathbf{X}}} = \mathrm{Set}(\mathbf{X})$ по каждому из n скалярных критериев оптимальную по третьему критерию пространственную АВС-классификацию представим в виде классификационного вектора $\mathbf{K}_{\mathrm{Opt}}^{[3]} = (K_1^{[3]}, K_2^{[3]}, \ldots, K_m^{[3]})$, элементы которого вычисляются по формуле: $K_i^{[3]} = \left[\sum_{j=1}^{n} w_j \cdot k_{i,j} \right]$, $i = 1, 2, \ldots, m$

В данном случае логика формирования канонического алгоритма №3 методически ложится в канву итеративного частного ранжирования с последу-

ющей интеграцией результатов. Таким образом, два различных пути рассуждений привели к единому обоснованному решению.

Канонический алгоритм № 4 ориентирован на минимизацию критерия № 4 качества пространственной АВС-классификации.

Предполагаем заданной характеристику проблемной асимметричности скалярных критериев в виде вектора весовых коэффициентов $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \ldots, w_n)$ и результата АВС-классификации элементов этого вектора в виде кортежа $\mathbf{J} =< \mathbf{J}_A, \mathbf{J}_B, \mathbf{J}_C >$, элементами которого являются множества номеров критериев, попавших соответственно в группы A, B и C.

1. Осуществим $n_{AB} = |\mathbf{J}_A| + |\mathbf{J}_B|$ скалярных АВС-классификаций множества $\tilde{\mathbf{X}} = \mathrm{Set}(\mathbf{X})$ по каждому из скалярных критериев, номера которых принадлежат множествам $\mathbf{J}_A$ и $\mathbf{J}_B$. Результаты скалярных АВС-классификаций представим в виде совокупности n_{AB} классификационных кортежей:

$\mathbf{R}^{[j]} =< \mathbf{R}_A^{[j]}, \mathbf{R}_B^{[j]}, \mathbf{R}_C^{[j]} >$, $j = j_1, j_2, \ldots, j_{nAB}$, где $j_1, j_2, \ldots, j_{nAB} \in \{1, 2, \ldots, n\}$.

2. Оптимальную по четвёртому критерию пространственную АВС-классификацию представим в виде классификационного кортежа $\mathbf{Q}^{[4]} =< \mathbf{Q}_A^{[4]}, \mathbf{Q}_B^{[4]}, \mathbf{Q}_C^{[4]} >$, элементы которого вычисляются по формуле:

$$\mathbf{Q}_A^{[4]} = \bigcup_{j \in \mathbf{J}_A} \mathbf{R}_A^{[j]}; \ \mathbf{Q}_B^{[4]} = \bigcup_{j \in \mathbf{J}_A} \mathbf{R}_B^{[j]} \cup \bigcup_{j \in \mathbf{J}_B} \mathbf{R}_A^{[j]} \bigcup_{j \in \mathbf{J}_B} \mathbf{R}_B^{[j]} \setminus \mathbf{Q}_A^{[4]}; \mathbf{Q}_C^{[4]} = \tilde{\mathbf{X}} \setminus \mathbf{Q}_A^{[4]} \setminus \mathbf{Q}_B^{[4]}$$

Концепция использования процедуры кластеризации для решения задачи пространственной АВС-классификации. Кластеризация в пространстве нормированных скалярных критериев на три группы позволяет выделить учётные элементы со схожим набором признаков; далее требуется только распознать в кластерных группах искомые группы A, B и C. Сама процедура пространственной кластеризации рассмотрена в главе 3.

Результаты кластеризации учётных элементов на три группы будем представлять в виде кортежа $\mathbf{W} =< \mathbf{W}_\alpha, \mathbf{W}_\beta, \mathbf{W}_\gamma >$, где $\mathbf{W}_\alpha, \mathbf{W}_\beta, \mathbf{W}_\gamma$ – подмножества-кластеры, на которое разбивается множество $\tilde{\mathbf{X}} = \mathrm{Set}(\mathbf{X})$.

Интерпретация результатов кластеризации как результатов классификации состоит в том, что искомый классификационный кортеж $\mathbf{Q} =< \mathbf{Q}_A, \mathbf{Q}_B, \mathbf{Q}_C >$ пространственной АВС-классификации рассматривается как переупорядоченное множество элементов кортежа $\mathbf{W}$.

Для установления порядка следования подмножеств $\mathbf{W}_\alpha, \mathbf{W}_\beta, \mathbf{W}_\gamma$ в кортеже $\mathbf{Q}$ в качестве некоторой базы, принимаемой за образец, предложено использовать классификационный кортеж $\mathbf{U} =< \mathbf{U}_A, \mathbf{U}_B, \mathbf{U}_C >$ в случае проблемной симметричности используемых скалярных критериев; классифика-

ционный кортеж $\mathbf{G} =< \mathbf{G}_A, \mathbf{G}_B, \mathbf{G}_C >$ – в случае проблемной асимметричности используемых скалярных критериев.

Алгоритм № 5 для случая проблемной симметричности скалярных критериев на основе процедуры пространственной кластеризации состоит из следующих шагов.

1. Осуществим пространственную кластеризацию множества $\tilde{\mathbf{X}} = \mathrm{Set}(\mathbf{X})$ на три группы. Результат кластеризации представим в виде кортежа $\mathbf{W} =< \mathbf{W}_\alpha, \mathbf{W}_\beta, \mathbf{W}_\gamma >$.

2. Сформируем классификационный кортеж $\mathbf{U} =< \mathbf{U}_A, \mathbf{U}_B, \mathbf{U}_C >$ критерия № 2 качества пространственной АВС-классификации.

3. Вычислим показатели степени отличия подмножеств $\mathbf{W}_\alpha, \mathbf{W}_\beta, \mathbf{W}_\gamma$ от множеств $\mathbf{U}_A, \mathbf{U}_B, \mathbf{U}_C$. В качестве таких показателей можно использовать максимальные мощности разностей сопоставляемых множеств:

$d_{\alpha,A} = \max\left(\left|\mathbf{W}_\alpha \setminus \mathbf{U}_A\right|, \left|\mathbf{U}_A \setminus \mathbf{W}_\alpha\right|\right)$; $d_{\alpha,B} = \max\left(\left|\mathbf{W}_\alpha \setminus \mathbf{U}_B\right|, \left|\mathbf{U}_B \setminus \mathbf{W}_\alpha\right|\right)$;

$d_{\alpha,C} = \max\left(\left|\mathbf{W}_\alpha \setminus \mathbf{U}_C\right|, \left|\mathbf{U}_C \setminus \mathbf{W}_\alpha\right|\right)$;

$d_{\beta,A} = \max\left(\left|\mathbf{W}_\beta \setminus \mathbf{U}_A\right|, \left|\mathbf{U}_A \setminus \mathbf{W}_\beta\right|\right)$; $d_{\beta,B} = \max\left(\left|\mathbf{W}_\beta \setminus \mathbf{U}_B\right|, \left|\mathbf{U}_B \setminus \mathbf{W}_\beta\right|\right)$;

$d_{\beta,C} = \max\left(\left|\mathbf{W}_\beta \setminus \mathbf{U}_C\right|, \left|\mathbf{U}_C \setminus \mathbf{W}_\beta\right|\right)$;

$d_{\gamma,A} = \max\left(\left|\mathbf{W}_\gamma \setminus \mathbf{U}_A\right|, \left|\mathbf{U}_A \setminus \mathbf{W}_\gamma\right|\right)$; $d_{\gamma,B} = \max\left(\left|\mathbf{W}_\gamma \setminus \mathbf{U}_B\right|, \left|\mathbf{U}_B \setminus \mathbf{W}_\gamma\right|\right)$;

$d_{\gamma,C} = \max\left(\left|\mathbf{W}_\gamma \setminus \mathbf{U}_C\right|, \left|\mathbf{U}_C \setminus \mathbf{W}_\gamma\right|\right)$;

4. Осуществим отображение кортежа результата кластеризации $\mathbf{W} =< \mathbf{W}_\alpha, \mathbf{W}_\beta, \mathbf{W}_\gamma >$ в искомый классификационный кортеж $\mathbf{Q}^{[5]} =< \mathbf{Q}_A^{[5]}, \mathbf{Q}_B^{[5]}, \mathbf{Q}_C^{[5]} >$ пространственной АВС-классификации по правилам:

Если $[d_{\alpha,A} = \min(d_{\alpha,A}, d_{\alpha,B}, d_{\alpha,C}, d_{\beta,A}, d_{\gamma,A})]$, то $\mathbf{Q}_A^{[5]} := \mathbf{W}_\alpha$; $d_{\alpha,B} := \infty$; $d_{\alpha,C} := \infty$

Если $[d_{\beta,A} = \min(d_{\beta,A}, d_{\beta,B}, d_{\beta,C}, d_{\alpha,A}, d_{\gamma,A})]$, то $\mathbf{Q}_A^{[5]} := \mathbf{W}_\beta$; $d_{\beta,B} := \infty$; $d_{\beta,C} := \infty$

Если $[d_{\gamma,A} = \min(d_{\gamma,A}, d_{\gamma,B}, d_{\gamma,C}, d_{\alpha,A}, d_{\beta,A})]$, то $\mathbf{Q}_A^{[5]} := \mathbf{W}_\gamma$; $d_{\gamma,B} := \infty$; $d_{\gamma,C} := \infty$

Если $[d_{\alpha,B} = \min(d_{\alpha,A}, d_{\alpha,B}, d_{\alpha,C}, d_{\beta,B}, d_{\gamma,B})]$, то $\mathbf{Q}_B^{[5]} := \mathbf{W}_\alpha$; $d_{\alpha,C} := \infty$

Если $[d_{\beta,B} = \min(d_{\beta,A}, d_{\beta,B}, d_{\beta,C}, d_{\alpha,B}, d_{\gamma,B})]$, то $\mathbf{Q}_B^{[5]} := \mathbf{W}_\beta$; $d_{\beta,C} := \infty$

Если $[d_{\gamma,B} = \min(d_{\gamma,A}, d_{\gamma,B}, d_{\gamma,C}, d_{\alpha,B}, d_{\beta,B})]$, то $\mathbf{Q}_B^{[5]} := \mathbf{W}_\gamma$; $d_{\gamma,C} := \infty$

Если $[d_{\alpha,C} = \min(d_{\alpha,A}, d_{\alpha,B}, d_{\alpha,C}, d_{\beta,C}, d_{\gamma,C})]$, то $\mathbf{Q}_C^{[5]} := \mathbf{W}_\alpha$

Если $[d_{\beta,C} = \min(d_{\beta,A}, d_{\beta,B}, d_{\beta,C}, d_{\alpha,C}, d_{\gamma,C})]$, то $\mathbf{Q}_C^{[5]} := \mathbf{W}_\beta$

Если $[d_{\gamma,C} = \min(d_{\gamma,A}, d_{\gamma,B}, d_{\gamma,C}, d_{\alpha,C}, d_{\beta,C})]$, то $\mathbf{Q}_C^{[5]} := \mathbf{W}_\gamma$

Алгоритм № 6 для случая проблемной асимметричности скалярных критериев на основе процедуры пространственной кластеризации структурно совпадает с алгоритмом № 5, и отличается от него только использованием рангово-объединённого классификационного кортежа $\mathbf{G} =< \mathbf{G}_A, \mathbf{G}_B, \mathbf{G}_C >$ критерия № 4 вместо классификационного кортежа $\mathbf{U} =< \mathbf{U}_A, \mathbf{U}_B, \mathbf{U}_C >$ критерия № 2.

Результаты классификации учетных данных приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты классификации

Наименование материала / операции	**стоимость**	**входимость**	**срок доставки**	**стоимость доставки**	симметр		асимметр	
					Alg1 K1	**Alg2 Q2**	**Alg3 K3**	**Alg4 Q4**
Лист полипропиленовый/Polystone P grey серый/2000x1000x15мм	1	1	1	1	1	1	1	1
Круг ВТ1-0 ф 30 мм (3 м; подбор)	1	1	1	1	1	1	1	1
Круг ВТ1-0 ф 40 мм (1,5 м; подбор)	1	1	1	1	1	1	1	1
Лист полипропиленовый/Polystone P grey серый/2000x1000x10мм	1	1	1	1	1	1	1	1
Преобразователь частоты SV015iG5-4U-RUS	1	3	1	1	2	1	1	1
Лист полипропиленовый/Polystone P grey серый/2000x1000x20мм	1	1	1	1	1	1	1	1
ТЭН-77 А13/1 50 Ti 220, R-18,5. Шт.G 1/2 " (Ti) , с гайкой Шп.М5	1	3	1	1	2	1	1	1
Преобразователь частоты SV004iG5-4U-RUS	1	2	1	1	2	1	1	1
Кольца ГОСТ 9833-73 011-014-1,9	3	3	2	3	3	2	3	2
Манжеты ГОСТ 6678-72 1-045-3	3	3	3	3	3	3	3	3
Кольца ГОСТ 9833-73 013-016-1,9	3	1	3	3	3	1	3	1
Ремень Z(O) 1000	3	3	3	3	3	3	3	3
Кольца ГОСТ 9833-73 023-028-3,0	3	1	3	3	3	1	3	1

Разработанные критерии качества классификации дают возможность выбрать один или несколько канонических или пространственных алгоритмов, опираясь на стратегию управления ресурсами и запасами предприятия.

Предложено ***три стратегии управления логистической системой***: пессимистичная, индифферентная (нейтральная), оптимистичная. При применении пессимистичной стратегии группа особого внимания А расширяется, для того чтобы застраховать риск потери акцента на важных номенклатурных элементах. Для выбора алгоритма в рамках пессимистичной стратегии используются критерии №2, №4 и соответствующие алгоритмы №2, №4. Оптимистичная стратегия нацелена на сужение зоны особого внимания (группы А)

для детальной проработки небольшого количества ключевых номенклатурных элементов. Для выбора алгоритма в рамках оптимистичной стратегии используются критерии №1, №3, соответственно алгоритмы №1, №3 (алгоритм итеративного частного ранжирования с последующей интеграцией результатов).

Индифферентная стратегия полагается на принципы пространственной кластеризации, которая отражает взаимосвязи элементов в пространстве, основанные на математических характеристиках сходства и различия между многомерными объектами. В рамках индифферентной стратегии представлены алгоритмы №5, №6, а также алгоритмы k-средних, золотого сечения, рассмотренные подробно в главе 3.

Изложенные стратегии могут быть использованы в качестве концепции сокращения информационного пространства управления ресурсами для повышения эффективности управления товарно-материальными ресурсами за счет целесообразного и обоснованного распределения усилий по различным направлениям контроля ситуации и выработки управляющих мероприятий.

Третья глава посвящена разработке методов многомерной классификации. В рамках диссертационной работы выдвинуто предположение, что возможно распределить в относительно однородные группы ресурсы предприятия с учетом набора их количественных и качественных характеристик с целью дифференциации стратегий управления, применяемых в отношении каждой из полученных групп. Выдвинуты гипотезы 1) классификации номенклатурного ряда товарно-материальных запасов на 3 класса A, B и C, на основании метрики пространственной близости; 2) нахождения оптимального разбиения ресурсов предприятия на неизвестное количество классов, т.е. кластеризации.

Каждый объект (номенклатурный элемент) рассматривается как точка в гиперпространстве размерностью n. Изложенная схема формального представления объектов позволяет определить расстояние между объектами и может быть названа метрикой в пространстве формальных объектов: в данном случае Евклидово расстояние.

Для решения задачи сокращения информационного пространства управления складской номенклатурой предложены следующие алгоритмы анализа структур в данных:

- Алгоритмы классификации на известное число классов:

1) алгоритм k-средних,

2) алгоритм, основанный на КСД с использованием принципа дихотомии для выявления требуемого расстояния группообразования

- Алгоритмы кластеризации на неизвестное число классов:

1) основанный на кратчайшем связывающем дереве (КСД) и правиле Золотого сечения

2) основанный на теории функционалов качества разбиения

Предложен алгоритм многомерной кластеризации, основанный на постро-

ении кратчайшего связывающего дерева и применении правила золотого сечения в качестве критерия разбиения исходных объектов на группы в соответствии с заданной метрикой (рисунок 2). Кратчайшее связывающее дерево является платформой кластеризации, отражающей метрическую близость между всеми объектами, позволяет использовать различные метрики в пространстве, критерии группообразования. Предложенный метод кластеризации с помощью алгоритма дихотомии трансформирован для решения задач классификации совокупности многомерных объектов на заданное число классов.

Предложены критерии оценки качества кластеризации на основе двух функционалов качества разбиения, отражающих взаимосвязь внутрикластерного и межклассового расстояний. Представлены две схемы вычисления внутрикластерного расстояния: мера концентрации $Z_\tau(S)$ – степенное среднее вида $Z_\tau(S) = M_\tau\left(\frac{\nu(X_1)}{n}, \frac{\nu(X_2)}{n}, ..., \frac{\nu(X_n)}{n}\right) = \left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\nu(X_i)}{n}\right)^\tau\right]^{\frac{1}{\tau}}$, где $\nu(X_i)$ – число элементов в кластере, содержащем точку X_i, а выбор числового параметра τ находится в распоряжении исследователя и зависит от конкретных целей разбиения; средняя мера внутриклассового рассеяния $I_\tau^{(k)}(S) = M_\tau\left[Q_\tau^{(k)}(X_1), ..., Q_\tau^{(k)}(X_n)\right] = \left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{\nu(X_i)}\sum_{X_l \in S(X_i)} d^\tau(X_i, X_l)\right]^{\frac{1}{\tau}}$, где под $Q_\tau^{(k)}(X_i)$ понимается обобщенная средняя мера рассеяния, характеризующая класс S_i. В качестве характеристики межклассового расстояния предложено взять значение группообразующего расстояния λ, соответствующее разбиению S.

Для оценки качества классификации предложено использовать один из двух критериев: экстремумы функций $F_\tau(S) = \frac{Z_\tau(S)}{\lambda}$ и $G_\tau(S) = \frac{I_\tau(S)}{\lambda}$, имеющие минимальное значение в оптимальной точке. Абсцисса данной точки показывает искомое количество классов разбиения.

Анализ результатов, полученных методом кластеризации с использованием правила золотого сечения, показал неэффективность его применения, для группирования учетных данных практической задачи, имеющих характер «вспышка», «взрыв». Было решено отказаться от использования константного критерия пространственной близости описаний

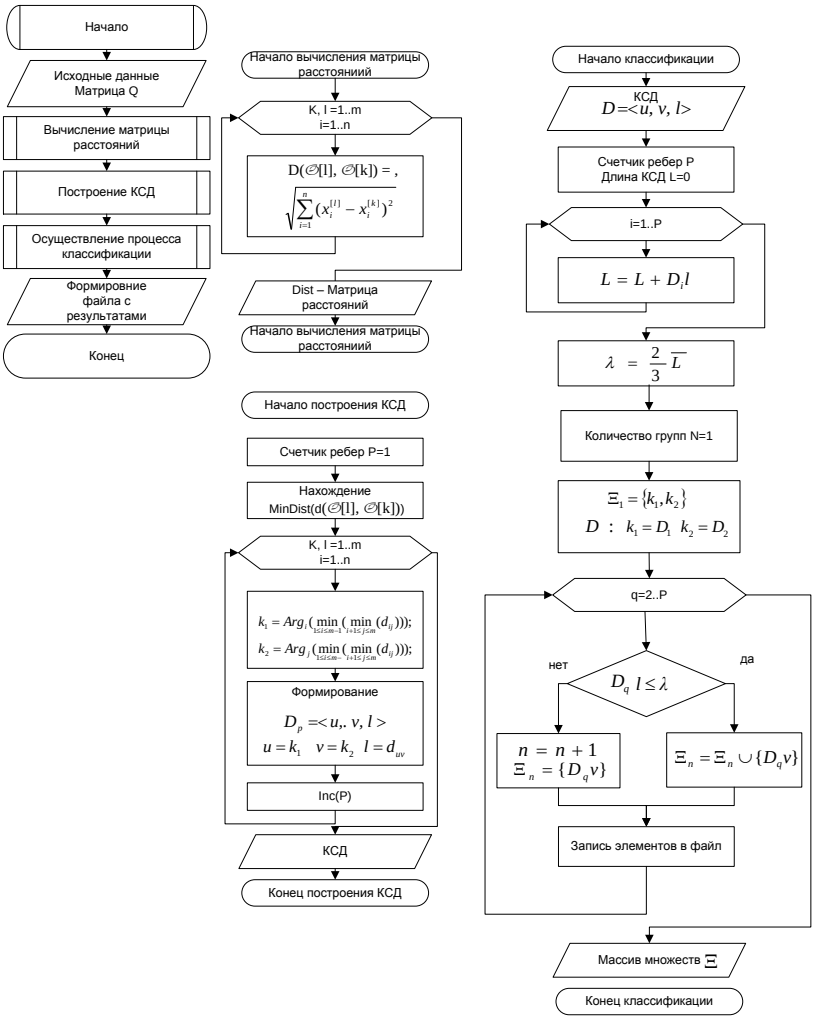

Рисунок 2 – Алгоритм классификации

Предложен метод динамического определения расстояния группообразования:

1) в первый кластер входят два объекта k_1 и k_2, находящиеся на минимальном расстоянии друг от друга dk_1k_2; начальное значение номера формируемой группы $p=1$; начальное значение множества Ξ_1 номеров 1-й группы объектов $\Xi_1 = \{k_1, k_2\}$;

2) производится поиск k_q, ближайшего ко всем уже включенным элементам; найденный k_q оказывается ближайшим элементом к k_r, который принадлежит множеству уже включенных объектов, и отстоит от него на расстояние dk_rk_q;

3) если $dk_rk_q < \varphi \cdot dk_rk_{r-1}$, то объект k_q включается в p-ю группу и модифицируется значение множества номеров объектов этой группы $\Xi_p = \Xi_p \cup \{k_q\}$ в противном случае формирование p-й группы завершается, и формируется начальное значение множества Ξ_p номеров очередной группы объектов. Число Фидия $\phi \approx 1,6180339887498948...$;

4) пункты 2-3 повторяются до исчерпания всех многомерных объектов.

Все теоретические предпосылки и предлагаемые алгоритмы сопровождаются результатами вычислений, основанных на учетных данных(таблица 2).

Таблица 2

Метод структурной идентификации	Номера номенклатурных элементов		
	Группа А	Группа В	Группа С
Метод k-средних (деление на 3 класса)	1-5	6-15	16-89
Метод k-средних+метод функционалов качества разбиения	1-15	16-34	35-89
КСД+дихотомия	1-6	7-12	13-89
КСД с применением динамического расстояния группообразования	1-15	16-30	31-89

Исследования показали, что для заданного набора учетных данных оптимальным с точки зрения методов многомерной классификации по критериям функционалов качества разбиения является число классов равное семи.

В ***четвертой главе*** излагается концепция построения интеллектуальной автоматизированной системы поддержки принятия решений (ИАСППР) при управлении товарно-материальными ресурсами широкой номенклатуры. Формулируются требования, предъявляемые к разрабатываемой системе. Предлагается архитектура ИАСППР с подробным описанием модулей системы и их функциональным назначением. Приведена общая структура и принципы функционирования «Cluster Analysis 1.1», реализующей отдельные принципы, идеи и положения концепции построения ИАСППР (рисунок 3).

Рассмотрены принципы систематической работы с программой «Cluster Analysis 1.1», приведены технические и программные требования, предъявляемые к ней, предложен интерфейс пользователя. Система апробирована и успешна внедрена в производственно-хозяйственный процесс ряда предприятий.

В ***заключении*** приводится обобщение основных результатов диссертационной работы.

В ***приложениях*** содержатся результаты частных, пространственных, многомерных классификаций, приводятся схемы алгоритмов, а также представлены копии актов о внедрении результатов диссертационной работы.

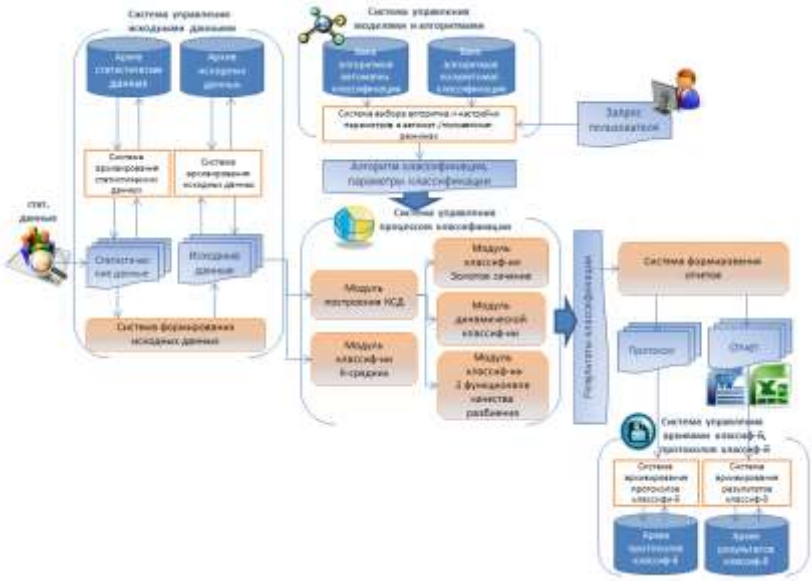

Рисунок 3 – Структура Cluster Analysis v1.1

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Рассмотрены аспекты интегрированной стратегии управления ресурсами производственного предприятия, выявлены недостатки классических методов АВС классификации несостоятельность метода для решения многокритериальных задач.

2. Разработана концепция построения многомерных классификаций, позволяющих учесть специфику всей совокупности частных критериев:

2.1. Предложены альтернативные формы представления результатов АВС-классификации – в виде классификационных кортежей и векторов.

2.2. Предложено четыре алгоритма многомерной АВС-классификации, называемые каноническими, в том числе алгоритм итеративного частного ранжирования, позволяющие реализовать альтернативный подход к выделению групп в условиях мнгокритериальности.

2.3. Предложены четыре альтернативных показателя качества пространственной АВС-классификации, отражающих сходство клас-

сификационных векторов и кортежей пространственной группировки и совокупности частных скалярных АВС-классификаций, для случаев одинаковой и различной проблемной значимости скалярных критериев.

2.4. Разработан алгоритм многомерной кластеризации с известным, неизвестным количеством групп, фиксированным и динамическим группообразующим расстоянием, позволяющий выявлять структуры в данных, основанный на построении кратчайшего связывающего дерева и использующий правило Золотого сечения в качестве критерия группообразования.

3. Предложены три стратегии управления логистической системой: пессимистичная, индифферентная, оптимистичная, нацеленные на выбор алгоритма классификации в рамках политики управления ресурсами и запасами производственного предприятия.

4. Предложена концепция построения интеллектуальной автоматизированной системы поддержки принятия решений (ИАСППР) и сформулированы предъявляемые к ней требования, а также архитектура системы классификации «Cluster Analysis», которая реализует отдельные принципы, идеи и положения концепции построения ИАСППР. Представлена программная реализация системы классификации «Cluster Analysis»

5. Внедрение программного продукта на предприятиях позволило разработать и внедрить индивидуальную автоматизированную стратегию управления запасами и ресурсами широкой номенклатуры, наделенную удобным математическим аппаратом построения аналитических отчетов; повысить эффективность управления товарно-материальными ресурсами широкой номенклатуры для обеспечения процесса производства just-in-time; обеспечить поддержку принятия оперативных решений в рамках логистической системы, а также снизить риск ошибочных решений за счет обширных возможностей сбора, обработки и анализа данных

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Белов В.В., Коричнева Ю.Л. Многомерная АВС-классификация. Критерии качества и канонические алгоритмы. // БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА №1(19) Междисциплинарный научно-практический журнал НИУ ВШЭ. – М:НИУ ВШЭ «Роспечать», 2012, с. 8-16.

2. Коричнева Ю.Л. Использование методов кластерного анализа для повышения качества краткосрочного прогнозирования. // Вестник РГРТА. – Рязань, 2006, вып. 19, с.120-126.

3. Белов В.В. Коричнева Ю.Л. Классификация многомерных объектов. Перспективные проекты и технологии. // Инженерный инновационный журнал.

«Инновационно-Технологический Центр имени академика В.Ф. Уткина». – Рязань, 2006, с.48-52.

4. Коричнева Ю.Л. Применение методов ранжирования критериев и интеграции результатов частных классификаций для анализа результатов производственно-экономической деятельности предприятия // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: межвуз. сб. науч. тр. – Рязань: РГРТУ, 2011, с.175-178.

5. Коричнева Ю.Л. Использование методов кластерного анализа для повышения качества управления ресурсами и запасами производственного предприятия. // «Стратегия управления: государство, бизнес, образование»: международная научно-практическая конференция: тезисы докладов. – Рязань, Полиграфия, 2010, с.112-117.

6. Белов В.В., Коричнева Ю.Л. Методы оценки структурирующего параметра системы краткосрочного прогнозирования. // Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке: межвуз. сб. науч. трудов. Рязань: РГРТА, 2006, с. 29-33.

7. Коричнева Ю.Л. Альтернативные способы оценивания структурирующего параметра прогнозирующего описания методом группирования последовательных прогнозов Программное и информационное обеспечение систем различного назначения на базе персональных ЭВМ. // Межвуз. сб. науч. трудов. – Москва. МГУПИ, 2006, с.27-31.

8. Белов В.В., Коричнева Ю.Л. Оценка наилучшего значения свободного параметра модели методом группирования последовательных прогнозов // МНТК «Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций»: материалы конференции. – Рязань, РГРТА, 2005, с.13-14.

9. Коричнева Ю.Л. Классификация многомерных объектов, использующая золотое сечение в качестве критерия метрической близости // НИТ-2004 «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании»: тезисы докладов. – Рязань, РГРТА, 2004., 12-14

10. Коричнева Ю.Л. Решение задачи классификации информационных ресурсов на основе семантической метрики. // Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании. Материалы конференции. – Рязань, РГРТА, 2007, с.67-69.

11. Коричнева Ю.Л. Процедура решения задачи кластерного анализа на основе двух критериев качества / НИТ-2005 «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании». тезисы докладов. – Рязань, РГРТА, 2005, с.109-111.

12. Коричнева Ю.Л. Критерии качества классификации многомерных объектов данных // Программное обеспечение вычислительных и информационных систем: тезисы докладов 52-й студенческой научно-технической конференции. – Рязань, РГРТА, 2005, с.31-32

КОРИЧНЕВА ЮЛИЯ ЛЕОНИДОВНА

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СОКРАЩЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НАУКОЁМКИХ ПРОИЗВОДСТВ

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Подписано в печать 14.11.2013г. . Формат бумаги 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,0.

Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ.

ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет».

390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.

Редакционно-издательский центр РГРТУ.