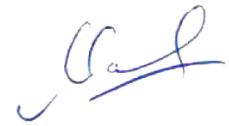


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.  
А.Н. КОСЫГИНА (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)**

**На правах рукописи**



**Максименко Александр Николаевич**

**РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ ПОИСКА ПРОТЕЗНО-  
ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И СРЕДСТВ  
РЕАБИЛИТАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННОМ ФОНДЕ**

Специальность 05.19.05

«Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий»

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

**Научный руководитель**

доктор технических наук,

профессор Костылева В.В.

Москва – 2021

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ПРОТЕЗНО-ОРТОПЕДИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ И СРЕДСТВА РЕАБИЛИТАЦИИ: ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ</b> .....	<b>11</b>
1.1 Обеспечение населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации в Российской Федерации .....	11
1.2 Концепция информационной системы поиска протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации .....	18
<b>ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ</b> .....	<b>30</b>
<b>2. ИССЛЕДОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ПРОТЕЗНО-ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И СРЕДСТВ РЕАБИЛИТАЦИИ</b> .....	<b>32</b>
2.1 Группа изделий «Средства опорные для ходьбы» .....	33
2.2 Группа изделий «Кресла-коляски» .....	39
2.3 Группа изделий «Протезы и ортезы».....	45
2.4 Группы изделий «Ортопедическая обувь» и «Изделия обувные ортопедические».....	68
<b>ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ</b> .....	<b>74</b>
<b>3. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ ПРОТЕЗНО-ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И СРЕДСТВ РЕАБИЛИТАЦИИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕДАЧИ, ХРАНЕНИЯ И ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ</b> .....	<b>76</b>
3.1 Проектирование баз знаний: теоретические положения .....	76
3.2 Разработка модели базы знаний протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации .....	80
3.3 Подходы к преобразованию реляционных баз данных в базы знаний... ..	84
<b>ВЫВОДЫ ПО ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ</b> .....	<b>89</b>

<b>4. РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИИ ПРОТЕЗНО-ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И СРЕДСТВ РЕАБИЛИТАЦИИ .....</b>	<b>90</b>
4.1 Наполнение онтологии и среда разработки .....	90
4.2 Семантический поиск в предметно-ориентированной онтологии.....	98
4.3 Апробация базы знаний в условиях протезно-ортопедических предприятий.....	100
<b>ВЫВОДЫ ПО ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ.....</b>	<b>117</b>
<b>ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ .....</b>	<b>118</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>122</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>	<b>135</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....</b>	<b>138</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В.....</b>	<b>141</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....</b>	<b>143</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Травмы и заболевания опорно-двигательной системы сопровождали человечество на протяжении всей истории его развития. Параллельно с развитием человеческого сознания и общества формировались и совершенствовались методы лечения. От простейших приспособлений, до роботизированных технологий, от ремесленничества и целительства, до массового производства и медицинской науки, такова эволюция помощи людям, терпящим неудобства от повреждений, дефектов и патологий костно-мышечной системы.

В двадцатом веке с его выдающимися достижениями науки и техники была заложена основа массового производства и обеспечения населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации. В настоящее время, по данным Минпромторга России в производстве промышленной продукции реабилитационной направленности задействовано более 200 организаций. Развита каналы распределения продукции отечественного и импортного производства. На фоне широкого разнообразия выпускаемого ортопедического снабжения остается актуальной задача систематизации сведений о них, донесения оперативной и достоверной информации до покупателей, государственных служб и социальных работников.

Как известно, во всех развитых странах удовлетворение всех основных социальных и индивидуальных потребностей осуществляется за счет распространения и использования информационных ресурсов общества, обеспечения доступа к ним посредством современных информационных технологий и развитой информационно-коммуникационной структуры.

Для развития системы снабжения населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации имеется возможность использовать инструменты информационно-коммуникационных технологий.

Разрабатываемая база знаний, основанная на систематизации данных, призвана обеспечить удовлетворение информационной потребности пользователей системы, предоставить удобный инструментарий для выбора и заказа протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации.

Реализация товаров социального назначения с использованием современных информационных технологий и телекоммуникационных систем, позволит обеспечить более полную адаптацию лиц с ограниченными возможностями здоровья к общественной жизни с учетом их особых потребностей и индивидуального выбора. С этой точки зрения диссертация на тему «Разработка базы знаний для поиска протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации в информационном фонде» является актуальной. Она отвечает Стратегии национальной безопасности Российской Федерации [1], Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации [2], а также Указу Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [3] и Распоряжению Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2017 г. № 2599-р «Стратегия развития производства промышленной продукции реабилитационной направленности до 2025года» [4].

**Степень научной разработанности избранной темы.** Существенный вклад в решение проблем развития и совершенствования проектирования и производства обуви в том числе здоровьесберегающей внесли В.А. Фукин, В.М. Ключникова, Т.С. Кочеткова, В.Е. Горбачик, Н.В. Бекк и др., в научных трудах которых разработаны методологические основы создания конструкций социального назначения, в том числе с использованием современных информационных технологий и телекоммуникационных систем.

Диссертационная работа соответствует пунктам 14 «Разработка теоретических основ информационных технологий в кожевенно-обувной промышленности, направленных на разработку САПР и АСУ ТП», 23

«Разработка методов оптимизации обувного и кожгалантерейного производства на основе научного прогнозирования, применения математических методов и вычислительной техники и т.д.» паспорта научной специальности 05.19.05 – Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий.

**Объект исследования** – базы данных и системы поиска и подбора изделий

**Предмет исследования** – конструкции и ассортимент протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации.

**Целью работы является** совершенствование организации структуры ассортимента протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации на основе разработки системы оперативного поиска с использованием современных информационно-телекоммуникационных технологий.

**Для достижения поставленной цели в работе:**

- предложена концепция информационной системы поиска протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации;
- проведен анализ каталогов фирм-производителей средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий;
- исследованы и выделены характеристики, определяющие ассортимент средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий;
- предложены классификации для следующих групп изделий: средства опорные для ходьбы, кресла-коляски, ортезы, ортопедическая обувь, изделия обувные ортопедические;
- разработана модель представления знаний о технических средствах реабилитации;
- предложен метод разработки онтологической основы применительно к изучаемой предметной области;
- предложен подход к преобразованию реляционных баз данных в семантическую модель базы знаний.

Исследования проводились на кафедре художественного моделирования, конструирования и технологии изделий из кожи, в рамках научно-исследовательских работ МГУДТ на 2014-2018 гг., проблема 2 «Проблемно-ориентированные исследования в области перспективных технологий и дизайна», Тема 2.7 «Исследования в области перспективных технологий и дизайна изделий из кожи», в рамках научно-исследовательских работ РГУ им. Косыгина на 2019-23 гг., проблема 1 «Матричный подход к формированию цифровой индустрии 4.0 на промышленных предприятиях текстильной и легкой промышленности», Тема 1.2 «Развитие инновационного потенциала предприятий по производству изделий из кожи на основе современных цифровых технологий проектирования и быстрого прототипирования и в рамках стажировки в University of Applied Sciences (Пирмазене, Германия) по программе DAAD.

**Методы исследования.** В основу исследования положен системный подход к решению задачи обеспечения инвалидов и лиц с ограниченной мобильностью протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации с учетом возможностей современных информационно-телекоммуникационных технологий. В ходе выполнения работы использованы теоретические и прикладные методы классификации продукции, конструирования изделий из кожи, программирования и разработки автоматизированных систем.

**Научная новизна** заключается в разработке:

- концепций
  - информационной системы поиска, подбора и заказа здоровьесберегающей продукции;
  - онтологического подхода к описанию средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий;
- классификаций протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации следующих групп: средства опорные для ходьбы, кресла-коляски, ортезы,

ортопедическая обувь, изделия обувные ортопедические;

- архитектуры взаимодействия онтологии предметной области с функциональными модулями информационной системы и метода реализации онтологической основы для здоровьесберегающей продукции;
- подхода к преобразованию реляционных баз данных в семантическую модель базы знаний.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- концепции
  - информационной системы поиска, подбора и заказа здоровьесберегающей продукции;
  - онтологического подхода к описанию средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий;
- онтология ассортимента средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий;
- классификации протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации следующих групп: средства опорные для ходьбы, кресла-коляски, ортезы, ортопедическая обувь, изделия обувные ортопедические;
- архитектура взаимодействия онтологии предметной области с функциональными модулями информационной системы и метод реализации онтологической основы для здоровьесберегающей продукции.

**Личный вклад автора.** Автором сформулированы цель и основные задачи исследования, проанализированы тенденции снабжения населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации, предложены инструменты поиска и подбора технических средств реабилитации на основе информационных технологий.

**Проведен анализ:**

- ассортимента изделий здоровьесберегающего назначения отечественных и зарубежных фирм-производителей;



- методов систематизации данных и знаний с применением информационных технологий.

**Предложены:**

- **классификации** протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации следующих групп: средства опорные для ходьбы, кресла-коляски, ортезы, ортопедическая обувь, изделия обувные ортопедические;
- **методы** разработки онтологической основы для здоровьесберегающей продукции;
- **архитектура** взаимодействия онтологии предметной области с функциональными модулями информационной системы;

**Разработана:**

- модель базы знаний ассортимента средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий.

**Практическую значимость работы составляют:**

- взаимосвязи между понятиями предметной области для систематизации данных в базе знаний;
- база данных средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий;
- модель базы знаний ассортимента средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий.

**Достоверность** проведенных исследований базируется на согласованности аналитических результатов, использовании информационных технологий, современных методов и средств проведения исследований. Апробация основных положений диссертации проводилась в научной периодической печати, конференциях, а также на ООО «Прометр +» и ООО «ЦПОСН «Ортомода».

**Апробация и реализация результатов работы.**

Основные научные результаты проведенных исследований докладывались и получили положительную оценку на заседаниях кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии изделий из кожи Российского

государственного университета имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), международной научно-практической конференции «21 век: фундаментальная наука и технологии 25-26 января» (North Charleston USA 2016), международной научно-практической конференции «21 век: фундаментальная наука и технологии 18-19 апреля 2016» (North Charleston USA 2016), 68-ой научной конференции студентов и аспирантов МГУДТ «Молодые ученые инновационному развитию общества (МИР-2016)» (Москва 2016), международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2016)» (Москва 2016), международном научно-техническом форуме «Первые международные Косыгинские чтения» симпозиума «Современные инженерные проблемы промышленности товаров народного потребления» (Москва, 2017). База данных «Ассортимент протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации» зарегистрирована в форме ноу-хау РГУ им. А.Н. Косыгина: № 15-20-2017К от 16 июня 2017г. Получено Свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности о государственной регистрации базы данных «Онтология протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации» № 2021620232 (Дата публикации: 08.02.2021). Отдельные результаты работы переданы ООО «Прометр +» и ООО «ЦПОСН «Ортомода», о чем свидетельствуют имеющиеся в приложении к диссертации акты.

**Публикации.** Основные положения диссертации опубликованы в 11 печатных работах, 4 из которых – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК.

**Структура и объем работы.** По своей структуре диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов по каждой главе, общих выводов по работе, списка литературы и приложений. Работа изложена на 147 страницах машинописного текста, содержит 62 рисунка и 13 таблиц. Список литературы включает 109 библиографических и электронных источников.

## **1. ПРОТЕЗНО-ОРТОПЕДИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ И СРЕДСТВА РЕАБИЛИТАЦИИ: ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

По данным Федеральной службы государственной статистики общая численность инвалидов в России в 2020 году составила 11,875 миллионов человек, что составляет чуть более 8% от общей численности населения [5]. Отмечаются позитивные тенденции в решении задач укрепления здоровья населения.

### **1.1 Обеспечение населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации в Российской Федерации**

В России исторически сложившаяся государственная система обеспечения населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации разрабатывает и поддерживает специальные социальные программы, оказывающие заметное влияние на развитие производства протезных и ортопедических изделий. В большинстве своем ортопедические предприятия настроены на работу по указанным программам и участвуют в конкурсах, финансируемых государством. В Российской системе обеспечением населения ортопедической продукцией и протезными изделиями занимаются как государственные структуры, так и частные компании. Однако в последние десятилетия здравоохранение, система обеспечения населения протезно-ортопедическими изделиями все более полно вовлекается в экономический оборот общества, чему способствует активное функционирование социальных учреждений и предприятий на рыночных основах.

Сегодня в России и мире отмечается рост сегмента рынка протезно-ортопедической продукции, чьей целевой аудиторией являются активные и вполне здоровые члены общества – спортсмены, приверженцы здорового образа

жизни, граждане, покупающие ортопедические изделия в целях профилактики [6]. Для подбора и приобретения изделий эта целевая аудитория (*сокр.* ЦА) предпочитает магазины, специализированные салоны, интернет-магазины.

Исходя из этого, для ортопедического рынка характерны следующие особенности:

- несколько ЦА. Во-первых, это инвалиды и граждане с временными либо сравнительно постоянными проблемами с опорно-двигательной системой. Во-вторых, те, кто заботится о собственном здоровье, уделяя внимание профилактике ухудшения своего физического состояния;
- несколько рынков сбыта. Ортопедическая продукция может быть представлена на рынке одежды и обуви, медицинских товаров и услуг, спорттоваров;
- давно действующий механизм обеспечения граждан продукцией протезно-ортопедического назначения;
- системы государственных закупок, тендеров, конкурсов, выдачей инвалидам сертификатов для выполнения социальных обязательств перед гражданами;
- ортопедических салонов - особой формы торговли в розничном сегменте рынка;
- каналов сбыта продукции через сеть Интернет большинства производителей, предприятий розничной и оптовой торговли.

*Рынок протезно-ортопедических товаров и услуг* представляет собой систему социально-экономических отношений субъектов, направленную на развитие конкурентной, социально-доступной среды продажи ортопедических товаров и оказания комплексных услуг, включающих медицинские, консультационные и социальные услуги [6].

Доля государственных закупок на рынке медицинских изделий в России — преобладающая. В настоящее время Фонд социального страхования Российской

Федерации обеспечивает различные группы населения средствами реабилитации, в том числе протезно-ортопедическими изделиями:

- инвалидов – техническими средствами реабилитации и услугами, включенными в федеральный перечень реабилитационных мероприятий;
- ветеранов – протезами, протезно-ортопедическими изделиями;
- застрахованных лиц, пострадавших в результате несчастных случаев на производстве или профессиональных заболеваний – необходимыми техническими средствами реабилитации, в том числе протезно-ортопедическими изделиями, независимо от федерального перечня по решению учреждений медико-социальной экспертизы, указанному в программах реабилитации пострадавших на производстве в результате несчастных случаев или профессиональных заболеваний.

Производство изделий для инвалидов и людей, нуждающихся в ортопедических изделиях, в Российской Федерации осуществляется целым рядом государственных и частных компаний-производителей. Российских разработчиков, производителей и поставщиков ортопедических товаров можно разделить на следующие крупные категории:

1. Компании, серийно производящие ортопедические изделия, используя зарубежные аналоги. Данная категория на сегодняшний день включает такие частные организации, как петербургская компания «Малтри», московская компания «Рипсел» и ряд других. Они изготавливают продукцию крупными партиями и реализуют через сетевые магазины;
2. Фирмы, изготавливающие товары под заказ. В данную категорию попадают как частные фирмы, допустим, московские компании «Ортомода» и «Аквелла», так и госпредприятия, к примеру, «Московская ФОО». Поскольку продукция делается по меркам конкретного потребителя, такие компании чаще всего работают на обувном ортопедическом рынке;

3. Организации, которые разрабатывают и серийно производят товары для ортопедического рынка. Это компания «Прометр», НПЦ «Огонек» и т.п.;
4. Фирмы, разрабатывающие и изготавливающие продукцию в небольшом ассортименте и мелкими сериями. Отличительная характеристика подобных организаций – полный цикл создания новинок и их производства. Они обладают своей клинической базой, техниками и докторами-протезистами, а также имеют возможность делать расчеты, производить изделия и осуществлять их подгонку. Здесь можно отметить госпредприятия при научно-исследовательских институтах, например, ЦИТО, а также независимые госпредприятия, например, НЦ «Здоровье»;
5. Предприятия, выпускающие российские разработки. По такой схеме работают почти все отечественные организации протезно-ортопедического рынка. Некоторые из этих производителей выпускают продукцию, которую разработали на своей научно-технической базе [7].

Данные по тем организациям, которые есть в открытом доступе, свидетельствуют, что в последние годы протезно-ортопедические предприятия получают прибыль и демонстрируют положительную динамику основных показателей. Средняя численность сотрудников – до 100 человек. По информации, представленной на официальных сайтах протезно-ортопедических предприятий, большинство из них в 2000-е годы предпринимали меры по модернизации производства и расширению ассортимента. При этом они используют комплектующие как отечественных, так и зарубежных производителей. В 2011 году были отменены лицензии на протезно-ортопедическую деятельность, что способствовало увеличению предложений и конкуренции на рынке [8]. Всего, в настоящее время, в стране имеется 68 протезно-ортопедических унитарных предприятий и 77 негосударственных протезно-ортопедических предприятий. Состав номенклатуры изделий от предприятия к предприятию колеблется в диапазоне от 70 до более чем 300

наименований. Из этого можно сделать вывод, что весь выпускаемый предприятиями ассортимент ортопедических и реабилитационных изделий для конечного потребителя достаточно разнообразен и имеет сложную структуру.

В Москве [8] услуги для инвалидов по поставке и ремонту различных видов протезно-ортопедических изделий в настоящее время оказывает более 20 предприятий, причем большинство среди них - не государственные [9–13]. В этот список входят:

- 1) ООО «НПФ «Орто-Космос»;
- 2) ФГУП «МПРЦ «Здоровье»;
- 3) ООО «Сурсил-Орто»;
- 4) ФГБУ «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы»;
- 5) ООО «ПОМП «ОРТЕЗ»;
- 6) ООО «ПасТер»;
- 7) ЗАО НПЦ «ОГОНЕК»;
- 8) ФГУП «Московское протезно-ортопедическое предприятие»;
- 9) ООО «ПРОТЕЗИСТ»;
- 10) ФГУП «Московская фабрика ортопедической обуви»;
- 11) ООО «Центр проектирования обуви специального назначения «Ортомода»;
- 12) ООО «Центр Альтернативных Разработок-М»;
- 13) ООО НПЦ «Орто Дизайн»;
- 14) ООО «Эндолайт Центр»;
- 15) ООО ПК «Ореол»;
- 16) ООО «Реабилитационно-ортопедический центр»;
- 17) ООО «Аквелла»;
- 18) ООО «ОТТО БОКК – ортопедическая техника»;
- 19) ФГУП «ЦИТО»;
- 20) ООО «ПРОМЕТР».

В целом, на рынке медицинских изделий для людей с ограниченными возможностями выделяют четыре основных сегмента средств для:

- облегчения мобильности;
- ухода, медицинская мебель и оборудование;
- улучшения зрения и чтения;
- улучшения слуха.

Наибольшей востребованностью из средств технической реабилитации пользуются, памперсы, протезы, ортезы, ортопедическая обувь и кресла-коляски. Статистика показывает, что медицинские изделия, предназначенные для помощи при передвижении, являются наиболее многочисленной группой средств реабилитации [8]. В Федеральном перечне реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду [14], приведены наиболее крупные группы продукции для сохранения мобильности и помощи в передвижении. В рамках настоящей работы представляется целесообразным дополнить перечень [14] еще и группой изделий обувных ортопедических. Тогда техническими средствами реабилитации для повышения или сохранения мобильности будут:

- средства опорные мобильные для ходьбы, управляемые одной и двумя руками;
- кресла-коляски
- протезы и ортезы;
- ортопедическая обувь [15];
- изделия обувные ортопедические.

Для простоты характеристики изделий приведены в виде таблицы-схемы на рис. 1.1. В диссертации для решения задачи разработки базы знаний информационно-телекоммуникационной системы поиска средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий нами проведен анализ ассортимента фирм-



Технические средства реабилитации для повышения или сохранения мобильности		
ГРУППЫ ИЗДЕЛИЙ	Средства опорные мобильные для ходьбы, управляемые одной и двумя руками	Средства для ходьбы, используемые по отдельности или парами: трости для ходьбы, костыли, ходунки
	Протезы и ортезы	Ортопедические системы на позвоночник, на верхние конечности, на нижние конечности, гибридные; Системы протезов нижних конечностей, верхних конечностей, косметические и нефункциональные.
	Кресла-коляски	Кресла-коляски с ручным приводом (модульного типа, универсальные, комнатные, прогулочные, спортивные, детские, складные и нескладные, кресла-коляски с механизмом подъема и опускания (посадки) пользователя на сиденье кресла-коляски («stand-up»), а также кресла-коляски активного типа), с электроприводом и двигателем внутреннего сгорания, малогабаритные.
	Ортопедическая обувь	Обувь мужская, женская, мальчиковая, девичья, школьная, детская и малодетская. Обувь ортопедическая малосложная, по индивидуальному заказу, на обезличенного потребителя, сложная, на протезы, асимметричная, профилактическая.
	Изделия обувные ортопедические	Изделия обувные ортопедические: туфельки ортопедические вкладные, башмачки ортопедические вкладные, сапожки ортопедические вкладные, носки ортопедические искусственные, приспособления ортопедические вкладные при дефектах переднего отдела стопы, приспособления ортопедические разгружающие и корригирующие, стельки ортопедические, в том числе стельки-супинаторы, полустельки ортопедические, валики ортопедические.

Рисунок 1.1 Таблица-схема групп изделий средств реабилитации для повышения и сохранения мобильности

производителей, действующих на различных принципах функционирования и специализации производства.

В исследовании мы провели анализ фрагментов ассортимента протезно-ортопедических изделий отечественных предприятий: ФГУП «Московский протезно-реабилитационный центр «Здоровье» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, ЗАО НПЦ «Огонек», ООО «Прометр», ООО «Центр проектирования обуви специального назначения «Ортомода» и немецкой фирмы «ОТТО БОКК».

Руководствуясь сведениями о конструктивных особенностях ортопедического снабжения, его функциональном назначении, можно составить информационную базу знаний, отвечающую характеристикам данной группы изделий.

## **1.2 Концепция информационной системы поиска протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации**

Для приобретения ортопедических изделий и средств реабилитации покупатели должны потратить много времени на посещение нескольких торговых точек или просмотр широкого ассортимента в Интернете. При этом доля товаров, представленных на рынке конкретного региона, в том числе в сети Интернет, может оказаться в той части ассортимента, которую покупатель не увидит по причине отсутствия полных просматриваемых каталогов.

Лица, испытывающие проблемы со здоровьем, наиболее чувствительны к наличию/отсутствию в продаже ортопедического снабжения, ассистивных и вспомогательных устройств – от этого зависит эффективность лечения, реабилитации и абилитации.

Нами предлагается концепция обеспечения населения ортопедическими изделиями и средствами реабилитации, которая минимизирует отмеченные

недостатки форм продаж, применяемых в настоящее время. Она обеспечит снижение затрат времени покупателя на выбор товаров и гарантирует полноту просматриваемых покупателем каталогов ассортимента.

Ее идеология предусматривает объединение в единый информационный фонд определенных видов ортопедических изделий и средств реабилитации, предлагаемых для продажи в конкретный момент на рынке конкретного региона.

Ранее в диссертации Казеннова И.О.[16] проводились исследования по разработке системы оперативного поиска конструкций ортопедической обуви и средств реабилитации. Среди прочего, в работе показана значимость применения информационных технологий в задаче обеспечения населения ортопедической обувью, приведены основные этапы разработки моделей электронных магазинов. Изложены рекомендации по разработке информационной системы поиска и заказа ортопедических изделий, а именно: на основе анализа ассортимента товаров ведущих фирм-производителей доступных для онлайн-заказа, предложены группы изделий для реализации через интернет-магазин; описан процесс прохождения заказа в информационной системе, включающий этапы оформления, обработки, сборки и доставки заказа; описаны элементы интуитивно-понятного интерфейса электронной системы.

В диссертации Смирнова Е. Е. [17] разработаны алгоритмы подбора обувных изделий на основании потребительских предпочтений. Предложены характеристики номенклатуры изделий для эффективной сортировки и упорядочивания электронного каталога рядовым пользователем. Показано, что доходность интернет-магазинов в сбытовой деятельности можно увеличить совершенствованием механизмов поиска и структуры электронного каталога.

Для повышения своевременности доступа потребителя к разнообразию изделий в настоящем исследовании предполагается создание информационно-поискового программного комплекса, на основе которого в целях облегчения мобильности возможно структурное объединение всего выпускаемого

ассортимента технических средств реабилитации в единый каталог. Ядром такого единого каталога ортопедических изделий должна быть электронная база знаний [18, 19].

Для реализации концепции информационной системы, предполагающей доступ пользователей к наиболее полному каталогу протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации, актуальной является задача автоматизированной агрегации сведений из различных источников данных: электронных каталогов, нормативно-справочной документации, баз данных поставщиков сырья и материалов, производителей изделий. Однако, слабая совместимость информационных систем и программных приложений с интегрированными реляционными базами данных является препятствием для объединения информации о товарах в единый фонд [20]. Ручной перенос сведений и данных между информационными системами сопровождается высоким уровнем трудозатрат и неизбежно приводит к накоплению ошибок [23].

Автоматический обмен информацией и документами между фирмами часто затруднен, что отрицательно сказывается на показателях эффективности предприятий и стоимости продукции [32]. Такие ограничения связаны с разнородными подходами в организации структуры представления информации внутри производственных и корпоративных систем, задействованных во всей цепи поставок - от источников исходного сырья до конечного потребителя [33, 34]. Ограничения гармонизации информационных систем препятствуют развитию экономического и торгового партнерства между участниками экономических отношений, например, при совместном производстве продукции. Этот барьер является реальным фактором, который сдерживает развитие и инноваций в промышленности.

Для решения задач объединения реляционных баз данных в единый информационный массив предложены различные варианты [24]:

1. Медиаторы — информационные сервисы, применяемые для передачи исходного запроса пользователя к разнотипным базам данных. Медиатор преобразует исходный запрос в соответствующую форму для каждой базы и синтезирует ответ на запрос [25-28];
2. Федеративные базы данных — так называют информационные системы, которые объединяют автономные базы данных. В результате объединения баз, фактическая интеграция данных не осуществляется. Пользователь получает доступ к интерфейсу программы, где может составлять запросы к подключенным базам [21];
3. Хранилища данных — централизованная база данных, которая объединяет данные из нескольких, как правило, гетерогенных источников. Для объединения баз данных необходимо привести исходную структуру представления информации к концептуальной модели хранилища данных [22].

Однако вышеперечисленные подходы не обеспечивают семантическую совместимость информационных систем и требует программирования и перенастройки компонентов систем управления базами данных при изменении структуры данных или состава запросов, что является серьезным препятствием для создания единого информационного массива здоровьесберегающей продукции, в условиях высоко динамичной работы компаний по обновлению ассортимента изделий и инфраструктуры программных продуктов.

Представим проблему семантического барьера между информационными системами на примере контакта двух человек, которые не говорят на одном языке: несмотря на то, что они разговаривают друг с другом и признают, что информация передается, смысловое содержание сообщений собеседника останется не доступным [35]. Более того, даже если участники беседы будут

записывать речь на понятном им языке, без модели лингвистической интерпретации смысл сообщений останется скрыт.

Так, на основе анализа сценария заказа покупателем инвалидной кресла-коляски с сиденьем из кожи взаимодействие участников системы снабжения населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации, на наш взгляд, может быть представлено в виде схемы (рис. 1.2). Для демонстрации семантического коммуникативного барьера примем следующие исходные условия: участники сценария «Продавец» и «Покупатель» являются носителями русского языка, «Производитель» – французского, а «Поставщик» – испанского.

Допустим, покупатель хочет узнать цену на инвалидную кресло-коляску. Для этого он запрашивает у продавца «Инвалидную коляску». Продавец показывает покупателю набор каталогов с различными типами «Кресел-колясок». Покупатель выбирает модель кресла-коляски «Motus», но в каталоге не указано доступна ли эта модель с сиденьем из кожи. Поэтому продавец должен отправить запрос производителю, о том, может ли кресло-коляска «Motus» быть изготовлено с сиденьем из «Кожи».

Поскольку производитель модели является носителем французского языка, запрос необходимо перевести. Продавец отправляет e-mail с просьбой: «Motus en cuir» (перевод на французский «Motus в коже»). После чего продавец просит покупателя оставить свои контактные данные (например, электронный адрес; телефон; и т.д.), чтобы быть на связи.

Теперь предположим, что у производителя на складе в это время «Кожи», нет, поэтому он должен связаться со своим поставщиком сырья. Так как поставщиком «Кожи» является испанская фирма, он, отвечая на запрос, переводит его как «Cuero» («Кожа» – перевод на испанский). Однако, производитель не уверен в ответе, потому что в описании продукта поставщик указал «Piel» (в переводе с испанского – синоним «Cuero», т.е. «Кожа»). Когда поставщик – испанец получил запрос с просьбой о подтверждении, это вызвало

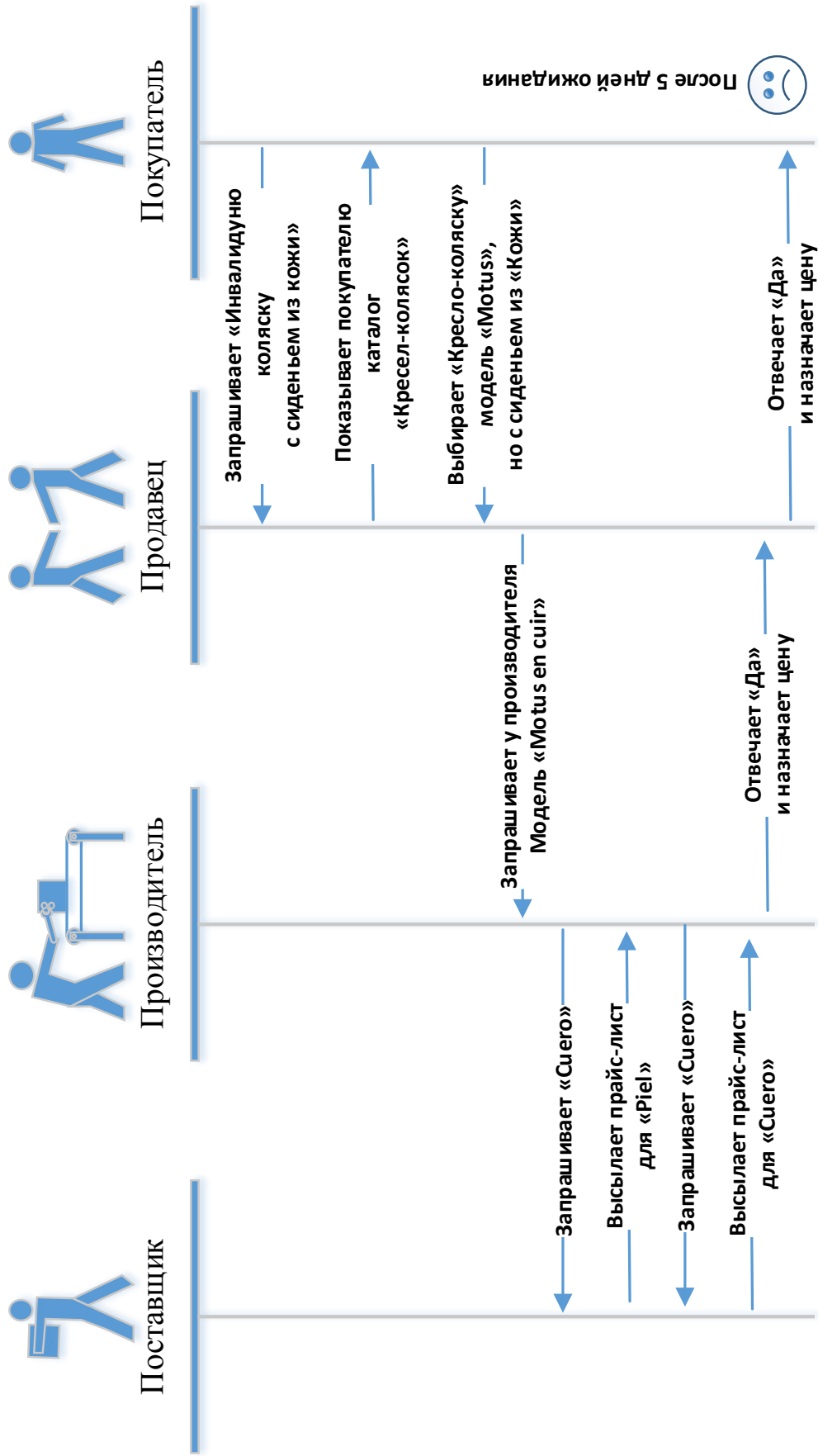


Рисунок 1.2 Сценарий заказа инвалидной кресла-коляски с сиденьем из кожи

у него легкое недоразумение. Во избежание дальнейших неувязок испанцы снова ответили, используя «правильное» слово – «Суего».

Как только производителю подтвердили наличие необходимого сырья, он отправил e-mail продавцу с указанием цены инвалидного кресла-коляски с сиденьем из кожи. Покупатель получил ответ через пять дней.

Решение задачи семантической совместимости информационных систем привлекательно и с точки зрения оптимизации внутренних процессов деятельности фирм. Значительная часть информации, которой обмениваются участники сетевой коммуникации, представляет собой не более чем текст без тегов, который может быть приемлем для чтения человеком, но бесполезен для электронного бизнеса [36]. Такая модель взаимодействия содержит сетевые коммуникационные наборы ( $Cs$ ), в которых отсутствуют как гарантия понимания сообщений между отправителем и получателем, так и системы хранения обновляемой для коммуникации системы знаний.

Все сообщения ( $m$ ), которыми обмениваются два предприятия, требуют соответствующего «запроса на разъяснение» ( $rc$ ) со стороны получателя, ответа от отправителя ( $r$ ) и, в некоторых случаях, набора действий, связанных с вмешательством человека [37]:

$$\forall m \in Cs, \exists rc, r \in Cs: m \Rightarrow rc \wedge r \quad (1)$$

Показатель «эффективности» имеет различные значения в зависимости от предмета изучения. В данном случае он используется для оценки временных затрат на то, чтобы конкретная система осуществила продуктивное взаимодействие со всеми другими корпоративными системами и при этом оставалась совместимой с ними. Степень эффективности во многом зависит от степени участия человека ( $ha$ ) в обмене данными между различными системами.



Например, системы (рис. 1.3), которые требуют телефонных переговоров между пользователями для выяснения того, что было отправлено в конкретном электронном сообщении, свидетельствуют о более низком уровне эффективности взаимодействия по сравнению с системами, которые обеспечивают связь без каких-либо вмешательств со стороны человека. Время, затрачиваемое на коммуникационное взаимодействие таких систем, определяется суммой четырех операндов:

$$\Delta t(Cs) = \sum_{i=0}^n (\Delta t(m_i) + \Delta t(rc_i) + \Delta t(r_i) + \Delta t(ha_i)) \quad (2)$$

Характерной чертой производственно-сбытовой деятельности предприятий реабилитационной индустрии является ориентация на удовлетворение индивидуального запроса потребителя. Однако персонализация часто приводит к увеличению затрат времени на производство и цены изделия [38]. В условиях широкого распространения информационных технологий имеется возможность оптимизировать взаимодействие участников производства и сбыта продукции на основе семантической совместимости систем.

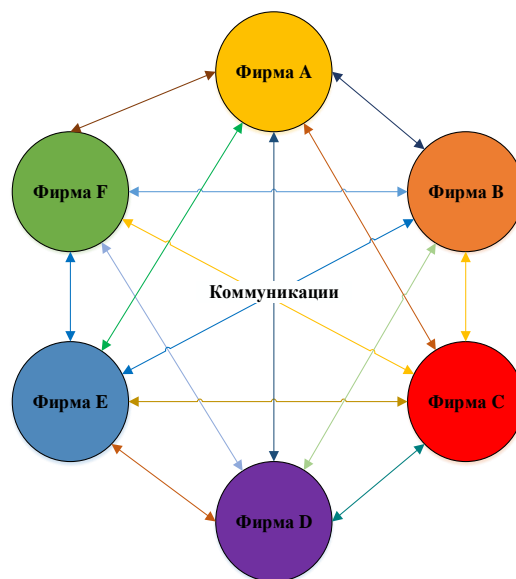


Рисунок 1.3 Модель коммуникационного взаимодействия между фирмами [37]

Для достижения семантической совместимости общепринятым подходом является разработка эталонной модели знаний, в качестве которой может выступать онтология. Это подразумевает следующее: любые две системы должны получать одинаковые выводы из одной и той же информации, т.е. что отправлено, должно совпадать с тем, что понимается [39–41]. При этом определение «семантическая совместимость» в широком смысле означает: способность автоматически и с необходимой точностью интерпретировать информацию, которой обмениваются системы для получения полезных результатов, необходимых конечным пользователям [29, 30]. Такой подход использован, в частности, в концепции семантического Web, предложенной Тимом Бернесом Ли, и разрабатываемой консорциумом W3C (World Wide Web Consortium) [31].

Это решение согласуется с построением известных специализированных эталонных моделей, охватывающих предметные области промышленности и связанных с ними видов деятельности от этапа проектирования до производства и коммерциализации и позволяет задействованным промышленным секторам обмениваться информацией на основе общей системы знаний [42–45]. При таком подходе (рис. 1.4) [30], общее время, затрачиваемое на связь между предприятиями (выражение 3) [37], значительно сокращается. Информационные системы с интегрированной семантикой предметной области не требуют уточнений и обеспечивают автоматизированную передачу коммуникационных наборов данных ( $Cs$ ).

$$\Delta t(Cs) = \sum_{i=0}^n \Delta t(m_i) \quad (3)$$

Предлагаемая концепция информационной системы способна обеспечить беспрепятственную коммуникацию между производственными системами и различными заинтересованными сторонами и отвечает запросам экономики на

цифровизацию. Группы предприятий, каждое из которых, имея свою собственную номенклатуру продуктов, и, связанные с ними данные, должны иметь общую машиночитаемую семантику.



Рисунок 1.4 Модель коммуникационного взаимодействия между фирмами на основе онтологии [37]

Опираясь на эталонную модель знаний через процедуры сопоставления, предприятия, с одной стороны сохраняют свою внутреннюю терминологию и системы классификации, с другой - обеспечат стандартизацию данных о продуктах, создадут условия для реализации единого каталога протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации.

Разрабатываемая онтология должна быть частью программного комплекса. На рисунке 1.5 представлена предлагаемая нами общая архитектура взаимодействия онтологии предметной области с функциональными модулями информационной системы [30].

Система состоит из 5 модулей: предварительной обработки онтологических знаний прикладных областей, онтологии предметной области, разметки документов (тегирования), индексирования понятий в терминах информационно-поискового языка для машинной обработки документов и функции обработки пользовательских запросов.

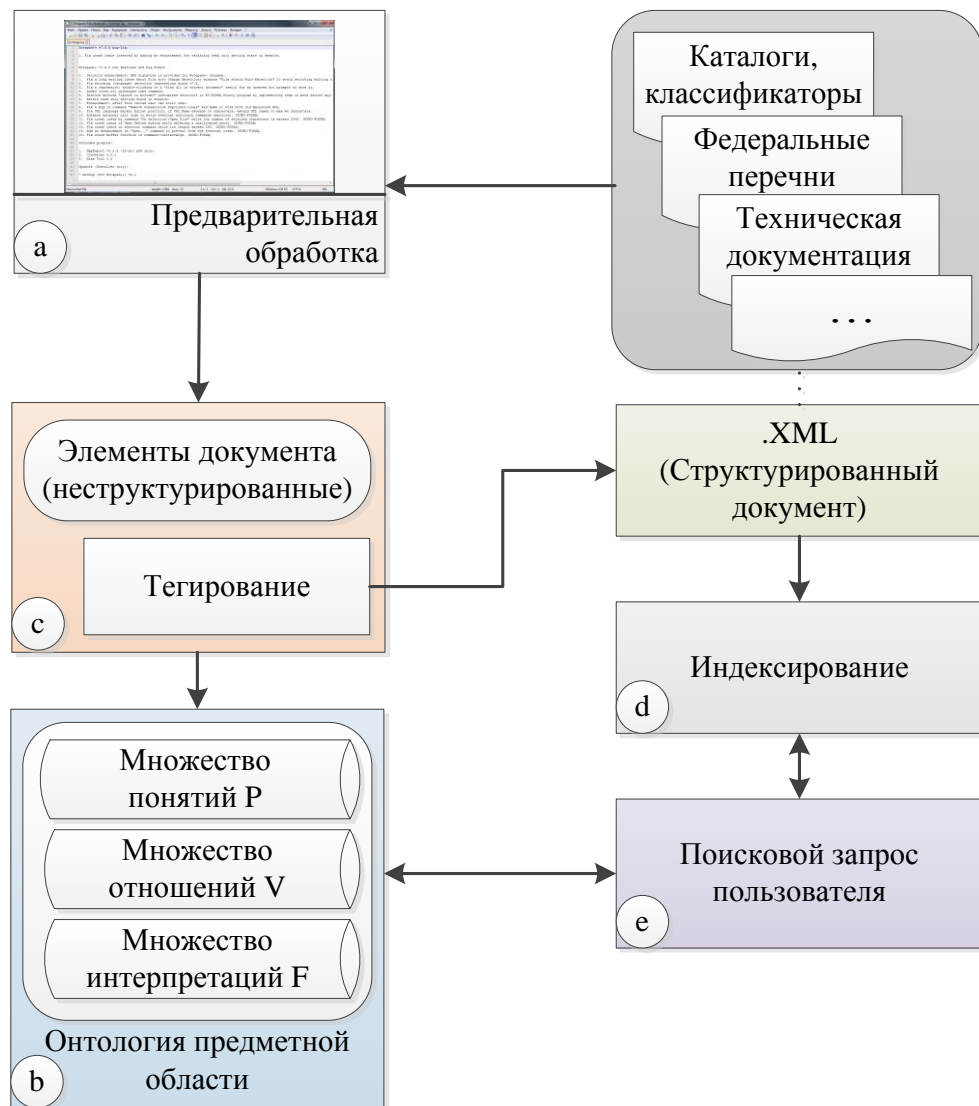


Рисунок 1.5 Общая архитектура взаимодействия онтологии предметной области с функциональными модулями информационной системы:  
 а) предварительная обработка данных; б) онтология предметной области;  
 с) тегирование понятий и отношений; д) индексирование ; е) поисковый модуль [30]

Раскроем содержание модулей.

*Предварительная обработка* заключается в преобразовании знаний в унифицированный формат, такой как текстовый файл .txt, который затем может быть обработан информационной системой. Для извлечения входных данных могут быть использованы общероссийские и федеральные перечни, online-каталоги, чертежи CAD, научно-техническая документация и др.

*Редактор предметно-ориентированной онтологии* - набор инструментов для проектирования моделей предметной области:

- добавление понятия в модель с указанием состава и описанием содержания;
- модификация состава и содержания понятия;
- удаление понятия;
- композиция и декомпозиция понятий;
- формирование абстрактных и частных понятий предметной области.

*Тегирование понятий* – содержимое документов в унифицированном формате размечается согласно заданным в онтологии предметной области понятиям и отношениям, а затем преобразуется в XML-формат. Отметим, что метаданные, включающие имена и содержание оригинальных документов также следует сохранять.

*Индексирование* – процесс создания инвертированного индекса для полнотекстового поиска информации. Индекс используется для ранжирования документов при обработке запросов.

*Обработка запросов* заключается в оценке семантической близости запроса пользователя и элементов базы знаний[46, 47].

Таким образом, на основе представления онтологии предметной области в виде знаковой системы, могут быть предложены методы структуризации знаний о протезно-ортопедических изделиях и средствах реабилитации и их подготовки для компьютерной обработки, архитектура системы поиска информации по семантической близости запроса пользователя и базы семантически размеченных документов.

Система поиска информации рекомендуется в качестве модуля электронного каталога изделий медицинского назначения и призвана повысить эффективность снабжения населения реабилитационными изделиями и услугами. Построение онтологии необходимо проводить на основе

исследований категориально-понятийного аппарата предметной области [48], чему посвящены главы 2 и 3 настоящей работы.

## **ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ**

1. Проведен анализ текущего состояния обеспечения населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации. Выявлено, что рынок протезно-ортопедических изделий и сопутствующих услуг характеризуется наличием:

- нескольких целевых аудиторий. Во-первых, это инвалиды и граждане с временными либо сравнительно постоянными проблемами с опорно-двигательной системой. Во-вторых, те, кто заботится о собственном здоровье, уделяя внимание профилактике ухудшения своего физического состояния;
- несколько рынков сбыта. Ортопедическая продукция может быть представлена на рынке одежды и обуви, медицинских товаров и услуг, спорттоваров;
- давно действующего механизм обеспечения граждан продукцией протезно-ортопедического назначения;
- системы государственных закупок, тендеров, конкурсов, выдачей инвалидам сертификатов для выполнения социальных обязательств перед гражданами;
- ортопедических салонов - особой формы торговли в розничном сегменте рынка;
- каналов сбыта продукции через сеть Интернет у большинства производителей, предприятий розничной и оптовой торговли.

2. Определены основные группы производителей отечественной ортопедической продукции, занимающихся:

- серийным производством ортопедических изделия, используя зарубежные аналоги;
  - изготовлением товаров под заказ;
  - разработкой и серийным производством товаров для протезно-ортопедического рынка;
  - разработкой и изготовлением продукции в небольшом ассортименте и мелкими сериями;
  - выпуском российских здоровьесберегающих разработок.
3. Показана необходимость классификации ортопедических изделий и средств реабилитации при создании информационного обеспечения, включающую семантическую модель данных.
4. Приведен способ оценки эффективности коммуникационных взаимодействий в условиях протезно-ортопедических предприятий, основанный на подсчете времени, затрачиваемого на связь между фирмами. Показано, что сокращение времени на коммуникационную связь по всей производственно-сбытовой цепочке, обеспечивает использование информационных систем с интегрированной онтологией предметной области.
5. Предложена общая архитектура взаимодействия онтологии предметной области с функциональными модулями информационной системы, включающая:
- предварительную обработку данных;
  - онтологию предметной области;
  - тегирование понятий и отношений;
  - индексирование;
  - поисковой модуль.

## 2. ИССЛЕДОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ПРОТЕЗНО-ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И СРЕДСТВ РЕАБИЛИТАЦИИ

Современное ортопедическое снабжение для повышения и сохранения мобильности включает протезы, ортезы, костыли и трости, кресла-коляски, корригирующие приспособления, вкладные изделия для обуви и ортопедическую обувь.

Таблица-схема групп изделий средств реабилитации для повышения и сохранения мобильности (рис. 1.1) может быть приведена к виду концептуальной схемы верхнего уровня структуры ассортимента протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации (рис.2.1) и служить в дальнейших исследованиях в качестве верхнего уровня в иерархии модели предметной области базы знаний [52] .

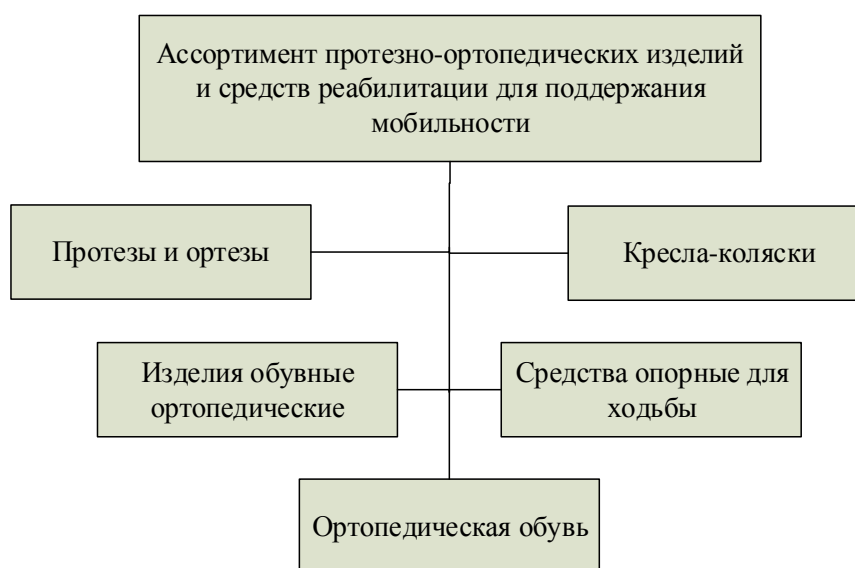


Рисунок 2.1 Концептуальная схема верхнего уровня структуры ассортимента протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации [52]

На кафедре художественного моделирования, конструирования и технологии изделий из кожи Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина проводились исследования [15-19, 49-51, 59] ассортимента



ортопедических изделий отечественных и зарубежных фирм-производителей, среди которых:

- «FIOR & GENTZ»
- ООО «ПРОМЕТР»
- «Реутовский экспериментальный завод средств протезирования» – филиал ФГУП «Московское протезно-ортопедическое предприятие»;
- ФГУП «Московская фабрика ортопедической обуви» и др.

Исследования [15, 16, 49-51] содержат сведения об особенностях патологий стоп, конструкциях ортопедической обуви, информацию об отечественных и зарубежных производителях средств ортопедического снабжения, включают краткую характеристику предприятий и выпускаемого ими ассортимента. На наш взгляд, для обеспечения качества упорядочения информации в базе знаний, следует продолжить вышеупомянутые исследования. Мы обратились к фрагментам ассортимента ООО «ЦПОСН «Ортомода», ЗАО НПЦ «Огонек», ФГУП «МПРЦ «Здоровье» Минтруда и соцзащиты РФ, ООО «Прометр» и немецкой фирмы «ОТТО БОКК», чтобы рассмотреть особенности конструкций каждой группы изделий (см. рис. 2.1).

## **2.1 Группа изделий «Средства опорные для ходьбы»**

В сегменте средств опорных для ходьбы можно выделить основные группы изделий:

- ходунки;
- трости опорные;
- костыли.

*Трость* — приспособление для облегчения передвижения, служащее опорой при ходьбе. Современная протезно-ортопедическая промышленность располагает широким ассортиментом тростей. К основным частям трости относятся стержень, рукоятка и наконечник [53, 90].

В ортопедии опорную трость используют, чтобы помочь человеку частично перенести на нее вес тела. Это позволяет ему удерживать равновесие в покое и во время движения. Трости увеличивают площадь опоры, придают человеку вертикальную устойчивость, снимают часть нагрузки с травмированной ноги, помогают телу двигаться симметрично во время ходьбы. Пользоваться тростью целесообразно, если ее владелец может крепко схватиться за ручку. Для этого его предплечья и плечи должны быть достаточно сильными, а в суставах не должна появляться резкая боль.

Трости бывают одноопорными, с возможностью регулировки высоты, складными, облегченными, с нескользящим приспособлением (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 Трости одноопорные

*Трости с устройством противоскольжения* — это изделия с металлическим штырем на опорном конце. Оборудование устройством противоскольжения позволяет использовать трости в условиях непогоды, в

гололед, что при отсутствии данного устройства недопустимо [53]. Эти изделия практичны и распространены повсеместно. На трость с такой ручкой можно опираться обеими руками одновременно — например, для сохранения равновесия при стоянии на месте. Округлая форма ручки удобна для пожилых людей с заболеваниями суставов (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 Полукруглая ручка трости (слева), устройство противоскольжения (справа)

Многоопорные трости подходят людям со значительными нарушениями функций ходьбы, которым трудно удерживать равновесие без дополнительной опоры. Трости с несколькими ножками удобны для людей с большим весом (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 Трости многоопорные

Складные трости-стулья предназначены для людей, которым трудно ходить без перерывов на отдых. Трость-стул снимает нагрузку с травмированной ноги, позволяет прилагать меньше усилий к удержанию равновесия. Сидение всегда можно откинуть, присесть на него и перевести дух (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 Складные стулья-трости

Опорные трости назначаются в зависимости от состояния здоровья человека. При ее назначении учитывают:

- сценарии пользования изделием (только дома, дома и на улице);
- рост и массу тела человека (трость подбирают под параметры конкретного пациента);
- уровень его активности (если нужен отдых во время ходьбы, подбирают модель со складным сидением);
- возраст;
- силу мышц предплечий и плеч;
- климат в регионе проживания человека (зимой пригодится трость с выдвижным штырем).

*Костыли* нужны для создания опоры в подмышках или под предплечьями [90]. Их назначают инвалидам, чтобы облегчить ходьбу (рис. 2.6). В большинстве случаев используют два костыля одновременно. Стандартный костыль

представляет собой подмышечную часть, которую инвалид помещает под руку, мини-полки для кисти и пары длинных планок, к которым прикреплены остальные детали. На нижнюю часть опоры производители костылей надевают резиновый набалдашник. Иногда костыли дополняют мягкими накладками под подмышку и кисти (рис. 2.6). Стандартные костыли изготавливают из тщательно просушенной древесины или из легкого металла.



Рисунок 2.6 Костыли различных конструкций

Видов костылей — много, их подбирают по конкретным показаниям. Если у инвалида работоспособные и сильные руки, ему выписывают костыли с опорой на предплечье. Людям преклонного возраста такие изделия не подходят, т.к. у них, в основном, слабые руки.

*Ходунки* — ортопедическое изделие прямоугольной формы с четырьмя ножками, предназначенное для людей с умеренными нарушениями координации движений. Ходунки собирают из легких профильных труб с круглым сечением. К ним прикрепляют мягкие ручки, разнесенные на 70-75 см (рис. 2.7). На ножки ходунков надевают резиновые наконечники. Ходунки помогают инвалиду перенести значительную часть веса тела, разгрузить ноги и сохранять равновесие.



Рисунок 2.7 Ходунки различных модификаций

Эти ортопедические изделия подходят инвалидам со средней степенью нарушения координации. Они устойчивее костылей, но требуют большей силы рук. 8 из 10 инвалидов, которым выписали ходунки, во время движения опираются и на руки, и на ноги.

*Ходунки без колесиков.* Человек с заболеванием опорно-двигательного аппарата поднимает такое изделие, переставляет вперед и перешагивает, чтобы придвинуться ближе к нему.

*Ходунки с колесиками* оборудованы колесами вместо передних ножек. На задние надеты наконечники. Некоторые модели оборудованы скользящими приспособлениями, которые облегчают сцепление ходунков с поверхностью, когда на них давит вес человека.

*Ходунки с двумя парами колесиков.* Чаще всего такой вид ходунков оборудован тормозами.

*Складные ходунки.* Бывают с колесами и без колес. Складные модели расшатываются быстрее классических.

*Ходунки-платформа.* Эти изделия оборудуют платформой с одной или с двух сторон. Когда человек находится внутри и держится за платформу, у него сохраняется боковая устойчивость.

У ходунков есть минусы. Например, они не подходят для подъема по лестнице и для ходьбы в тесных помещениях, где трудно разворачиваться.

Рассмотрев многообразие ассортимента средств опорных для ходьбы, перейдем к упорядочению сведений о них, т.е. составим классификацию (рис. 2.8). Для данной группы изделий нами выделено 3 основных признака:

- характер управления устройством – задействована одна или обе руки;
- комплектность – парные или непарные изделия;
- тип – трости, ходунки, костыли.

Таким образом, для каждого типа изделий обозначены характерные отличительные особенности [54].

## **2.2 Группа изделий «Кресла-коляски»**

На сегодняшний день существует многообразие проектных решений для организации передвижения людей с инвалидностью. Эти решения охватывают разработки инвалидных колясок, транспортных средств, а также других специальных приспособлений, таких как экзоскелеты.

*Кресло-коляска* – это вспомогательное транспортное средство, предназначенное для лиц, испытывающих частичную или полную утрату двигательных функций, приводимое в движение мускульной силой пользователя или сопровождающего, электроприводом или смешанным приводом [55, 91].

Кресла-коляски используют при рассеянном склерозе, расщеплении позвоночника, мышечной дистрофии, травмах спинного мозга, детском церебральном параличе, черепно-мозговых травмах, несовершенном остеогенезе, болезни моторных нейронов и многих других отклонений здоровья. На рисунке 2.9. схематично изображено кресло-коляска с ручным управлением, отмечены основные детали.

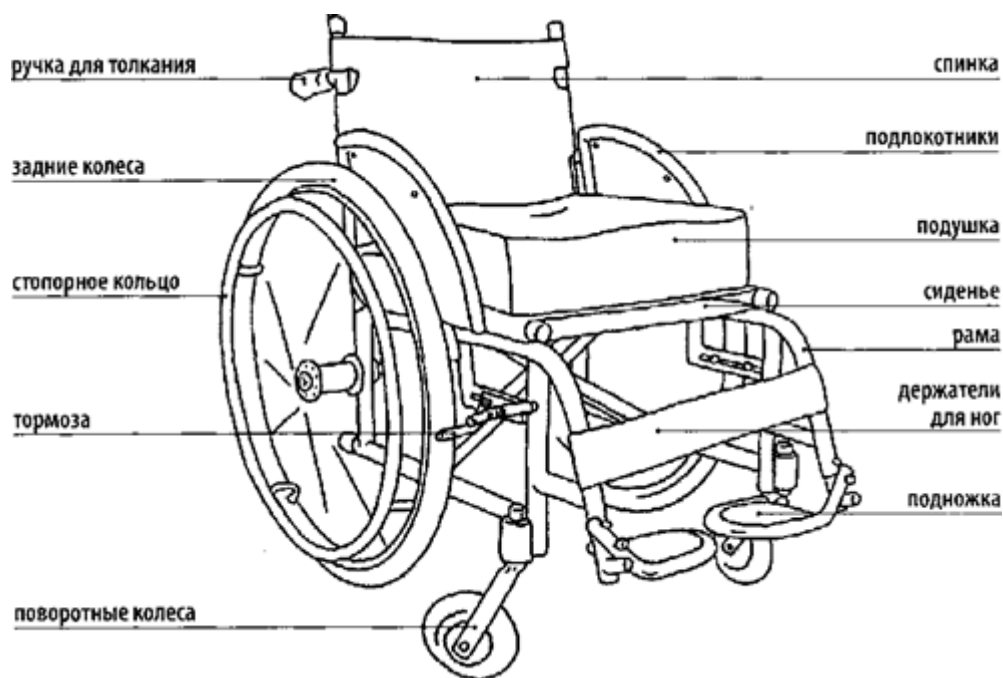


Рисунок 2.9 Кресло-коляска с ручным управлением и его составные части

Различают следующие типы кресел-колясок:

- кресла-коляски с ручным приводом;
- управляемые сопровождающим лицом кресла-коляски;
- кресла-коляски с электро- и смешанным приводом;
- электрические мобильные скутеры для инвалидов;
- кресла-коляски, управляемые одной рукой;
- откидные и наклонные кресла-коляски;



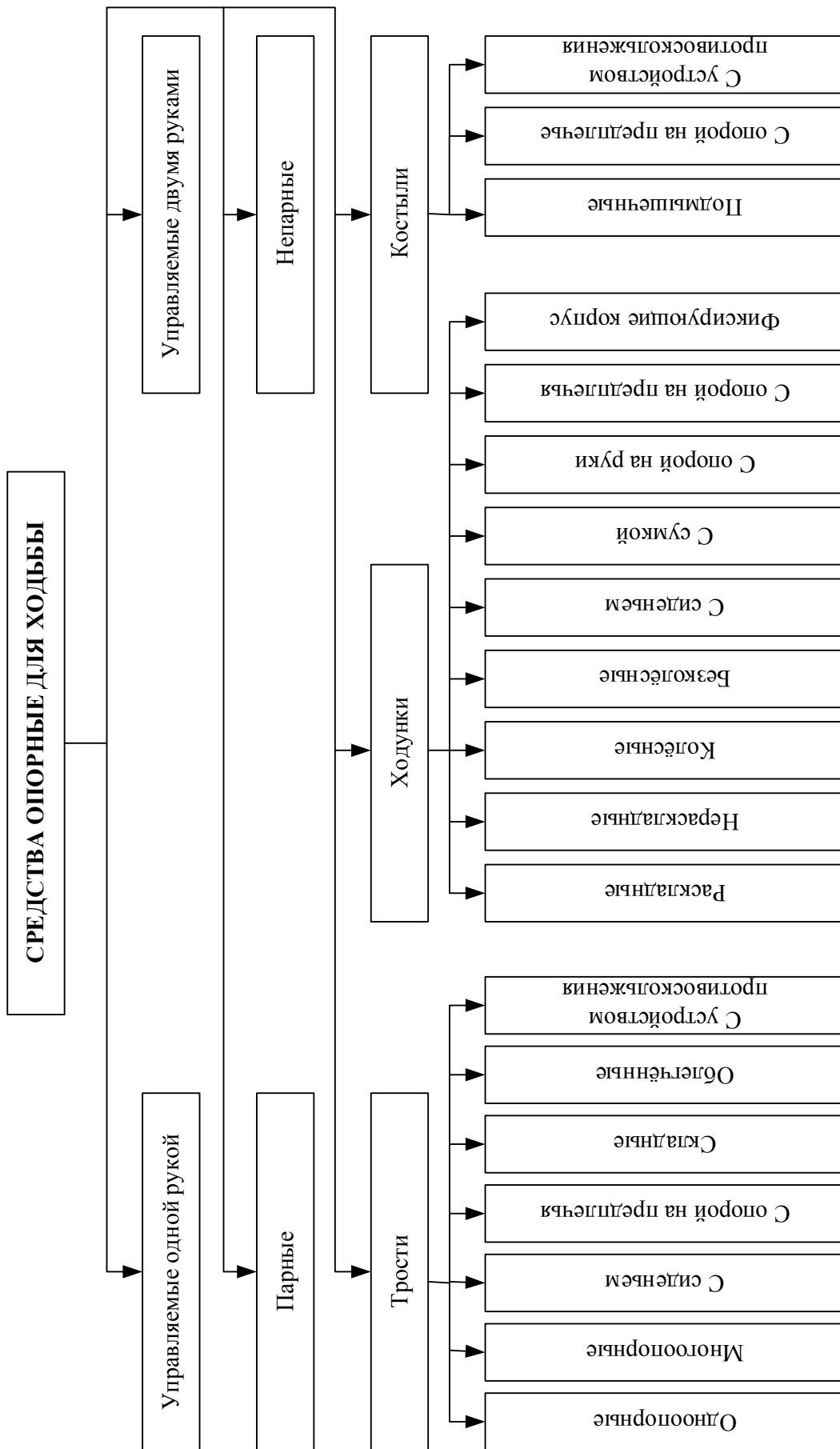


Рисунок 2.8 Классификация опорных средств для ходьбы [54]

- кресла-коляски для передвижения в положении стоя;
- спортивные кресла-коляски;
- кресла-коляски повышенной проходимости;
- роботизированные кресла-коляски.

Основными деталями кресел-колясок являются:

- система опоры тела человека;
- ходовая система;
- аксессуары для кресел-колясок.

*Система опоры.* Это детали, на которых сидит или облокачивается человек. К этой категории относится сиденье, спинка, подлокотники, подпорка для ног. В зависимости от модели коляски систему опоры можно регулировать по высоте, по горизонтали, а также крутить и менять угол наклона спинки [55].

Система опоры состоит из таких элементов, как:

- *Сиденье.* Сиденья кресел-колясок конструируют с учетом необходимого перераспределения давления участков тела, подверженных риску возникновения пролежней. Сиденья бывают съемными и складными. В некоторых моделях угол наклона, высоту и расположение сиденья можно выставлять по своему усмотрению. Производители кресел-колясок обычно предлагают большой выбор подушек для сидений — от недорогих, поролоновых, до многослойных, изготовленных на заказ.
- *Спинка.* Служит для разгрузки позвоночника, отдыха пользователя. Спинки могут быть съемными, с регулируемым углом наклона. Угол наклона можно выставлять по своему усмотрению, регулировать высоту и расположение спинки.
- *Подлокотники.* Основное назначение подлокотников — предотвратить падение человека с кресла-коляски. Подлокотники бывают фиксируемыми, регулируемыми по высоте, съёмными или

складывающимися. В креслах-колясках с интегрированными цифровыми системами в подлокотники встраивают системы управления.

- *Подставка для ног.* В нее человек упирается ногами. Подножки делают съемными, вращающимися, регулируемыми по высоте, со сменным углом наклона. Опора для стоп бывает сплошной и составной, и тот, и другой вид можно откидывать.

*Аксессуары для кресел-колясок.* Приспособления, назначение которых облегчить передвижение в кресле, повысить уровень комфорта и удобства. Комфорт повышают удлинители для спинки, подголовники, боковые упоры для шеи и тела, мягкие подложки для сиденья и спинки, валик под поясницу, сплошной, составной или регулируемый по глубине упор под икроножные мышцы, приспособления для удерживания ног в одном положении, задники-держатели, ремень безопасности, выдвижной столик [55].

*Ходовая система.* Детали, служащие для приведения кресла-коляски в движение. К ходовой системе относятся:

- система управления;
- привод;
- тормозная система.
- *Система управления* — это элементы, при взаимодействии с которыми меняется скорость, направление движения кресла-коляски или другие параметры. В систему управления входит механизм управления, привод и ведущая колесная пара. Через механизм управления приводу сообщается усилие, которое он передает ведущим колесам.
- *Привод* — деталь, на которую передается усилие, благодаря которому коляска движется. К приводу подключен механизм управления. Он отвечает за передачу усилия на ведущие колеса. Усилие может быть, например, физическим, если коляску катит сам человек или его сопровождающий. Также ее может приводить в движение аккумулятор,

вырабатывающий электроэнергию. Еще привод бывает пневматическим, гидравлическим и сочетающим разные виды энергии.

- *Система торможения* — это набор деталей, при слаженной работе которых кресло-коляска замедляет ход и останавливается. В систему торможения входит механизм управления торможением, тормозной привод и собственно тормоз.

На рисунке 2.10 изображены кресла-коляски для управления сопровождающим лицом (а), и облегченная кресло-коляска для самостоятельного передвижения (б).



Рисунок 2.10 Кресла-коляски управляемые: а - сопровождающим лицом, б – пользователем

Активные и облегченные кресла-коляски допускают маневренность и управляемость, что позволяет заниматься на них некоторыми видами спорта (рис. 2.11 а). Поэтому их часто предпочитают молодые люди. Кресла-каталки с электрическим приводом наиболее комфортны в передвижении, не требуют мускульных усилий (рис. 2.11 б). Некоторые кресла-коляски с электроприводом оборудованы специальными устройствами, позволяющими пользователю производить спуск и подъём по лестницам без посторонней помощи [55].



а



б

Рисунок 2.11 Кресло-коляска спортивная (а), кресло-коляска с электроприводом (б)

На рисунке 2.12 представлена разработанная нами классификации кресел-колясок, включающая пять признаков, которые характеризуют способ приведения в движение и управление, значения габаритной ширины и диаметра колёс, регулирования сиденья и спинки сиденья, подлокотников и подножек, способность к складыванию [54].

### 2.3 Группа изделий «Протезы и ортезы»

Современные модели многошарнирных протезов, снабженных электрическими двигателями под управлением микропроцессора, во многом способны повторить функции утраченных частей тела. По своим функциональным свойствам протезы постепенно приближаются к наиболее полному восполнению естественных функций тела человека. Остается актуальной задача восстановления чувствительности утраченных конечностей. Тем не менее, современные конструкции протезов помогают восстановить способность к передвижению и справиться с повседневными задачами без посторонней помощи.

Технологию и приспособления для протезирования выбирают с учетом характера и уровня ампутации. Уровень ампутации определяется врачом и

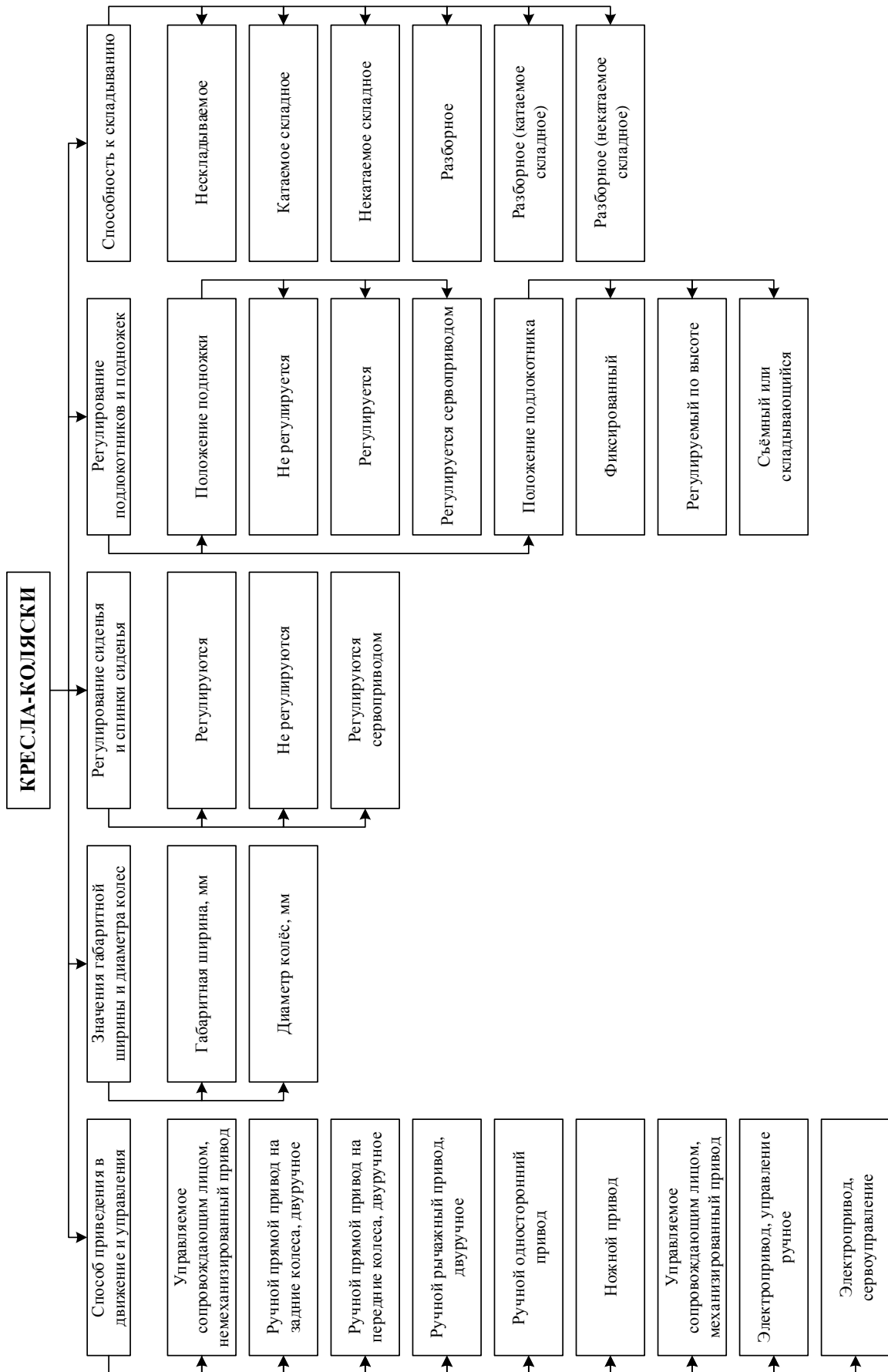


Рисунок 2.12 Классификация кресел-колясок [54]

обозначает место, на котором ампутруется часть тела. В зависимости от уровня ампутации верхних конечностей применяют:

- *Протезирование пальцев и частей кисти.* Косметическое протезирование осуществляют, если человек лишился одного или нескольких пальцев. Могут применяться как пассивные, так и активные протезы. В случае ампутации большого пальца, в целях сохранения хватательной функции кисти, конструкции активного протеза дополняют модулями имитации суставов.
- *Протезирование кисти.* Кисть человека состоит из 27 костей, 39 мышц и 36 суставов и выполняет самые разнообразные функции. Задач технологий протезирования — полное воспроизведение функций кисти. В медицинской практике применяют как простые косметические протезы, так и более сложные электрические кисти, захваты, крюковые захваты, миоэлектрические протезы и др (рис. 2.13 а).
- *Протезирование предплечья.* Протезы предплечья часто выполняют имитацию движений лучезапястного сустава. Для протезов пальцев, кисти, предплечья производители протезного снабжения выпускают специальные протезные перчатки из медицинского силикона и ПВХ. Их основное назначение — защита от внешних воздействий, придание протезу естественного вида и имитация кожи.
- *Протезирование плеча.* Выполняют с помощью протеза, который содержит локтевой модуль. Отметим, что производители выпускают модульные конструкции протезов, которые позволяют комбинировать протезы, собирать их в единую конструкцию. Например, к протезу плеча можно присоединить различные кисти (рис. 2.13 б).

Назначение протезирования нижней конечности — обеспечение комфортного передвижения человека. При подборе протеза учитывают



Рисунок 2.13 Протез кисти (а), протез плеча (б)

нагрузку, приходящуюся на протез при его использовании, уровень активности человека и др.

Виды протезирования нижних конечностей:

- *Протезирование пальцев и частей стопы.* Протезы для пальцев стопы применяют редко, в основном для достижения косметического эффекта. Однако, известно, что применение протезов пальцев стопы способствует перераспределению давления стопы на поверхность и облегчает ходьбу.
- *Протезирование стопы.* Протезные стопы имитируют анатомическую форму и функции стопы человека, служат опорой при ходьбе. Современные протезные стопы включают пружинные и гидравлические механизмы, изготовлены из легких, прочных металлических и углеводородных материалов.
- *Протезирование голени.* Включает применение коленных шарниров и протезных систем, снабженных гидравлической системой для контроля фазы переноса и опоры тела (рис 2.14);
- *Протезирование бедра.* Заключается в подборе культеприемной гильзы и сопутствующих технологий. В случае отсутствия культи, вместо приемной гильзы для фиксации протеза используется специальный корсет.





Рисунок 2.14 Протезы нижних конечностей с гидравлическими тягами и электрическими микродвигателями

Протезы для нижних конечностей также изготавливают по модульной технологии, что позволяет комбинировать и модифицировать систему протеза. От протезов перейдем к ортезам.

Известно, что в ортопедии ортезирование получило широкое распространение в середине 20 века. Под ортезом понимается «устройство, надеваемое на сегмент (сегменты) опорно-двигательного аппарата с целью его фиксации, разгрузки и восстановления нарушенных функций» [57]. Совершенствование существующих конструкций и разработка новых видов ортезов тесно связаны с изучением биомеханики движений человека, применением новых материалов и технологий производства. В рамках стажировки в University of Applied Sciences (Пирмазенс, Германия) по программе DAAD представилась возможность изучить ассортимент протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации немецкого концерна ОТТО БОКК (Приложение А). Полученные знания нашли свое отражение в настоящем разделе диссертационного исследования и в структуре базы знаний.

Новые технологии и современные материалы при изготовлении ортезов позволяют получать качественные приспособления, обеспечивающие не только эстетические требования пациентов, но и более высокие функциональные

возможности по сравнению с предыдущим поколением кожаных аппаратов. Принципиально важными качествами ортезов являются комфортность и легкость, что необходимо для их адаптации к чрезвычайно разнообразным формам пораженных суставов и индивидуальным особенностям больных. Эти качества могут быть достигнуты только при тщательной подгонке серийного ортеза [56].

Правильно подобранный ортез обеспечивает адекватную иммобилизацию поврежденного участка, ускоряет переход пациента в вертикальное положение при травмах нижних конечностей, восстанавливает движение при травмах верхних конечностей и создает возможность проводить раннюю функциональную нагрузку, сокращая сроки начала самообслуживания и общей нетрудоспособности. Представим некоторые конструкции.

#### *Ортезы и бандажи на голеностопный сустав и стопу*

Эластичный ортез призван обеспечивать ограниченную фиксацию стопы, голеностопного сустава и ахиллова сухожилия. Он обладает микромассажным эффектом, согревает и позволяет разгрузить капсульно-связочный аппарат. Эластичные голеностопные ортезы широко используют спортсмены, занимающиеся беговыми и прыжковыми видами спорта, с профилактической целью во избежание травм в тренировочном процессе, а также при наличии нестабильности сустава голеностопа. Ортезы с легкой степенью фиксации нужны для стабилизации сустава, если есть место ушибам, легким вывихам и растяжению связок (рис. 2.15).



Рисунок 2.15 Голеностопный ортез мягкой фиксации

Ношение ортеза может снизить воспалительные процессы, боли и отеки, способствовать рассасыванию гематом и заживлению травм. Голеностопные ортезы также эффективны на заключительных реабилитационных этапах после операций на голени и при травмах. Ношение эластичного ортеза оказывает благотворное влияние при обострении ревматизма, артрита, артроза, бурсита, тендевита голеностопного сустава.

Основной материал для изготовления таких ортезов – эластичное трикотажное полотно, к которому могут добавляться различные волокна: вискоза, полиамид, эластан, нейлон, спандекс, керамика. Часть голеностопа, которая соприкасается с телом, часто выполняется из хлопка. Часть моделей ортезов в области лодыжек имеют вставки из силикона. Такие вставки лучше фиксируют, быстрее снимают отек, если внутри сустава скопилась жидкость.

Полужесткая фиксация – своевременная помощь при нестабильном состоянии голеностопного сустава, носящей хронический характер, при реабилитации в послеоперационный период и после снятия с голени гипса, а также в случае повреждении лодыжки, вялых параличах стопы, травмы ахиллова сухожилия и связок, вывихах, при сильных обострениях ревматизма и воспалительных процессах, артроза, артрита. Ортез с полужесткой фиксацией (рис. 2.16) обеспечивает стабилизацию сбоку сустава голеностопа вместе с пяточной областью и частью стопы.



Рисунок 2.16 Голеностопный ортез полужесткой фиксации

При этом, движение пальцев остается свободным, а в отдельных моментах существует возможность сгибания и разгибания стопы. Данные ортезы незаменимы при болевых ощущениях, вызванных следующими заболеваниями: артрозом и артритом, оказывают благотворное влияние на заживление травмы и успешно применяются с целью профилактики травм, которые неизбежны при спортивных занятиях, сопряженных с риском получения различных травм. Для изготовления подобных голеностопных ортезов используется эластичный, воздухопроницаемый и влагоустойчивый материал с добавлением хлопковых вставок. Жесткость фиксации обеспечивается пластиковыми или металлическими ребрами жесткости, шнуровками, утягивающими ремнями и застежками-липучками. Некоторые модели содержат охлаждаемые гелевые вставки, которые уменьшают отеки и боль.

Жесткие ортезы бывают трех видов: деротационные сапожки, при синдроме отвисающей стопы, жесткие травматические ортезы (рис. 2.17).



Рисунок 2.17 Голеностопный ортез жесткой фиксации с шарнирным фиксатором угла сгибания стопы

Последние полностью лишают кость, связки или сустав движения в реабилитационный период в случае переломов пяточной и малоберцовой кости, костей плюсны и предплюсны, разрывах связок, повреждении мягких тканей и сухожилий, а также после операционных манипуляций на данных областях, в том числе, после операций по причине халус вальгуса, реконструктивных

операций на связках. Такие ортезы могут иметь пневмокамеру, способную регулировать внешнюю компрессию, и шарниры, устанавливающие определенный угол сгибания и разгибания в суставе голеностопа. Некоторые модели используются на всех реабилитационных этапах, согласно которым, постепенно уменьшается степень фиксации.

Деротационный («невращающийся») сапожок – жесткая конструкция, напоминающая сапог с перекладиной в области пятки, которая не позволяет поворачивать ногу влево и вправо. Фиксация стопы происходит под прямым углом. Они применяются при эндопротезировании тазобедренного сустава и в случае перелома шейки бедра, с целью не позволить двигаться костным обломкам и ускорить сращение. Подобные сапожки используют при параличе ног и различных парезах, при ДЦП и поражении нервов ног.

Ортезы при синдроме отвисающей стопы также являются жесткими ортезам. Они активно используются, когда поставлен диагноз «отвисающая стопа», который может возникнуть после перенесенных инфекций, инсульта, поражения малоберцового и седалищного нервов. Данные ортезы обеспечивают поддержку стопы, восстанавливают ее функции. Они накладываются при помощи мягкой манжеты на голени и требуют ношения плотной обуви. Изготавливаются из карбона или пластика. К данным ортезам относят также и корректоры для большого пальца стопы.

#### *Наколенники/Ортезы на коленный сустав*

Коленные ортезы (наколенники) – это распространенные и эффективные средства для лечения травм и заболеваний коленного сустава (рис. 2.18). Они прекрасно подходят и для профилактики получения травм во время больших нагрузок, прежде всего, при занятиях фитнесом и спортом. Коленные бандажи, которые используют спортсмены, как правило, сделаны из согревающего материала. Они обеспечивают быстрый разогрев мышц и связок в начале нагрузки.



Рисунок 2.18 Ортез мягкой фиксации на коленный сустав

Кроме того, наколенники воздействуют на нервные окончания в связках и сухожилиях, которые отвечают за координацию работы мышц. Мышцы начинают действовать более согласованно, и сустав остается стабильным даже при повышенной нагрузке.

Ортезы легкой фиксации используются на завершающей стадии реабилитации при лечении травм колена, при ощущении легкой неустойчивости в коленном суставе, воспалительных явлениях после травм и операций, хроническом воспалении с отеком периартикулярных тканей, скоплением жидкости в коленном суставе, отеке области сустава (например, при артрозе, артрите), при болевых синдромах. При изготовлении таких ортезов используют разные технологические материалы, в основном эластично-упругий трикотаж с добавками нитей из искусственных материалов. Внутренняя часть ортеза, имеющая соприкосновение с телом, часто выполняется из хлопка. Часть моделей ортезов имеют силиконовые пелоты, охватывающие надколенник, специальные пружинные элементы, способствующие плотному прилеганию ортеза и не допускающие его смещения при движениях. Ортезы, выполненные из неопрена, обладают хорошим согревающим эффектом.

При травматическом повреждении применяется ортез на колено средней и полужесткой фиксации (рис. 2.19). Дополнительная фиксация коленного сустава достигается специальными ребрами и мягкими элементами в области коленной

чашечки. В изделиях полужесткой фиксации применяется внешний опорный каркас, формируемые шины, создающие боковую поддержку.



Рисунок 2.19 Ортез полужесткой фиксации на коленный сустав

Такие конструктивные решения помогают минимизировать оказываемую нагрузку, улучшить кровообращение, уменьшить отечность, уменьшить или устранить болевой синдром.

Для раннего возврата подвижности коленного сустава после операций применяется ортез шарнирной конструкции, который позволяет поэтапно расширять объем движений в колене. Диапазон движений в шарнире в режиме флексия – экстензия задается с помощью специальных систем, обычно с шагом 10 – 15 градусов.

Основные материалы, используемые для изготовления ортезов жесткой и полужесткой фиксации, повторяют материалы для изделий легкой фиксации. Это эластично-упругий трикотаж со свойствами, воздухопроницаемости и влагостойкости. Элементы жесткости и шарниры выполняются из пластиковых и металлических материалов. Ортезы жесткой фиксации и иммобилизации незаменимы для лечения травм колена, в остром периоде, когда нужно обеспечить жесткую фиксацию в сагиттальной плоскости, надежную боковую стабилизацию, и поддерживающий эффект (рис. 2.20).



Рисунок 2.20 Рамный ортез жесткой фиксации на коленный сустав

Такие изделия во многих случаях могут заменять гипс, используются в реабилитации пациентов после травм коленного сустава, в послеоперационный период и при различных дефектах связочного аппарата. Известно применение ортезов жесткой фиксации во время занятий горнолыжным спортом, сноубордом и другими экстремальными видами спорта при необходимости создания дополнительной боковой стабилизации коленного сустава. Ортезы жёсткой фиксации изготавливаются металлическими, некоторые модели оснащаются шарнирами, при изготовлении применяются мягкие вставки, что требует использования дополнительных приспособлений: тканевых подкладок или гетр. Металлические рамы ортезов изготавливаются из легких и прочных сплавов, что придает конструкции небольшой вес. Особенностью изделий, выполненных из жёстких материалов, является необходимость обеспечения плотного прилегания и точного соответствия контурам ноги пациента. Для решения этой задачи используются различные приспособления: системы ремешков, пластмассовые крылья, которые самостоятельно адаптируются к форме бедра и голени.

#### *Ортезы на Плечо/Локтевой сустав*

Ортезы, которые выполнены на мягкой основе, обычно показаны для ношения в качестве профилактического средства после небольших ушибов и



некоторых заболеваний плеча, для снижения воспаления и болевых ощущений (рис. 2.21).



Рисунок 2.21 Ортез на плечевой сустав мягкой фиксации

Бандаж на плечо легкой фиксации обеспечивает поддержку плеча и плечевого сустава, предотвращает избыточную подвижность плеча, улучшает проприоцепцию (суставно-мышечное чувство) и способствует активной стабилизации плечевого сустава за счет координации работы собственных мышц, уменьшает или устраняет болевые ощущения.

Бандаж легко можно спрятать под одеждой и обеспечить оптимальную поддержку сустава во время занятий спортом или профессиональной деятельности. Любое движение при ограничении эластичной повязкой предполагает большее сопротивление, что положительно сказывается на общем укреплении мышц плеча.

Косыночный вариант плечевого бандажа предназначен для поддержки плеча и руки и широко используется как самостоятельный способ иммобилизации, так и в сочетании с другими бандажами или ортезами на суставы верхних конечностей или традиционными гипсовыми повязками (рис. 2.22).

Применяется косыночный бандаж для реабилитации после травм, гипсовой иммобилизации и оперативных вмешательств на плечевом суставе и верхней

конечности, при острых и хронических заболеваниях области плечевого сустава и верхней конечности.



Рисунок 2.22 Косыночный бандаж

Стандартный вариант такой конструкции — широкий ремень с петлями на концах. Он накидывается на шею, а петли, спускаясь с плеч, служат для размещения кисти руки и локтя. Косыночные бандажные устройства универсальны, они могут использоваться под любую руку.

Ортопедические бандажные приспособления в виде чехла-кармана для руки, который подвешивается на шею широкими наплечными ремнями, предлагают многие отечественные и зарубежные производители. Длина регулируется с помощью ремней, а чехол большинства моделей обеспечивает необходимую компрессию руки.

Ортез локтевой — медицинское приспособление, предназначенное для снижения нагрузки на локоть, а также обеспечения его поддержки в случае повреждений (рис. 2.23). Две основных сферы применения этой защиты:

- предотвращение травм (особенно востребовано для тренирующихся спортсменов, а также для людей, имеющих дело со значительными физическими нагрузками);
- надежная фиксация, благодаря которой травмированный сустав восстанавливается значительно быстрее и без каких-либо осложнений.



Рисунок 2.23 Бандаж на локтевой сустав

Фиксатор призван не только повысить жесткость локтя, но обеспечить дополнительный тепловой и массажный эффект, повысить уровень микроциркуляции крови в сосудах.

Такое воздействие достигается с помощью эластично-упругих материалов, используемых при изготовлении изделий. Востребованность таких ортезов велика — локтевой сустав относится к числу наиболее часто травмируемых. В первую очередь риск повреждения затрагивает мышечно-связочную структуру (ушибы, растяжения, вывихи).

Жёсткий ортез на локтевой сустав — это сложная ортопедическая конструкция, которая выполнена из жестких фиксирующих структур (спиц, пластин, шарниров, пластиковых регуляторов) (рис. 2.24). Жесткий локтевой ортез уместен в реабилитационный период после хирургического вмешательства. В этом случае он обеспечивает защиту сочленения при движении и способствует быстрому выздоровлению.



Рисунок 2.24 Жёсткий шарнирный ортез на локтевой сустав

Восстановительный период очень важен в лечении различных травм и заболеваний локтевого сустава. От того, насколько адекватно будет выбрана реабилитационная программа, зависит длительность данного периода и скорость восстановления функциональной активности руки.

Такие ортезы используют:

- при тяжелых травмах локтевого сустава;
- при разрыве связок и сухожилий;
- в восстановительный период после хирургических вмешательств.

#### *Лучезапястный сустав/Кисть*

Ортопедические изделия для лучезапястного сустава и кисти также можно разделить на 3 группы по степени фиксации. Для базовой стабилизации, когда необходимо просто поддержать и защитить сустав в профилактических целях. Сюда относятся обычные эластические биндажи (рис. 2.25).

Для фиксации средней степени, когда нужно ограничить определенные движения и сохранить функции кисти используют ортезы полужесткой фиксации. Для максимальной стабилизации и защиты, когда ограничиваются

любые движения применяют жесткие ортезы. Они могут заменить гипсовую повязку.



Рисунок 2.25 Бандаж на лучезапястный состав

Сегодня на рынке имеется широкий ассортимент ортопедических изделий для всех отделов лучезапястного сустава и кисти: дистального и проксимального отделов лучезапястного сустава, пястно-фалангового, межфалангового, запястно-пястного суставов кисти.

#### *Ортезы для шейного отдела позвоночника*

К ортопедическим устройствам, назначаемым при заболеваниях и деформациях позвоночника относят корсеты, ортопедические пояса, реклинаторы, а также головодержатели.

Головодержатель – это приспособление в виде воротника различной степени жесткости, предназначенное для фиксации и разгрузки шейного отдела позвоночника.

Самый простой и распространенный тип — так называемая шина Шанца (рис. 2.26).



Рисунок 2.26 Мягкий головодержатель

Это специальный воротниковый ортез на шею, изготовленный из поролона или подобных ему материалов. Он слегка фиксирует шею и предназначен для несложных случаев: при болевых синдромах, перегрузках мышц шеи, симптомах нарушения кровотока по позвоночным артериям, назначается для реабилитации в постоперационный период. Возможны модификации со специальными пластмассовыми вставками, которые обеспечивают усиленную фиксацию и разгружают шейный отдел позвоночника.

Мягкие головодержатели поддерживают функционально-выгодное положение, уменьшают или устраняют болевые ощущения. Способствуют нормализации кровоснабжения, снятию явлений воспаления и ускорению восстановительных процессов в межпозвонковых дисках и суставах, а также в мышцах шеи.

Полужесткие и жесткие ортезы на шейный отдел позвоночника используют при травмах различной тяжести, нестабильности шейного отдела позвоночника, реабилитации после операций в области шейного отдела позвоночника, шеи, для фиксации в пред- и послеоперационном периоде при вывихах, переломах, вывихах, переломах со смещением позвонков в шейном отделе (рис. 2.27).



Рисунок 2.27 Головодержатель жёсткой фиксации

Жесткость конструкции достигается пластмассовыми вставками спереди и сзади, объем регуляции осуществляется с помощью застежек «велкро». Некоторые модели имеют отверстие для трахеостомической трубки.

*Группа ортопедических изделий для позвоночника.*

Ортопедические изделия для крестцово-подвздошного и пояснично-крестцового отделов позвоночника различаются по типу фиксации на мягкие, средние и жёсткие. Ортезы мягкой фиксации или бандажи, выполняются из эластичных трикотажных материалов, оснащаются съемными массажными элементами, закрепление на туловище осуществляется с помощью специальных застежек [57].

Облегание и правильное распределение давления, оказываемого ортопедическим изделием, достигается с помощью зон переменной компрессии. Приспособления мягкой фиксации применяются для легкой фиксации позвоночника, нормализации мышечного тонуса, формирования физиологически правильного положения позвоночника, улучшения проприоцепции и стабилизации позвоночника за счет координации работы собственных мышц.

Изделия средней фиксации отличаются дополнительными усиливающими элементами, такими как пластмассовые шины, которые самостоятельно адаптируются к форме тела. Для обеспечения более плотной фиксации позвоночника вместе с системой застежек используют эластичные ремешки. Ортезы средней степени фиксации используют при умеренном болевом синдроме в области пояснично-крестцового отдела, крестцово-подвздошного сочленения, дисбалансе мышечного тонуса в пояснично-крестцовой области, умеренных проявлениях дегенеративных заболеваний пояснично-крестцового отдела позвоночника (остеохондроз, спондилоартроз) и крестцово-подвздошного сочленения.

Для жёсткой фиксации позвоночника ортезы усиливаются формуемыми шинами из легких сплавов. Несмотря на жесткость фиксации, современные корсеты отличаются легкостью конструкции и анатомичностью края, что позволяет носить их под одеждой.

Ортезы жёсткой фиксации применяются при выраженном болевом синдроме в области пояснично-крестцового отдела, крестцово-подвздошного сочленения, тяжелых проявлениях дегенеративных заболеваний поясничного и крестцового отделов позвоночника (остеохондроз, спондилоартроз), крестцово-подвздошного сочленения, остеопорозе (рис. 2.28).



Рисунок 2.28 Ортез на позвоночник жёсткой фиксации

Все описанное многообразие ортезов приведено нами к схеме, представленной на рисунке 2.29.



Таким образом, общая классификация ортезов включает шесть уровней (рис. 2.29). На I-ом уровне осуществляется классификация ортезов по технологии изготовления на:

- индивидуальные – изготовленные по индивидуальным меркам;
- серийные – массового производства.

II-й уровень классификации отражает назначение ортезов в зависимости от нарушения здоровья:

- лечебно-реабилитационные – могут быть применены для восстановления пациента после травм и операций;
- функционально-постоянные – рекомендуют при утрате функций верхних и нижних конечностей;
- профилактические – используют для предупреждения заболеваний костно-мышечной системы.

На III-ьем уровне отмечена функциональная характеристика ортезов:

- фиксирующие – предназначены для ограничения подвижности сустава;
- разгружающие – способствуют перераспределению нагрузки;
- корригирующие – ортезы, способствующие коррекции деформаций отделов тела человека;
- функциональные – тренирующие разработку суставов.

На IV-ом уровне ортезы классифицированы согласно конструктивным признакам:

- шины;
- туторы;
- аппараты.

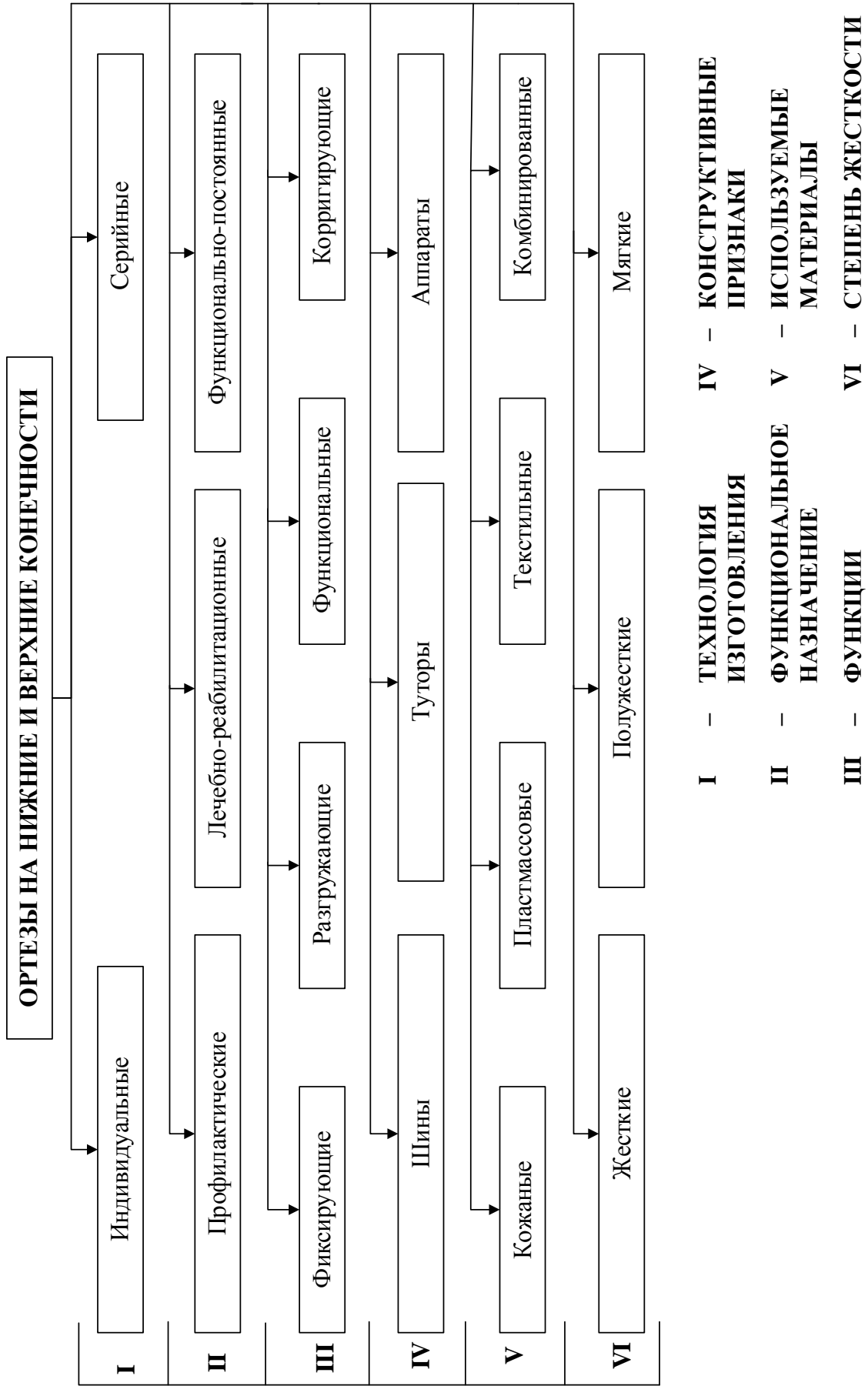


Рисунок 2.29 Классификация ортезов на нижние и верхние конечности

V-й уровень классификации делит ортезы в группы по материалам изготовления:

- кожаные;
- пластмассовые;
- текстильные;
- комбинированные.

На VI-ом уровне классификации ортезы подразделяются по уровням жёсткости:

- жёсткие;
- полужёсткие;
- мягкие.

Отметим, что описание группы изделий «Ортезы» дано в терминах, согласно стандарту ИСО 8549-3 и приведено в таблице 2.1, а их классификация осуществлена по отношению к сегментам тела и суставам, которые они охватывают.

Таблица 2.1 - Термины, установленные в ГОСТ Р ИСО 8549-3-2011 [58]

<b>Устройство</b>	<b>Аббревиатура</b>
Ортез на стопу	FO
Ортез на голеностопный сустав	AFO
Ортез на коленный сустав	KO
Ортез на коленный и голеностопный суставы	KAFO
Ортез на бедро	HrO
Ортез на бедро и коленный сустав	HKO
Ортез на бедро, коленный и голеностопный суставы	HKAFO
Ортез на палец	FO
Ортез на кисть	HdO
Ортез на запястье и кисть	WHO
Ортез на запястье, кисть и палец	WHFO
Ортез на локтевой сустав	EO
Ортез на локтевой сустав, запястье и кисть	EWHO
Ортез на плечевой сустав	SO
Ортез на плечевой и локтевой суставы	SEO
Ортез на плечевой и локтевой суставы, запястье и кисть	SEWHO
Ортез на крестцовый и подвздошный отделы позвоночника	SIO

Ортез на поясничный и крестцовый отделы позвоночника	LSO
Ортез на грудной, поясничный и крестцовый отделы позвоночника	TLSO
Ортез на шейный отдел позвоночника	CO
Ортез на шейный и грудной отделы позвоночника	CTO
Ортез на шейный, грудной, поясничный и крестцовый отделы позвоночника	CTLSO

## 2.4 Группы изделий «Ортопедическая обувь» и «Изделия обувные ортопедические»

Травмы, патологии, деформации нижних конечностей и стопы являются основанием для назначения ортопедической обуви или иных обувных ортопедических приспособлений. Ортопедическая обувь — это обувь, спроектированная с учетом отклонения в состоянии здоровья человека. Ортопедическую обувь подразделяют на два типа: малосложную и сложную.

Для производства малосложной ортопедической обуви применяют, колодки обувные ортопедические, которые подразделяют в зависимости от медицинского назначения. Ортопедическая обувь содержит ортопедические элементы (например, ортопедические стельки, жёсткие задники), конструктивные особенности (например, широкая раскрываемость обуви), изготавливается из высококачественных материалов.

Во всем многообразии ассортимента малосложной ортопедической обуви, представленного на отечественном рынке, можно выделить наиболее массовые сегменты обуви для:

- профилактики предотвращения продольного и/или поперечного плоскостопия
- облегчения болевого синдрома при мозолях, натоптышах и пяточной шпоре.

Чуть менее широко на рынке представлены модели обуви, назначаемые при вальгусной деформация первого пальца стопы, начальной стадии диабетической стопы, неврологических заболеваниях у детей, а также обувь на аппараты и протезы.

К сложной относится обувь, имеющая не менее двух специальных ортопедических деталей или косок для компенсации укорочения от 30 мм и более, или изготавливается по гипсовому слепку, или по индивидуально доработанной колодке. К деталям сложной ортопедической обуви относят: жесткие берцы, жесткие задники, корсеты, ортопедические стельки, вкладные башмачки, коски и др. В производстве сложной ортопедической обуви особое внимание уделяют изготовлению индивидуальной ортопедической колодки или гипсового слепка – от этого во многом зависят эстетические, эргономические и функциональные свойства готовой обуви.

Сложную ортопедическую обувь назначают при сложных деформациях стопы, в том числе после перенесенных травм, хирургического вмешательства и ампутаций, последствиях детского церебрального паралича, при выраженном синдроме диабетической стопы, лимфостазе, слоновости, значительном укорочении нижней конечности, паралитической косолапости и других патологиях.

Изложенное выше, а также результаты исследований [49-51, 59] позволили нам выделить основные цели назначения ортопедической обуви:

- поддержка, коррекция, разгрузка отделов стопы с целью предупреждения прогресса деформаций, уменьшения болезненных ощущений;
- восполнение биомеханических дисфункций нижних конечностей при парезе мышц и после травм и операций;
- компенсация укорочения нижних конечностей;
- замена бытовой обуви при пользовании аппаратами и протезами, обеспечение плавности переката при ходьбе и удобства обувания;

- препятствование образованию натоптышей и мозолей при синдроме диабетической стопы;
- обеспечение пациента обувью при значительных деформациях и отклонении стоп в линейных размерах;
- восполнение косметических дефектов стоп, например, при разной длине стоп [47].

На кафедре художественного моделирования, конструирования и технологии изделий из кожи в работах [49-51] проведена классификация специальных деталей ортопедической обуви, ортопедических колодок, а также патологий опорно-двигательного аппарата, при которых назначаются ортопедическая обувь и ортопедические изделия. В работе [15] предложена классификация конструкций сложной ортопедической обуви, которая включает пять уровней, отражающих половозрастные группы, вид и разновидность обуви, патологические состояния стоп, наличие утепленной подкладки и специальных деталей.

Нами проведено деление малосложной ортопедической обуви по следующим основаниям: половозрастная группа, вид и разновидность обуви, технология изготовления и группы патологий стоп. Предлагаемая классификация схематично изображена на рис. 2.30.

В отдельный класс выделяют изделия обувные ортопедические. Изделия обувные ортопедические предназначены для лиц, имеющих врожденные, приобретенные и (или) ампутационные дефекты нижних конечностей или деформации стоп. Назначение, вид и конструкция изделия определяется врачом-ортопедом в зависимости от анатомических особенностей и патологических изменений нижних конечностей пациента.

Общая классификация ортопедических обувных изделий включает шесть уровней (рис. 2.31). На I-ом уровне осуществляется классификация изделий по технологии изготовления на:

- индивидуальные – изделия, изготовленные по индивидуальным меркам;
- серийные – изделия массового производства.

II-й уровень классификации отражает вид изделий и включает:

- протезы части стопы (Туфельки вкладные ортопедические, башмачки вкладные ортопедические, сапожки вкладные ортопедические, носки ортопедические искусственные, приспособления вкладные ортопедические при дефектах переднего отдела стопы);
- ортезы для стопы (Стельки ортопедические, полустельки ортопедические, валики ортопедические и вкладыши ортопедические).

III-й уровень классификации отражает способ использования изделия:

- вкладываемые в обувь;
- надеваемые на стопу.

На IV-ом уровне отмечена функциональная характеристика изделий обувных ортопедических:

- компенсирующие – применяют при утрате функций стопы, например, протезы части стопы;
- разгружающие – способствуют перераспределению нагрузки;
- корригирующие – изделия, способствующие коррекции деформаций стопы, например, ортопедические стельки.

Эти классификации базируются на глубокой научной основе, поэтому целесообразно их использование при систематизации ассортимента ортопедической обуви в разрабатываемой базе знаний поиска изделий медицинского и профилактического назначения.

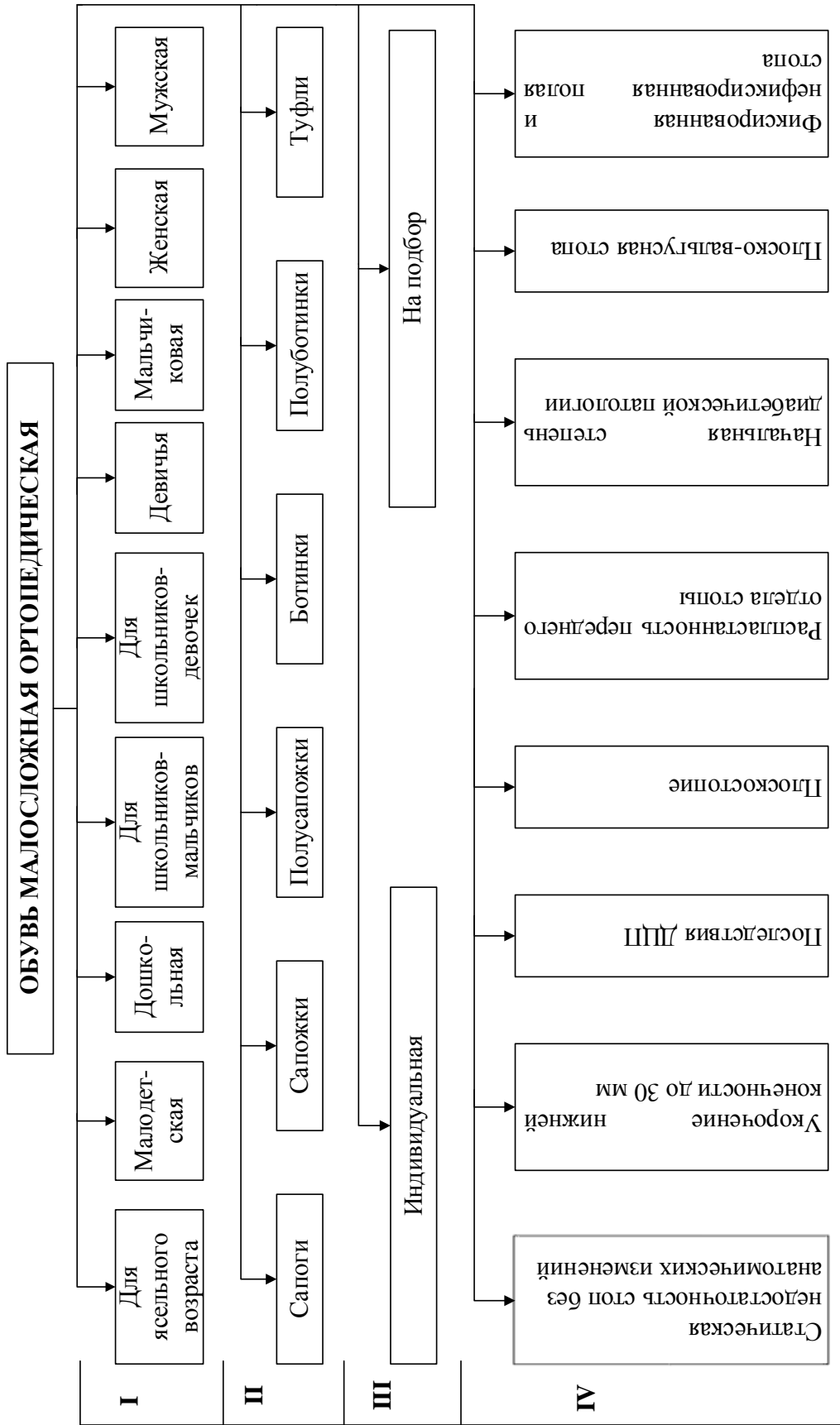


Рисунок 2.30 Классификация обуви малосложной ортопедической



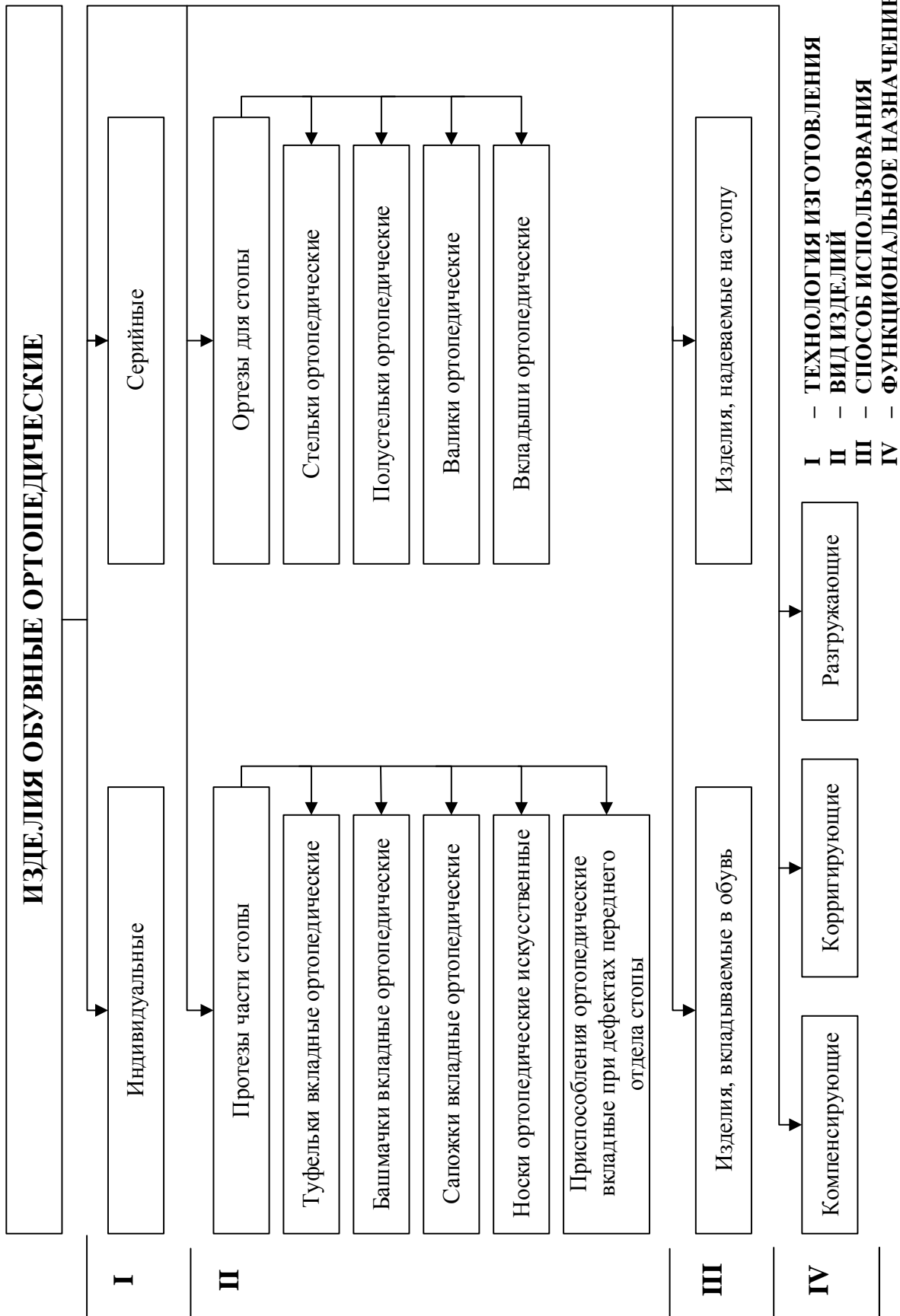


Рисунок 2.31 Классификация обувных ортопедических изделий – индивидуальные и серийные

## ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ

1. Проведен анализ ассортимента фирм-производителей протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации основных группы фирм-производителей ортопедического снабжения: ФГУП «Московский протезно-реабилитационный центр «Здоровье» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, ЗАО НПЦ «Огонек», ООО «Прометр», ООО «Центр проектирования обуви специального назначения «Ортомода», «ОТТО БОКК». В результате анализа ассортимента вышеперечисленных компаний определены 5 основных категории изделий – ортопедическая обувь, изделия обувные ортопедические, ортезы и протезы, кресла-коляски, средства опорные для ходьбы, составляющие основу дальнейших исследований.

2. Показано, что основными целями назначения ортопедической обуви являются:

- поддержка, коррекция, разгрузка отделов стопы с целью предупреждения прогресса деформаций, уменьшения болезненных ощущений;
- восполнение биомеханических дисфункций нижних конечностей при парезе мышц и после травм и операций;
- компенсация укорочения нижних конечностей;
- замена бытовой обуви при пользовании аппаратами и протезами, обеспечение плавности переката при ходьбе и удобства обувания;
- препятствование образованию натоптышей и мозолей при синдроме диабетической стопы;
- обеспечение пациента обувью при значительных деформациях и отклонении стоп в линейных размерах;
- восполнение косметических дефектов стоп, например, при разной длине стоп.

3. Предложены классификации:

- средств опорных для ходьбы, которая включает четыре уровня, характеризующих способ управления изделием, парность, его вид и разновидность;
- кресел-колясок, которая включает пять уровней, характеризующих способ приведения в движение и управления, значения габаритной ширины и диаметра колёс, регулирование сиденья и спинки сиденья, подлокотников и подножек, а также способность к складыванию;
- ортезов, которая включает шесть уровней, характеризующих технологию изготовления, назначение, функции, конструктивные признаки, используемые материалы, степень жесткости ортезов;
- ортопедической обуви, включающей четыре уровня: половозрастная группа, вид и разновидность обуви, технология изготовления обуви и группы патологий стоп;
- обувных ортопедических изделий – протезов части стопы и ортезов для стопы, включающей четыре уровня: технологию изготовления, вид изделия, способ использования и функциональное назначение.

4. Предложенные классификации протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации составляют концептуальную основу для разрабатываемой нами базы знаний поиска необходимых изделий с использованием информационно-телекоммуникационных технологий.

### **3. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ ПРОТЕЗНО-ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И СРЕДСТВ РЕАБИЛИТАЦИИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕДАЧИ, ХРАНЕНИЯ И ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ**

Переход от данных к знаниям — следствие развития и усложнения информационно-логических структур, обрабатываемых с помощью компьютера. В главе рассмотрены концепции и технологии разработки реляционных баз данных и баз знаний. Изложены подходы и инструменты к преобразованию реляционной базы данных в граф онтологии. Представлены результаты построения онтологии протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации.

В настоящее время реляционные базы данных являются популярным инструментом для хранения данных в инженерных, производственных и коммерческих информационных системах [60]. В данном исследовании, решалась задача интеграции информационных ресурсов, представленных в виде реляционных баз данных в динамическую онтологию протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации.

#### **3.1 Проектирование баз знаний: теоретические положения**

Компьютеризация человечества выступает главной сферой автоматизирования коммерческой, промышленной, управленческой и научной работы, где обязательны сбор, хранение, обработка и передача в единое целое всей информации. Однако информационное поле часто охватывает такие объемы данных, что без четко действующей определенной системы, хранение всех этих данных могло быть хаотичным и неуправляемым. Во избежание подобных недостатков в области компьютерных наук начиная с 60-х гг. и по сей день ведутся интенсивные разработки технологий баз данных. Сегодня использование баз данных и информационных систем становится неотъемлемой

составляющей деятельности современного общества. Не является исключением и сфера обеспечения населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации. Однако, всё многообразие баз данных средств реабилитации представлено в сети Интернет в виде разрозненных электронных каталогов виртуальных витрин или сайтов конкретных фирм-производителей протезно-ортопедических изделий. В таких условиях заинтересованное в средствах реабилитации лицо вынуждено потратить большое количество времени на поиск необходимых изделий в информационном пространстве глобальной сети. Для устранения указанного недостатка, на наш взгляд, необходимо создание базы знаний, способной объединить всё разнообразие доступного ассортимента.

Прежде чем перейти к вопросам проектирования базы знаний рассмотрим основные понятия, охватывающие процессы разработки баз данных.

**Базой данных (БД)** называют организованный на основе конкретных принципов и поддерживаемый в компьютерной памяти комплекс информации, отражающий сегодняшнее положение определенной сферы реальности и направленный на обеспечение использующих его лиц информацией [61].

**Системой управления БД (СУБД)** называют программу, которая должна создавать и хранить БД в соответствии с определенными моделями данных, предоставлять к ней разрешенный доступ со стороны пользователей и программных приложений, безопасно и эффективно использовать различные ресурсы, включая компьютерную память, вычислительные возможности и сами данные, обеспечивать физическую и логическую целостность имеющейся в ней информации, наконец, помогать работе лица, занимающегося администрированием этой базы.

**Физической моделью** системы назван процесс формирования схемы информационной базы для определенной СУБД, учитывающий то, в какой физической среде будет храниться информация. Для этого требуется выбрать

способы доступа к информации и варианты управления памятью на жестком диске, разделить информационную базу по конкретным папкам и электронным устройствам.

**Логической (даталогической) моделью** системы называется формирование схемы БД в соответствии с определенной моделью данных, совокупность схем отношений, как правило, с указанием основных ключей, а также их взаимосвязей, являющихся внешними ключами.

**Концептуальной (инфологической) моделью** системы называют семантическое моделирование какой-либо части реального мира, т.е. информационное моделирование наивысшего уровня в иерархии абстракций. Подобную систему делают, не ориентируясь на определенную модель данных и СУБД, т.е. Это семантическая модель интересующей нас сферы реальности [61].

Пространство этих понятий во многом охватывает этапы проектирования базы данных. Ниже перечислены задачи, с решением которых связан каждый этап проектирования:

- 1) Анализ предметной области – сбор, анализ и редактирование требований к данным;
- 2) Моделирование структуры и поведения данных – создание и исследование информационной модели ассортимента средств реабилитации, структура которой состоит из связанных таблиц;
- 3) Выбор СУБД – определение наиболее подходящей модели системы управления базой данных, среди которых: иерархические, сетевые, реляционные, объектно-ориентированные и объектно-реляционные;
- 4) Генерация СУБД – программное воплощение базы данных, функциональное тестирование, проверка целостности базы данных;
- 5) Создание приложений – организация взаимодействия пользователей с базой данных средствами пользовательских интерфейсов, интеграция базы данных в программный комплекс.

Для наглядности изобразим этапы проектирования базы данных, основанной на реляционной модели данных, в виде схемы (рис. 3.1).



Рисунок 3.1. Этапы проектирования базы данных, основанной на реляционной модели данных

Проектируемая база данных должна обеспечивать:

- гибкость в заполнении описаний изделий. База данных должна быть организована так, чтобы любой вид изделий мог быть описан своим перечнем признаков и их значений;
- надежное хранение информации о протезно-ортопедических изделиях и средствах реабилитации;
- доступ к извлечению информации из базы данных по запросам пользователей, в том числе нечётким запросам;
- отсутствие дублирования и избыточности информации во избежание возможного засорения базы данных;
- высокое быстродействие и невысокую нагрузку на оборудование.

Наряду с проектированием баз данных, известен проверенный подход к организации обработки и хранения знаний на основе технологий онтологического анализа знаний о предметной области и разработки моделей предметно-ориентированных баз знаний [62, 63].

### **3.2 Разработка модели базы знаний протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации**

Разработку модели базы знаний протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации предварим представлением онтологии ассортимента протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации в виде знаковой системы:

$$O = \langle P, V, F \rangle, \quad (5)$$

где:

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_n\}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $n = |X|$  – конечное множество понятий (терминов) заданной предметной области;



$V = \{v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_m\}$ ,  $V: v_1 \times v_2 \times \dots \times v_n$ ,  $k = \overline{1, m}$ ,  $m = |V|$  – конечное множество семантически значимых отношений между понятиями (терминами) предметной области.

Отношения задают следующие виды связи между понятиями:

- частичный порядок на множествах  $P$  и  $V$ , задающий иерархию в модели предметной области – «подкласс-суперкласс», «выше-ниже»;
- отношение между понятиями, которое представляет собой триплет вида  $\langle p_1 - v_1 - p_2 \rangle$ , где  $p_1, p_2 \in P$ ;  $v_1 \in V$ .

$F: P \times V$  – конечное множество функций интерпретации, заданных на понятиях и/или отношениях. [64, 65].

Частным случаем задания множества функций интерпретации  $F$  является глоссарий для множества понятий  $P$ , который составляется на этапе предварительного анализа, а на последующих уточняется и дополняется.

На начальном этапе разработки онтология предметной области является неструктурированной и должна быть организована таким образом, чтобы быть понятной как компьютерам, так и людям. Этой цели могут служить специальные таблицы, представляющие собой шаблоны для форматирования в соответствии с предметной областью. Такие таблицы не зависят от используемых инструментов разработки онтологии или языка программирования и привлекательны в задачах документирования процесса проектирования онтологии, повышения эффективности и определения общего процесса направления разработки.

Согласно принятой модели онтологии должны применяться два вида таблиц: таблица понятий  $P$  (таблица 3.1) и таблица отношений  $V$  (таблица 3.2). Каждое подмножество понятий  $\{p_i - 1\}$  должно иметь соответствующее отражение в таблице, в то время как каждое отношение  $\{v_k - 1\}$  между понятиями должно быть занесено в таблицу отношений. Таблицы понятий и отношений служат организации в иерархическую структуру

неструктурированных данных. Эта разработка предполагает, что семантическая идентификация ключевой информации может быть эффективно проведена в соответствии с минимальным набором понятий, присущих материальным объектам применительно к рассматриваемым изделиям. Для понятий (терминов) онтологии в области протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации нами предлагаются следующие идентификационные признаки: «изделие», «функция», «сырье и материалы», «детали», «технология изготовления», «стандарт», «травмы, деформации и болезни», «производитель» (см. табл. 3.1). Отметим, что предложенный набор понятий и отношений не следует считать окончательным и может дополняться по мере углубления исследований ассортимента изделий для разработки онтологии.

Таблица 3.1

Пример организации таблицы понятий (терминов) онтологии протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации

Понятие	Пример понятия	Фонд знаний	Пример фонда знаний
Изделие	Ортопедическая обувь	Online-offline – каталоги, справочники, технические тексты.	[51]
Функция	Коррекция деформации стопы	Online-offline – каталоги, справочники, технические тексты.	[51]
Сырье и материалы	Кожа	Online-offline – каталоги, справочники, техническая документация	[87]
Детали	Жесткий задник	Online-offline – каталоги, справочники, технические тексты	[15]
Технология изготовления	Индивидуальное производство	Техническая документация	[16]
Стандарт	ГОСТ Р 54407-2011 Обувь ортопедическая.	Библиотека нормативных документов	[88-92]

	Общие технические условия		
Травмы, деформации и болезни костно- мышечной системы	Плоскостопие	Online-offline – каталоги, справочники	[93]
Производитель	Частное предприятие	Перечень производителей промышленной продукции	[94]

Таблица 3.2

Таблица отношений между понятиями предметной области протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации

Отношения	Определение взаимосвязи
is-a	Формирует отношения между абстрактными и частными понятиями.
Имеет Функцию	Связывает понятие изделия и его функциональное назначения.
Изготавливается Из	Служит для указания материалов, используемых в изготовлении продукта.
Имеет Деталь	Указывает из каких деталей состоит изделие.
изготавливается По Технологии	Отношение определяет технологию изготовления детали или готового изделия.
изготавливается По Стандарту	Определяет стандарт, которому может соответствовать готовое изделие, деталь, сырье или материалы.
Назначается При	Указывает на заболевание, при котором назначается изделие или средство реабилитации.

Таким образом подобные таблицы могут обеспечить условное описание основных взаимосвязей между понятиями предметной области, выявленных из системы знаний эксперта. Для структуризации знаний о технических средствах реабилитации использованы разработанные нами классификации средств опорных для ходьбы, кресел-колясок, ортезов, ортопедической обуви, изделий обувных ортопедических (см. гл.2).

### 3.3 Подходы к преобразованию реляционных баз данных в базы знаний

Реляционная база данных представляет собой массив файлов, который служит для хранения данных в информационной системе. Основными элементами реляционной модели являются [66]:

- *отношения*, которые имеют графическую интерпретацию в виде таблицы;

- *атрибуты*, которые можно рассматривать как столбцы таблицы. Каждый атрибут принадлежит конкретному отношению. Минимальный набор атрибутов, которые однозначно определяют элемент отношения (кортеж, т.е. строку в таблице) является потенциальным ключом для этого отношения. В случае, если существует более одного потенциального ключа, один из них назначается в качестве первичного и используется для идентификации этого отношения. Внешним ключом называется «отношение - родитель», представляющее собой набор атрибутов, которое ссылается на кортеж в другом отношении называемом «отношение - потомок»;

- *домены*, представляющие собой наборы постоянных значений. Каждый атрибут связан с определенным доменом и все его значения являются элементами этого домена. На рис. 3.2 представлена предложенная нами схема модели реляционной базы данных.

Как было отмечено в разделе 3.1 стандартный процесс проектирования баз данных состоит из трех этапов: *а)* концептуального, *б)* логического и *в)* проектирования физической модели базы данных. Переход от концептуальной модели к логической выполняется по хорошо отработанным стандартным алгоритмам [67], которые определяют соответствия между элементами моделей. Преобразование концептуальной модели в логическую реляционную представляет собой неререверсивный процесс и является предметом обратного проектирования баз данных, т. е. восстановления исходной концептуальной модели из логической.

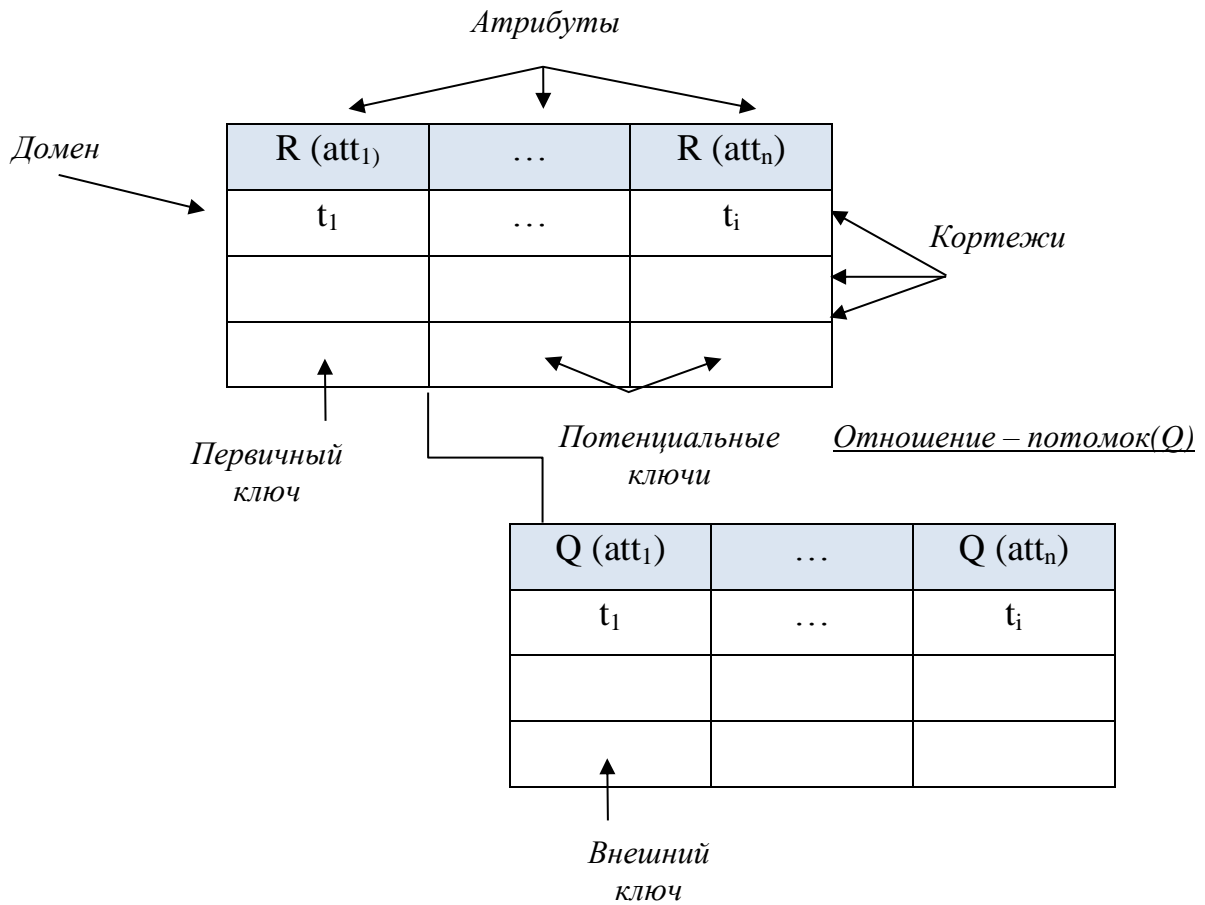
Отношение – родитель (R)

Рисунок 3.2 Схема модели реляционной базы данных, где R: отношение – родитель; Q: отношение-потомок; R (att<sub>1</sub>, att<sub>2</sub>...att<sub>n</sub>), Q (att<sub>1</sub>, att<sub>2</sub>...att<sub>n</sub>): атрибуты отношений; (t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>...t<sub>i</sub>): кортежи; t<sub>i</sub>: домен

Принципиально другая концепция определяет сущность способа структуризации информации на основе методов разработки моделей знаний или онтологий. Согласно [68], онтология – это набор элементов, содержащих:

- набор понятий (терминов) предметной области;
- совокупность отношений между понятиями, описанных в рамках ограничения домена;
- таксономию понятий с множественным наследованием;
- таксономию отношений с множественным наследованием;

– набор аксиом, которые описывают дополнительные ограничения онтологии и позволяют выводить новые факты из уже явно заявленных. Представим элементы онтологии в виде схемы (рис. 3.3).

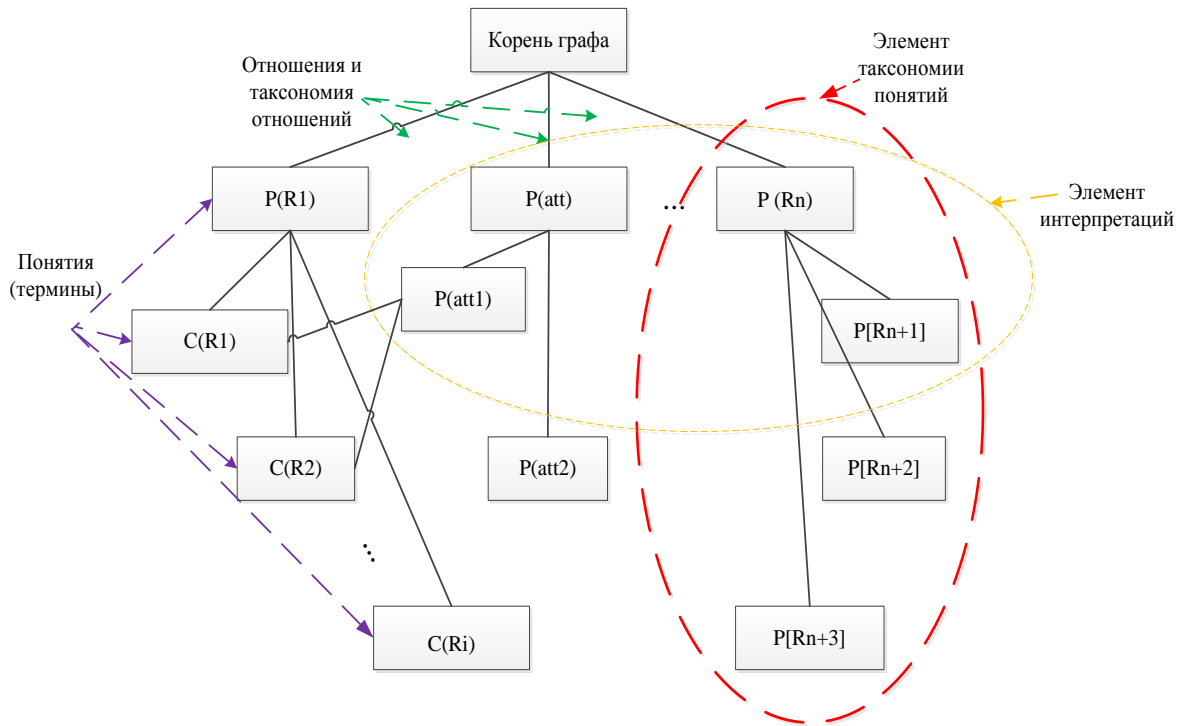


Рисунок 3.3 Схема модели онтологии предметной области

Общий подход преобразования реляционной базы данных в граф онтологии предложен Тимом Бернерсом - Ли [69], который является основой многих методов разработки онтологий.

Согласно этому подходу:

1. Каждое отношение  $R$  сопоставляется с классом  $P(R_n)$ ;
2. Каждый кортеж отношения  $R$  сопоставляется с узлом онтологии типа  $C(R)$ ;
3. Каждый атрибут отношения  $R$  сопоставляется со свойством  $P(att)$ ;
4. Для каждого кортежа  $R[t]$ , значение атрибута  $att$  сопоставляется со значением свойства  $P(att)$  для узла, соответствующего кортежу  $R[t]$ .

Эти положения применимы к любому экземпляру реляционной базы данных, и в значительной степени обеспечивают автоматизацию. Однако, в

результате экспорта реляционной базы данных, получается упрощенная онтология, похожая на копию схемы базы данных [70]. Методы, совершенствующие и развивающие базовый подход, допускают более сложные преобразования и позволяют обнаружить семантически значимую информацию в структуре реляционной базы данных.

Преобразования реляционных баз данных и онтологий определяются:

- интеграцией информации из реляционной базы данных в существующую онтологию;
- созданием новой онтологии из экземпляра реляционной базы данных.

В первом случае, онтология должна моделировать предметную область, схожую с областью базы данных. По этой причине, онтология для интеграции подбирается экспертом, которому известно смысловое содержимое базы данных. Для случаев создания новой онтологии из реляционной базы данных, наличие базовой онтологии для интеграции базы данных не является обязательным условием. Эти методы допускают экспорт данных без участия эксперта, т.е. в автоматизированном режиме.

По уровню автоматизации подходов выделяют: автоматические, полуавтоматические и выполняемые с участием эксперта. Подходы, выполняемые с участием эксперта, по определению захватывают истинный смысл логической схемы реляционной базы данных, тогда как чисто автоматические инструменты редко могут достичь высокого уровня интерпретации семантически значимых данных. Это происходит главным образом потому, что эксперт самый надежный источник семантики при экспорте базы данных.

Инженерные и бизнес-системы должны опираться на эталонную модель знаний, содержащие четкие и однозначные сведения о предметной области [71]. При разработке онтологий для промышленных, коммерческих секторов

предпочтительны преобразования реляционных баз данных в системы баз знаний является экспертный подход.

Известно несколько инструментов преобразования баз данных в онтологию предметной области на основе экспертного подхода:

- MASTRO [72];
- METAmorphoses [73];
- OntoAccess [74].

Фреймворк *MASTRO* выполняет сопоставление реляционной базы данных и онтологии, используя конъюнктивные запросы. Фреймворк *MASTRO* – это набор инструментов доступа к содержимому онтологий, который переформулирует конъюнктивный запрос на языке DL-Lite в SQL-запрос понятный реляционной базе данных. *MASTRO* дополнен плагином *OBDA* для популярного редактора онтологий *Protégé*. Плагин отображает преобразования между базой данных и онтологией средствами графического интерфейса.

Приложение *METAmorphoses* использует двухуровневую архитектуру для генерации графа онтологии, может задействовать термины и понятия из других популярных онтологий. Первый уровень приложения преобразует данные на языке XML. На втором уровне пользователь может указать точный вывод графа онтологии в терминах другого языка на основе XML, повторно используя определения из первого уровня.

Подход, реализованный в приложении *OntoAccess*, вводит язык сопоставления R3M для генерации графа онтологии из реляционной базы данных. Подход *OntoAccess* сосредоточен вокруг оперативного обновления онтологии динамически изменяющимися сведениями из реляционной базы данных, однако поддерживает только тривиальные отношения между классами, атрибутами и связями между отношениями.

Дать общую оценку предложенных решений очень сложно, если вообще возможно, в виду их функциональных различий. В целом, эти решения являются



общедоступным программным обеспечением, достигшим определенного уровня зрелости с активной поддержкой разработчиков.

Нами разработана онтология предметной области протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации, подробная формализация которой должна быть осуществлена из баз данных поставщиков сырья, фирм-производителей, ритейлеров при помощи MASTRO-, METAmorphoses-, Onto Access-инструментов преобразования реляционных баз данных в онтологию [71, 109], что и рассматривается в следующей главе диссертации.

### **ВЫВОДЫ ПО ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ**

1. На основе анализа методов хранения и обработки знаний в сети Интернет показано, что значительный объем, слабая структурированность и высокая распределенность информации затрудняют удовлетворение поискового запроса пользователя.
2. Для систематизации сведений о протезно-ортопедических изделиях и средствах реабилитации предложена модель онтологии, включающая подмножества понятий, отношений и функцию интерпретации.
3. Разработаны таблицы понятий и отношений, служащие для организации в иерархическую структуру неструктурированных данных об ортопедической обуви, изделиях обувных ортопедических, протезах и ортезах, средствах опорных для ходьбы и креслах-колясках. Таблицы могут быть применены в решении задач документирования процесса разработки, повышения эффективности и определения траектории проектирования онтологии.
4. Рассмотрены основные подходы к преобразованию реляционных баз данных в онтологию, заключающиеся в:
  - интеграции информации из реляционной базы данных в существующую онтологию;
  - создании новой онтологии для базы знаний из экземпляра реляционной базы данных.

#### **4. РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИИ ПРОТЕЗНО-ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И СРЕДСТВ РЕАБИЛИТАЦИИ**

В литературе по искусственному интеллекту содержится много определений онтологии [68]. В настоящей работе принято, что онтология представляет собой явное описание классов предметной области, свойств каждого класса и ограничений, наложенных на классы, отношения и экземпляры классов. Онтологию некоторой области знаний вместе со сведениями о свойствах конкретных объектов часто называют «базой знаний». В главе рассмотрены вопросы разработки онтологии протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации, составления запросов к онтологии на языке SPARQL, интеграции данных о конкретных объектах в онтологию в условиях протезно-ортопедических предприятий и получения таким образом базы знаний.

##### **4.1 Наполнение онтологии и среда разработки**

Для разработки онтологий существует несколько языков описания [76]:  
CycL, KIF, Common Logic (CL), OWL.

Из представленных языков более всего подходит язык OWL, так как:

- в языках KIF и Common Logic упор сделан на возможность конвертирования знаний, на логические функции, в ущерб наглядности;
- в языке OWL результатом описания онтологии в большинстве случаев является документ RDF/XML либо OWL/XML, которые могут быть разобраны на теги, что позволит интегрировать онтологию в базу данных.

Среды разработки онтологий [95]:

1. Protégé - бесплатный редактор онтологий с открытым исходным кодом и база знаний (используется язык описания OWL). Разработчик Stanford Center for Biomedical Informatics Research
2. Ontolingua - это система описания онтологий в форме, совместимой с

несколькими языками представления (в основном используется KIF. Предоставляет формы для определения классов, отношений, функций, объектов и теорий.

Таким образом, наиболее подходящей средой разработки является программа Protégé, использующая язык описания OWL. Разработанная нами база знаний содержит 9 групп классов (рис. 4.1): «Протезно-ортопедические изделия и средства реабилитации», «Сырье и материалы», «Стандарт», «Детали», «Свойства», «Функция», «Технология изготовления», «Травмы, деформации и болезни костно-мышечной системы», «Производитель».

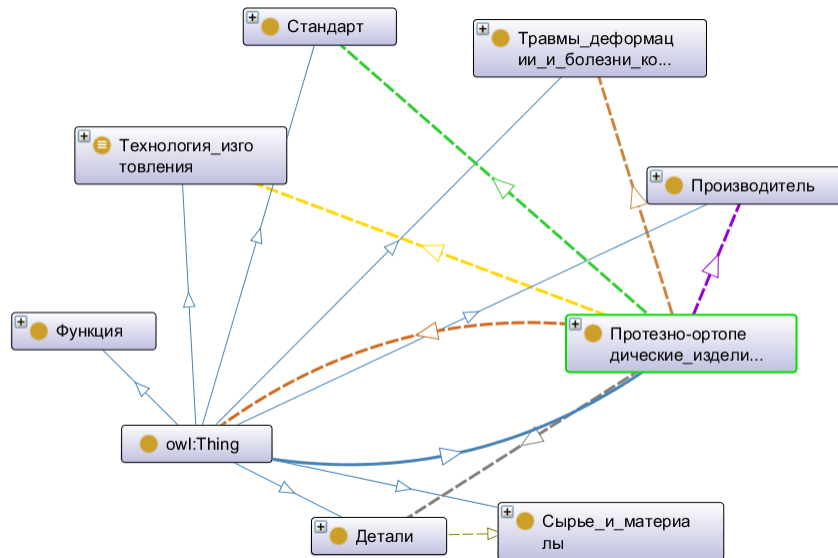


Рисунок 4.1 Классы базы знаний протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации [109]

Классы являются основой большинства онтологий. Классы описывают понятия предметной области. Классы могут иметь подклассы, которые представляют более специфичные понятия, чем суперкласс. Например, класс «Протезно-ортопедические изделия и средства реабилитации» предназначен для всех изделий этой группы. На рисунке 4.2 изображен граф класса «Протезно-ортопедические изделия и средства реабилитации», который имеет подклассы (отношение has subclass) «Протезы и ортезы», «Кресла-коляски», «Средства

опорные для ходьбы», «Ортопедическая обувь», «Изделия обувные ортопедические». Пунктирными линиями на рисунке 4.2 изображены отношения (зависимости) класса «Протезно-ортопедические изделия и средства реабилитации» с другими классами онтологии: «Стандарт», «Травмы, деформации и болезни костно-мышечной системы», «Сырье и материалы», «Технология изготовления», «Детали», «Производитель», «Функция».

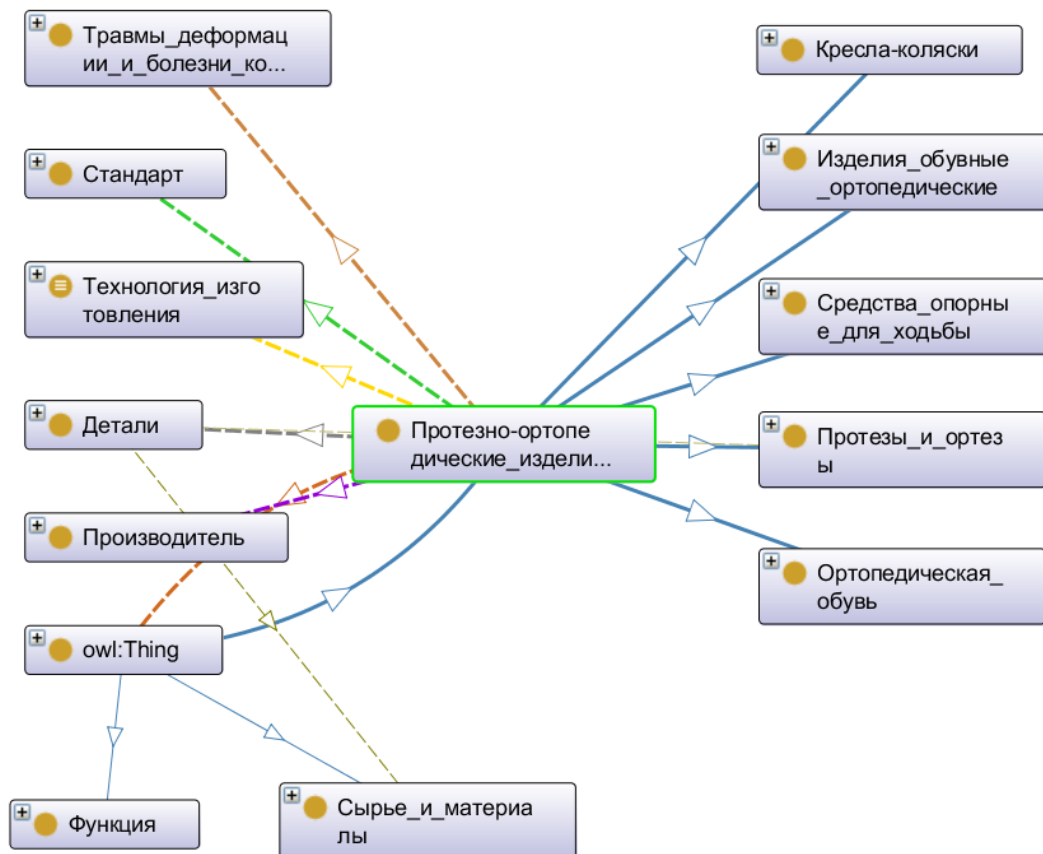


Рисунок 4.2 Класс «Протезно-ортопедические изделия и средства реабилитации»

Для описания классов, имеющих общие характеристики, следует использовать специальные выражения, иначе говоря – ключевые слова. Ключевые слова используют как для описания имен классов, так и для написания сложных выражений классов. Для создания подробных описаний моделируемой области выражения классов могут быть вложены на произвольную глубину. Синтаксис языка OWL содержит следующие ключевые слова: *some*, *value*, *only*,

*min, max, exactly, and, or, not* [77]. Например, для описания класса «Сложная ортопедическая обувь» можно использовать выражение «изготавливается по технологии *only* Индивидуальное\_производство», которое означает, что сложная ортопедическая обувь изготавливается только по индивидуальному заказу.

Отношения (или зависимости) также, как и классы, могут иметь иерархическую структуру. В разработанной онтологии отношения «производит», «изготавливается из», «изготавливается по стандарту», «изготавливается по технологии», «имеет деталь», «имеет функцию», «назначается при» находятся на одном подуровне (рис. 4.3).

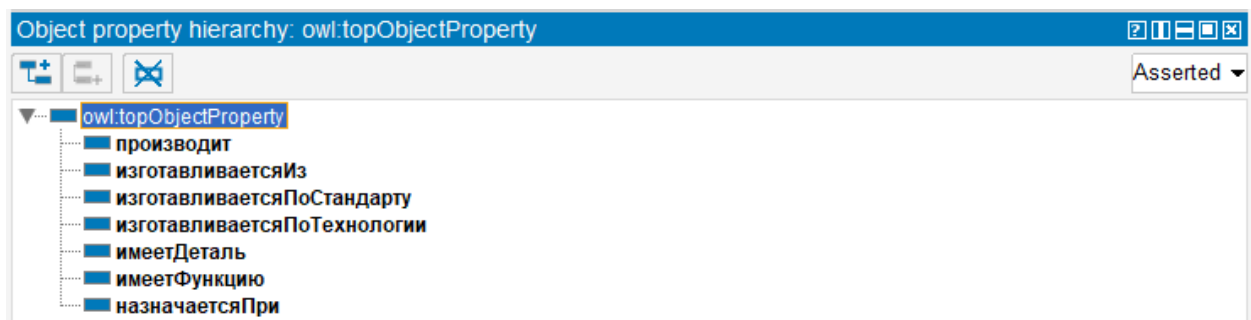


Рисунок 4.3 Иерархия отношений онтологии протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации

На рисунке 4.4 приведен фрагмент описания класса «Туфли» в онтологии «протезно-ортопедические изделия и средства реабилитации». В данном конкретном примере класс «Туфли» является подклассом множества «Малосложная ортопедическая обувь», имеет детали «Геленок», «Заготовка верха обуви», «Основная стелька», «Подносок», «Подошва», «Простилка», «Вкладная стелька», «Жёсткий задник», назначается при Продольном плоскостопии I-III степени, изготавливается по технологии «Массовое производство» или «Индивидуальное производство». Каждый класс может иметь свои экземпляры класса.

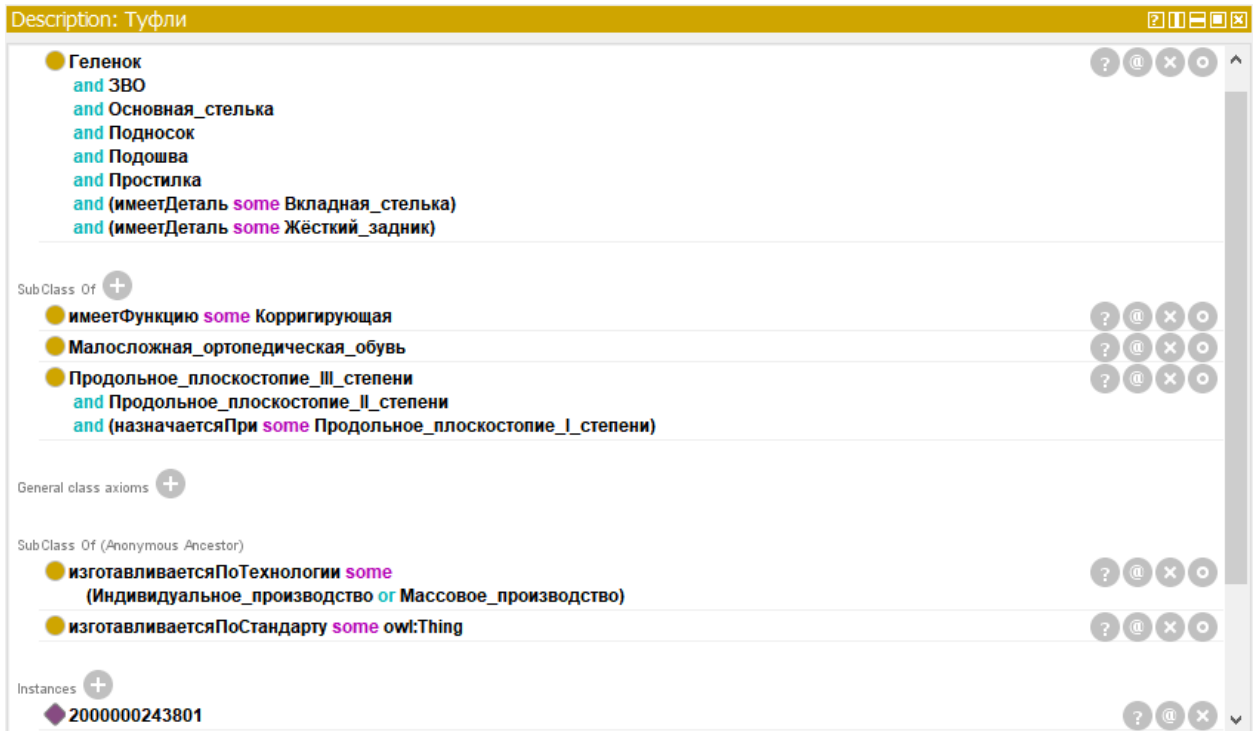


Рисунок 4.4 Класс «Туфли»

Например, конкретные ортопедические изделия являются экземплярами класса. Туфли, в которые Вы обуты, когда читаете эту работу, являются экземпляром класса «Туфли». На рисунке 4.5 приведен экземпляр класса «Туфли».

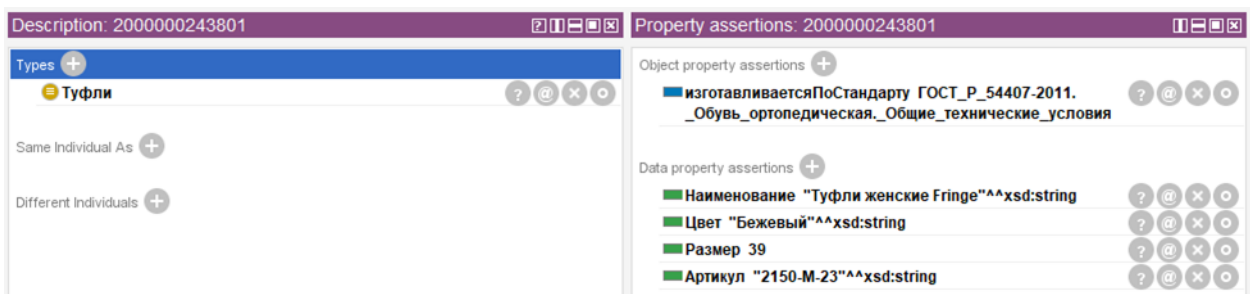


Рисунок 4.5 Экземпляр класса «Туфли»

Каждый экземпляр класса может иметь отношение к любому другому экземпляру. Например, для экземпляра класса «Туфли» можно задать отношение «изготавливается по Стандарту» и связать его с экземпляром класса «Стандарт»

- «ГОСТ Р 54407-2011. Обувь ортопедическая. Общие технические условия».

Для экземпляров класса можно задать индивидуальные характеристики или свойства (см. рис 4.5). В разработанной онтологии протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации для экземпляров классов изделий предложены следующие характеристики: «Наименование», «Цвет», «Размер», «Артикул». В Приложении Б приведен листинг программного кода экземпляра класса «Туфли».

В производственной и сбытовой деятельности фирмы используют штриховые коды, содержащие информацию необходимую для идентификации товаров. Как правило, для идентификации применяют артикулы формата GTIN (*англ.* Global Trade Item Number), который состоит из цифр [78].

Удобно использовать артикулы формата GTIN для наименований экземпляров классов изделий в случае, если их использует производитель протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации. Применение GTIN позволит гармонизировать данные об изделиях между базой знаний и каталогами товаров производителей. В ином случае, допустимо применять любой другой метод идентификации изделия, принятый в организации или участниками промышленного сектора.

Как было сказано выше, между классами и экземплярами могут быть заданы отношения, а для каждого отношения - определенные виды и свойства [79]. Перечислим их:

- функция – каждому элементу онтологии может соответствовать не более одного элемента. Другими словами, обеспечивается единственность значения отношения. Если в качестве значений отношения указаны несколько элементов, они будут помечены как предполагаемые.
- обратная функция – обращает зависимость, выражаемую функцией. Схемы отношений представлены на рисунке 4.6.

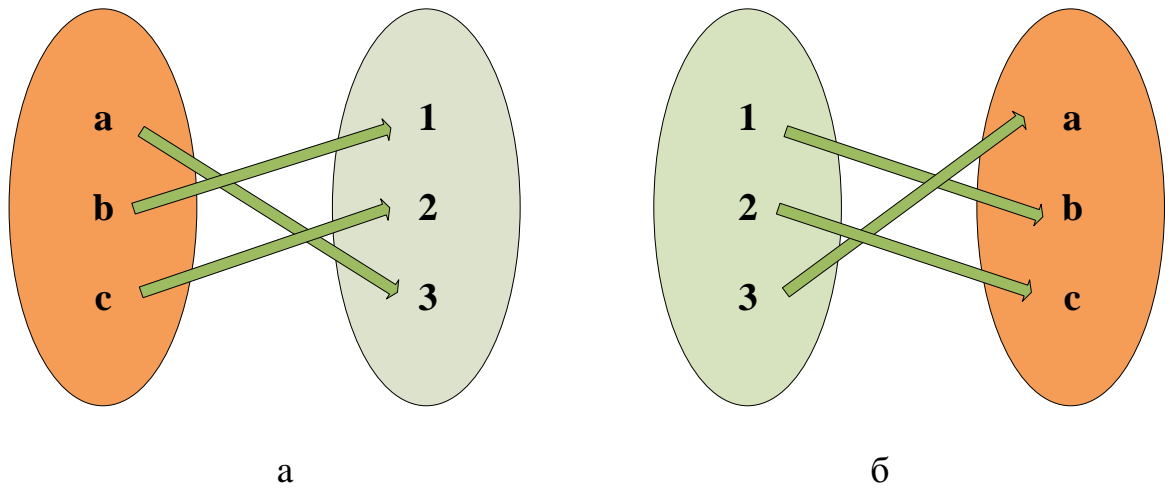


Рисунок 4.6 Виды отношений:

а - функция, б - обратная функция

- транзитивность – свойство, которое означает, что если элемент  $x$  связан с элементом  $y$ , а элемент  $y$  связан с элементом  $z$ , то элемент  $x$  будет связан с элементом  $z$ . Другими словами, если отношение транзитивно, подразумевается один «прыжок» по цепочке по заданному свойству (рис. 4.7).

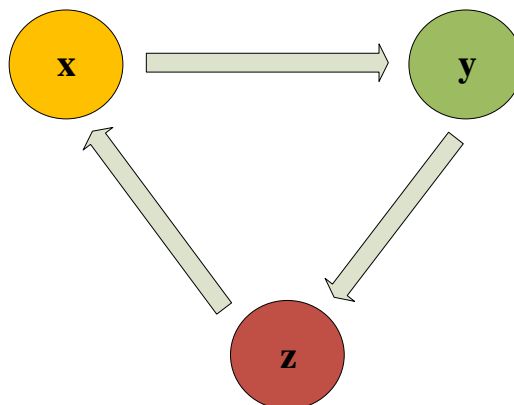


Рисунок 4.7 Транзитивное отношение

- симметричное отношение - отношение, не зависящее от порядка элементов. Поэтому, если элемент  $x$  связан с элементом  $y$ , то элемент  $y$



также должен быть связан с элементом  $x$  одним и тем же отношением. Другими словами, если есть пара  $(x, y)$ , то есть и пара  $(y, x)$ , а если нет, значит нет обеих (рис. 4.8).

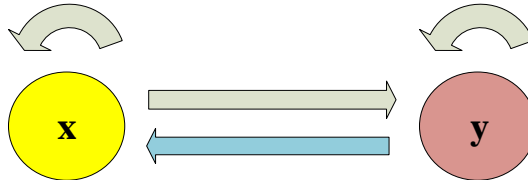


Рисунок 4.8 Симметричное отношение

- антисимметричное отношение – утверждение, что если элемент  $x$  связан с элементом  $y$ , то элемент  $y$  не связан с элементом  $x$  тем же отношением. Другими словами, если есть пара  $(x, y)$ , то другой нет, и наоборот.
- рефлексивное отношение – утверждение, что отношение является рефлексивным. Другими словами, любой элемент находится в отношении с самим собой (рис. 4.9).

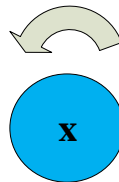
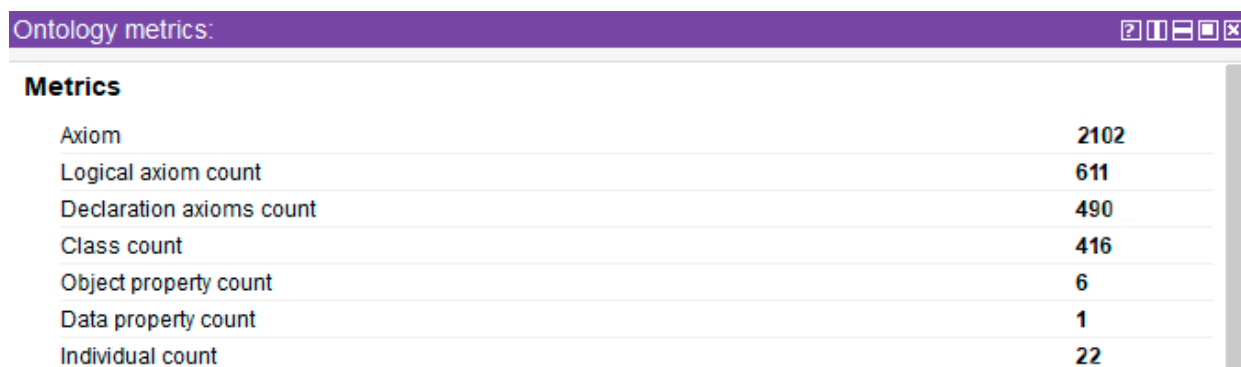


Рисунок 4.9 Рефлексивное отношение

- иррефлексивное отношение означает, что элемент не может быть связан с самим собой через это отношение.

По намеченной модели созданы элементы онтологии. В результате наполнения онтологии сформировано 416 классов, 6 отношений, определяющих свойства элементов онтологии и 22 экземпляра классов. Количество некоторых элементов представлено на рис. 4.10. Онтология рекомендуется в качестве

модуля электронного каталога протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации.



The screenshot shows a window titled 'Ontology metrics' with a purple header. Below the header is a table with the following data:

<b>Metrics</b>	
Axiom	2102
Logical axiom count	611
Declaration axioms count	490
Class count	416
Object property count	6
Data property count	1
Individual count	22

Рисунок 4.10 Метрики онтологии

Разработанная онтология [99] может быть ориентирована на задачи семантического поиска – элемента информационной системы для повышения эффективности снабжения населения реабилитационными изделиями и услугами. Вопросам семантического поиска в предметно-ориентированной онтологии посвящен следующий раздел диссертации.

#### **4.2 Семантический поиск в предметно-ориентированной онтологии**

Для онтологии протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации необходима возможность семантического поиска, т.е. поиска основанного на использовании контекстного (смыслового) значения запрашиваемых фраз, вместо словарных значений отдельных слов или выражений при поисковом запросе. Остается актуальной задача понимания естественно-языковых запросов информационными системами [80].

В настоящее время существует достаточно большое количество вопросно-ответных систем, основанных на семантических технологиях: AskNow [81], Sina [82], Xser [83]. Хотя в этих системах используются разные методы и средства обработки поисковых запросов, каждая из них трансформирует исходный запрос в SPARQL-запрос.

SPARQL содержит возможности для запроса обязательных и необязательных графовых шаблонов онтологии, а также их соединений и дизъюнкций. SPARQL также поддерживает агрегацию, подзапросы, отрицание, создание значений с помощью выражений, тестирование расширяемых значений и ограничение запросов по исходному графу онтологии. Синтаксис языка SPARQL аналогичен SQL. Полное описание данного синтаксиса вместе с примерами представлено в [84].

Общая схема SPARQL-запроса SELECT представлена на рисунке 4.11

```

PREFIX
  # префиксные объявления - служат для указания сокращений
  универсальных идентификаторов ресурса (URI),
  # используемых в запросе.
FROM ...
  # источники запроса - определяют какие RDF-графы запрашиваются.
SELECT ...
  # состав результата - определяет возвращаемые элементы данных.
WHERE {...}
  # шаблон запроса - определяет, что запрашивать из набора данных.
ORDER BY ...
  # модификаторы запроса - ограничивают, упорядочивают,
  преобразуют результаты запроса.

```

Рисунок 4.11 Общая схема SPARQL-запроса

С помощью SPARQL-запроса можно ставить ограничения на диапазон значений характеристик экземпляров классов и выбирать те экземпляры, которые обладают нужными свойствами [85, 86]. Например, для ортопедического снабжения, относящегося к классу «Обувные изделия ортопедические», имеющего корригирующую функцию и подходящего при деформации «Продольное плоскостопие», будет соответствовать следующий запрос (рис. 4.12).

```

SPARQL query:
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?object
  WHERE {
?subject rdfs:type owl:NamedIndividual
?subject rdfs:type owl:NamedIndividual
?subject ont: Обувные_изделия_ортопедические ont: функция
?subject ont: Травмы_и_заболевания_опорно-двигательного_аппарата ?object назначаетcяПри {FILTER (?object Продольное_плоскостопие)}}

```

Рисунок 4.12 SPARQL-запрос к онтологии протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации

SPARQL позволяет создавать и исполнять семантические запросы к онтологии, что обеспечивает решение задач поиска необходимых знаний по определенным условиям [100, 103]. Применение технологий семантического поиска может способствовать сокращению временных затрат на подбор потребителем нужного ортопедического снабжения в общем ассортименте предприятия.

### 4.3 Апробация базы знаний в условиях протезно-ортопедических предприятий

Успешное функционирование предприятий во многом зависит от качества информационной поддержки бизнеса, обеспечиваемой информационными системами (рис. 4.13). Большинство крупных российских компаний уже внедрило или находится в стадии внедрения специализированных информационных систем класса. Эти системы позволяют решить задачи тактического (ERP) и оперативного уровня управления (MES) [101].

Для решения инженерных задач распространены системы класса CAD и PDM. PDM (*англ.* Product Data Management) — инженерные системы хранения и управления данными о процессах, связанных с разработкой, производством и обслуживанием изделий.

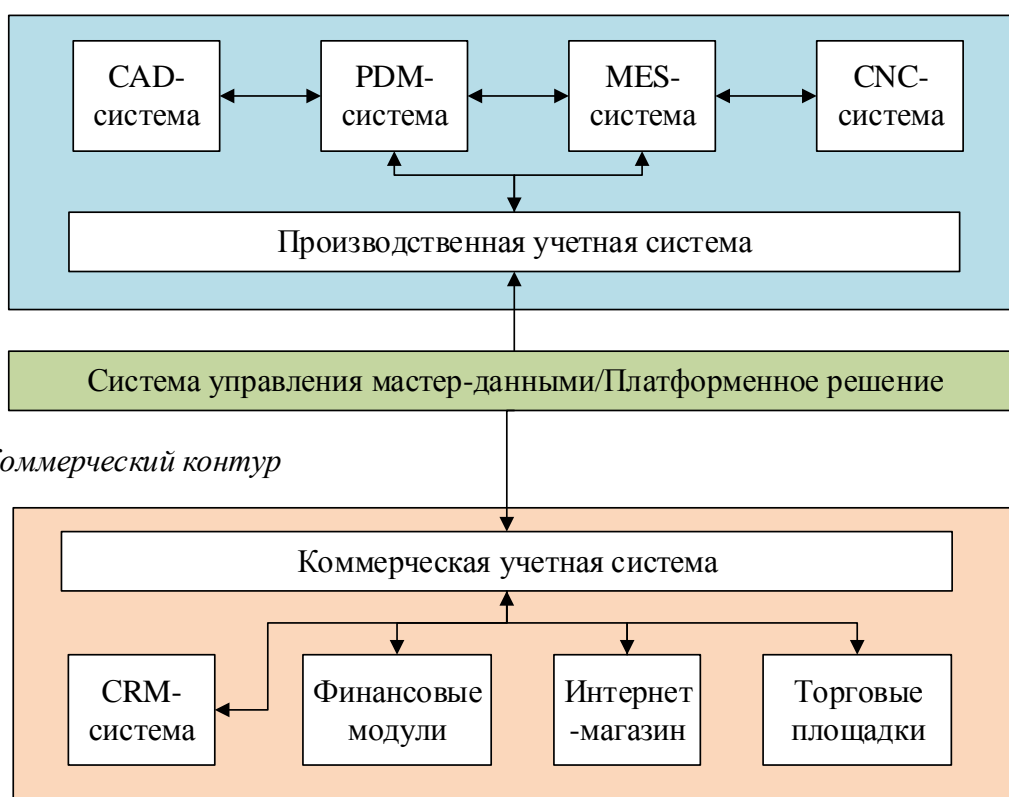
*Промышленный контур*

Рисунок 4.13 Информационная система промышленного предприятия

CAD (*англ.* Computer-aided design) — информационные системы для компьютерного проектирования изделий. Некоторые CAD-системы имеют функции подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ (CNC), выполнения инженерного анализа и симуляции физических процессов.

Технологии розничных и оптовых продаж реализуют системы класса CRM, интернет-магазины, торговые площадки (marketplace). Программные приложения класса CRM (*англ.* Customer Relationship Management) нацелены на автоматизацию взаимодействия фирм с клиентами и могут включать функции: управления продажами, оптимизации маркетинга, обслуживания и послепродажной поддержки заказчиков.

Большинство фирм-производителей протезно-ортопедических изделий имеют собственные интернет-магазины. Часть из них поставляют изделия

собственного производства онлайн-торговым площадкам. Такие онлайн-платформы объединяют сведения о товарах третьих лиц, создают условия для заказа, оплаты и доставки [97].

В условиях многообразия информационных систем доступ к унифицированным и согласованным данным об изделиях часто оказывается затруднен [104, 105]. Например, при оптимизации приложений базы данных могут подвергаться модификациям, что приводит к потере первоначальной концептуальной модели данных. Данные могут храниться и воспроизводиться без согласованной концептуальной модели, так что информация оказывается рассеянной по нескольким независимым (возможно, гетерогенным) источникам данных, а исходные данные, как правило, оказываются избыточными и взаимно несовместимыми [106, 107]. Для решения этой проблемы привлекательно использовать системы управления мастер-данными, онтологии или базы знаний, связанные с внешними источниками, например, базами данных предприятий (рис. 4.14) [108]. Онтологию, содержащую сведения о конкретных объектах, полученных, например, из внешних баз данных, называют базой знаний. Такой подход обеспечивает корректность структуры данных, а следовательно повышает качество ответов при запросе к информационной системе.

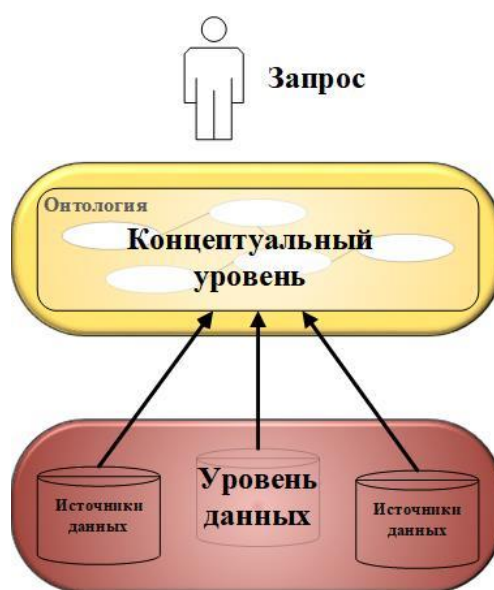


Рисунок 4.14 Схема доступа к данным на основе онтологии

Для осуществления обмена информацией между источниками данных и базой знаний нами разработана база данных протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации, основанная на реляционной модели данных [18, 54, 96]. Структура базы данных протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации в виде схемы представлена на рис. 4.15.

База данных реабилитационных изделий состоит из 10 таблиц (названы по-английски, чтобы избежать проблем с несовпадением кодировок, возникающих довольно часто при использовании кириллицы), которые условно делятся на 3 группы. Первая группа состоит из таблиц Product и Category, при помощи которых объекту присваивается описание общих для всех объектов свойств и отношение к одной из 4 категорий ассортимента технических средств реабилитации. Вторая группа описывает каждый объект уникальным набором свойств и включает в себя следующие таблицы: Options, Properties, List\_options\_items, List\_size и Size. Третья группа, состоящая из таблиц Res\_range, Res\_range sum хранит результаты ранжирования объектов, необходимы для отображения выборки по запросу. Таблиц Hide\_prop позволяет настраивать расширенные и короткие списки свойств для каждой категории элементов базы данных [17, 75].

Рассмотрим отдельно имена полей и типы данных каждой из таблиц базы данных протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации программного комплекса поиска изделий.

Таблица Product из 1-ой группы содержит в себе повторяющиеся у всех изделий типы данных. Например, категория, артикул, цена и т.д. В ней содержатся следующие поля:

I\_items\_id – уникальный номер объекта целочисленного типа, является первичным ключом, автоматически увеличивающийся на единицу при каждом добавлении записи;

I\_id – артикул товара;

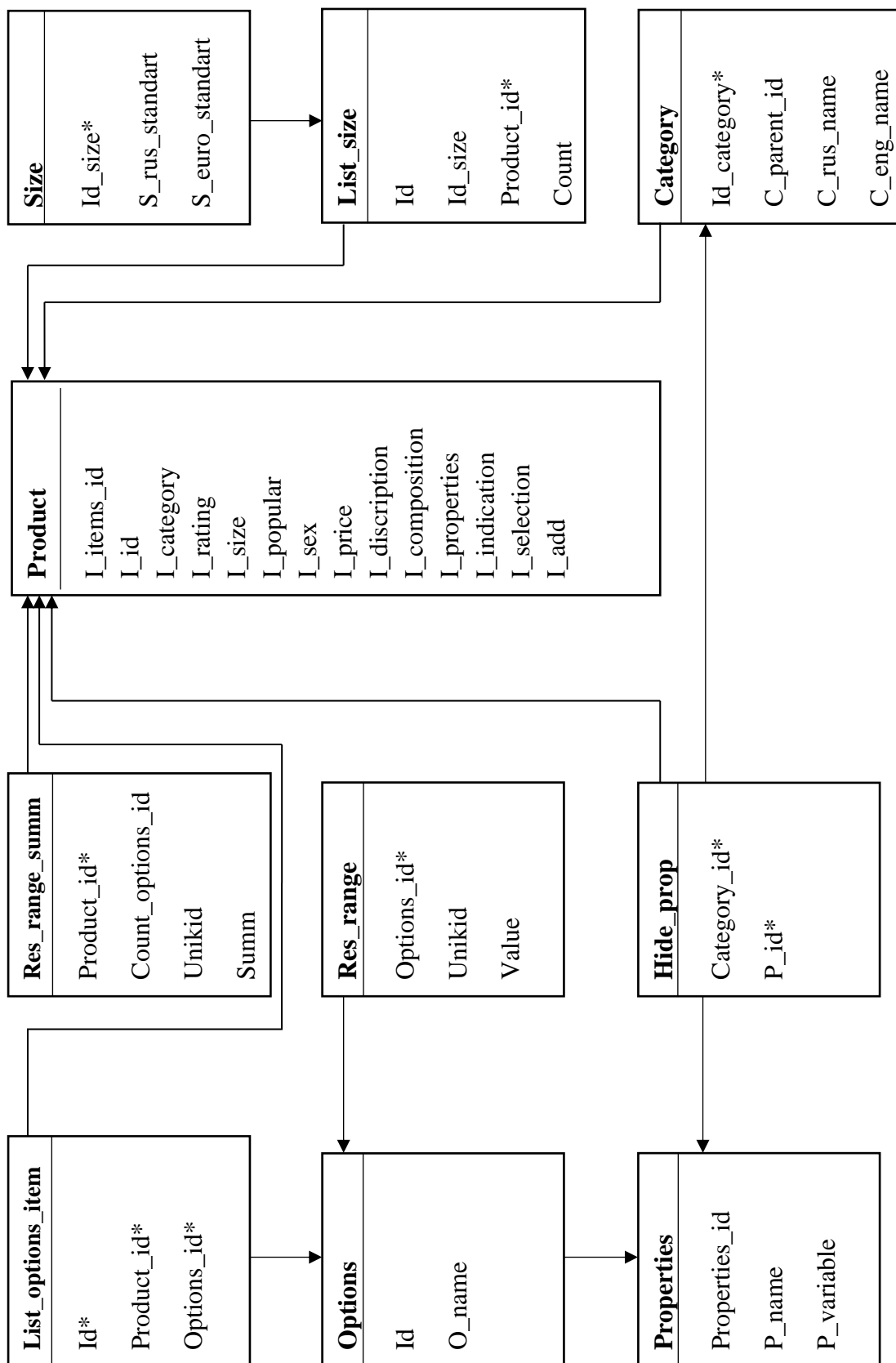


Рисунок 4.15 Структура базы данных протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации и схема логической связи между таблицами базы данных



I\_category – категория товара;

I\_rating – рейтинг;

I\_size – размер изделия;

I\_popular – популярность;

I\_sex –род;

I\_price – цена;

I\_discription – краткое описание изделий;

Следующие поля таблицы Product предназначены для хранения и передачи информации, способствующей оперативному подбору ортопедической обуви, профилактических и лечебных устройств, а также корректирующих приспособлений различных видов:

I\_composition – материалы и конструкционные особенности ортопедического изделия или средства реабилитации;

I\_properties – биомеханическое воздействие на опорно-двигательный аппарат;

I\_indication – медицинские показания к применению;

I\_selection – особенности подбора изделия и схемы использования;

I\_add – поле дополнительного описания.

Таблица Product является определяющей и представляет собой функциональную основу электронного каталога ортопедических изделий и средств реабилитации. Практически все логические связи, так или иначе, приводят к ней через первичный ключ Product\_id. В таблице 4.1 указаны типы данных полей таблицы Product.

Таблица 4.1  
Имена полей и типы данных таблицы Product

Имя поля	Тип данных
I_items_id	Счетчик
I_id	Короткий текст

I_category	Числовой
I_rating	Числовой
I_size	Числовой
I_popular	Числовой
I_sex	Короткий текст
I_price	Числовой
I_discription	Длинный текст
I_composition	Длинный текст
I_properties	Длинный текст
I_indication	Длинный текст
I_selection	Длинный текст
I_add	Длинный текст

Таблица Category (таблица 4.2) позволяет структурировать объекты из таблицы Product на категории и подкатегории. В ней содержатся следующие поля:

Id\_category – уникальный номер объекта в базе данных целочисленного типа, который является идентификатором подкатегории объектов, а также первичным ключом;

C\_parent\_id – номер объекта целочисленного типа, который является идентификатором подкатегории объектов.

C\_rus\_name – название подкатегории;

C\_eng\_name – название подкатегории на иностранном языке.

Таблица 4.2

Имена полей и типы данных таблицы Category

<b>Имя поля</b>	<b>Тип данных</b>
Id_category	Числовой
C_parent_id	Числовой
C_rus_name	Короткий текст
C_eng_name	Короткий текст

Следующая таблица `properties` (таблица 4.3) содержит в себе все наименования признаков с уникальными идентификаторами объектов из таблицы `product`. Она включает поля:

`Properties_id` – уникальный номер объекта целочисленного типа, является первичным ключом, автоматически увеличивающийся на единицу при каждом добавлении записи;

`P_name` – наименование признака;

`P_variable` – поле дополнительного описания.

Таблица 4.3

Имена полей и типы данных таблицы `Properties`

Имя поля	Тип данных
<code>Properties_id</code>	Числовой
<code>P_name</code>	Короткий текст
<code>P_variable</code>	Короткий текст

Таблица `Options` (таблица 4.4) содержит значения наименований таблицы `properties`. Обе таблицы обеспечивают возможность структуризации каталога через составление запроса к основной таблице и позволяют производить необходимую выборку.

Она включает следующие поля:

`Id` – уникальный номер объекта целочисленного типа, является первичным ключом, автоматически увеличивающийся на единицу при каждом добавлении записи;

`O_name` – наименование признака.

Таблица 4.4

Имена полей и типы данных таблицы `Options`

Имя поля	Тип данных
<code>Id</code>	Счетчик
<code>O_name</code>	Короткий текст

Таблица List\_options\_item (таблица 4.5) связывает объекты из таблицы product и options. Она содержит поля:

Id – уникальный номер объекта целочисленного типа, является первичным ключом, автоматически увеличивающийся на единицу при каждом добавлении записи;

Product\_id – идентификатор объекта, описанного в таблице Product;

Options\_id – идентификатор значения свойства, описанного в таблице options.

Таблица 4.5

Имена полей и типы данных таблицы List\_options\_items

Имя поля	Тип данных
Id	Счетчик
Product_id	Числовой
Option_id	Числовой

Таблица Size (таблица 4.6) содержит данные размеров протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации и позволяет хранить их в различных системах измерения. Она содержит поля:

Id\_size – уникальный номер объекта целочисленного типа, является первичным ключом, автоматически увеличивающийся на единицу при каждом добавлении записи;

S\_rus\_standart – значение размеров принятых для обозначения в Российской Федерации;

S\_eng\_standart – значение размеров принятых для обозначения в США.

В таблицу Size могут быть внесены и иные системы размеров, что не повлияет на общую структуру баз данных «Ассортимент протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации с индивидуальным набором свойств».

Таблица 4.6

Имена полей и типы данных таблицы Size

Имя поля	Тип данных
Id_size	Числовой
S_rus_standart	Числовой
S_eng_standart	Числовой

Таблица List\_size (таблица 4.7) связывает объекты из таблицы Product и Size. Она содержит поля:

Id – уникальный номер объекта целочисленного типа, является первичным ключом, автоматически увеличивающийся на единицу при каждом добавлении записи;

Product\_id – идентификатор объекта, описанного в таблице Product;

Size\_id – идентификатор значения свойства, описанного в таблице Product.

Такого набора таблиц достаточно для хранения информации и представления описания любого изделия ассортимента средств социальной реабилитации.

Таблица 4.7

Имена полей и типы данных таблицы List\_size

Имя поля	Тип данных
Id_size	Числовой
Product_id	Числовой
Count	Числовой
Id	Счетчик

Таблиц Hide\_prop (таблица 4.8) позволяет настраивать расширенные и короткие списки свойств для каждой категории объектов. Она содержит поля:

Category\_id – номер объекта целочисленного типа, который является идентификатором подкатегории объектов;

P\_id – номер объекта целочисленного типа, является первичным ключом, автоматически увеличивающийся на единицу при каждом добавлении записи.

Таблица 4.8

Имена полей и типы данных таблицы Hide\_prop

Имя поля	Тип данных
Category_id	Числовой
P_id	Числовой

Таблица Res\_range (таблица 4.9) позволяет хранить и изменять выставленные приоритеты признаков при выборке объектов из таблицы Options.

Она содержит поля:

Options\_id – номер объекта целочисленного типа;

Unikid – уникальный идентификатор пользователя;

Value – оценка значения признака.

Таблица 4.9

Имена полей и типы данных таблицы Res\_range

Имя поля	Типы данных
Options_id	Числовой
Unikid	Числовой
Value	Числовой

Таблица Res\_range\_summ (таблица 4.10) хранит суммарные результаты нескольких значений признаков необходимых для выборки объектов из таблицы Product. Она содержит поля:

Product\_id – идентификатор объекта, описанного в таблице product;

Count\_options\_id – значение приоритета признака объекта;

Unikid – уникальный идентификатор пользователя;

Summ – суммарное значение приоритетов признаков одного объекта.

Таблица 4.10

Имена полей и типы данных таблицы Res\_range\_summ

Имя поля	Типы данных
Product_id	Числовой
Count_options_id	Числовой
Unikid	Числовой
Summ	Числовой

Такая организация базы данных позволяет в упорядоченном и систематизированном виде хранить и передавать информацию об ассортименте протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации, сохраняя возможности гибкого и безущербного масштабирования среды элементов каталога.

На сегодняшний день программные продукты компании 1С являются наиболее распространенными в работе малых и средних предприятий. Компания ООО «ЦПОСН «Ортомода» использует в своей работе программу 1С ERP Управление предприятием. Апробация обмена данными между производственной учетной системой 1С ERP Управление предприятием и разработанной базой знаний проведена в условиях предприятия ООО «ЦПОСН «Ортомода».

Для Protégé разработано несколько плагинов для интеграции баз данных, таких как: Ontop, OWL2ToRDB, Mastro OBDA [102]. Из этих плагинов в данный момент более документированным и удобным в употреблении является Mastro OBDA. Для интеграции базы данных в базу знаний использовалась система управления базой данных MySQL и плагин для Protégé – Mastro. Тогда общую схему взаимодействия инструментов работы с данными можно представить в виде рисунка (рис. 4.16).

Подключение реляционной базы данных под управление MySQL к инструменту доступа к базе знаний MASTRO осуществляется через Java

DataBase Connectivity (сокр. JDBC) – платформенно-независимый стандарт взаимодействия Java-приложений с различными СУБД. На рисунке 4.17 представлены основные параметры подключения систем.

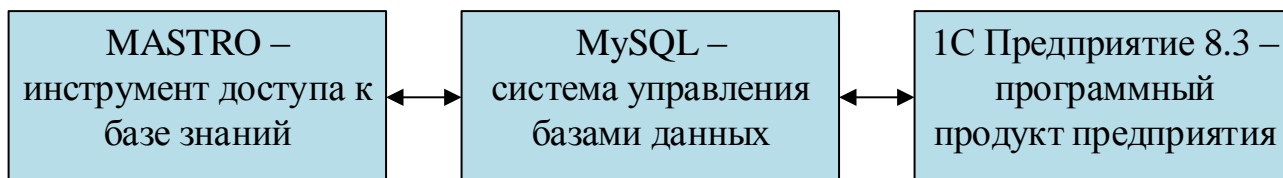


Рисунок 4.16 Схема обмена данными между базой знаний и 1С Предприятием 8.3

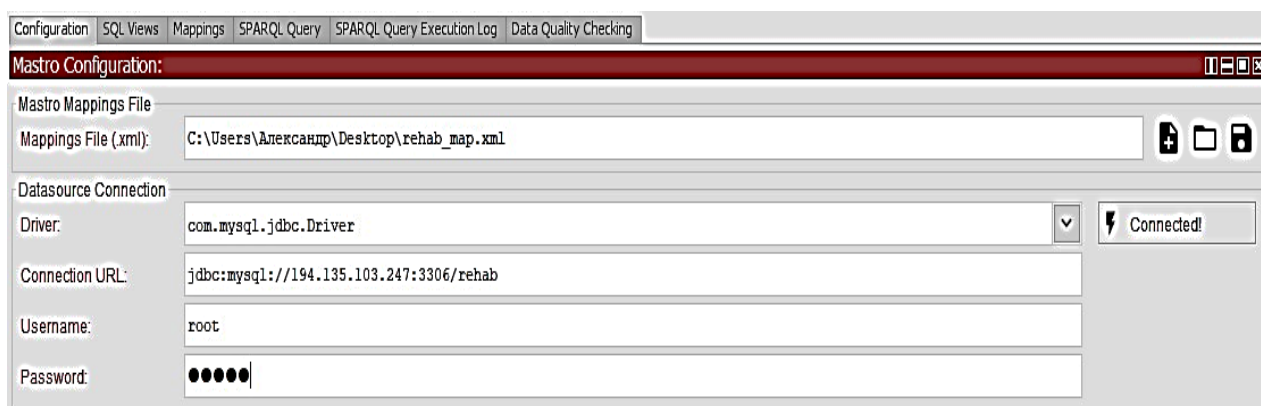


Рисунок 4.17 Подключение MASTRO к MySQL

Следующий шаг заключается в настройке преобразования данных – эту задачу также называют мапирование. Мапирование (*от англ. data mapping*) — определение соответствия данных между потенциально различными семантиками одного объекта или разных объектов, другими словами определения соответствия между элементами онтологии и базы данных. В рамках настоящей работы нами осуществлялась первичная настройка соответствия данных, дальнейший обмен данными между элементами информационных систем происходит автоматически по заранее сформированному плану обмена данными. На рисунке 4.18 представлена



экранная форма настройки преобразования данных из базы данных в базу знаний. Результаты сопоставления данных сохраняются в файл с расширением .xml и могут быть переданы для дальнейшего использования.

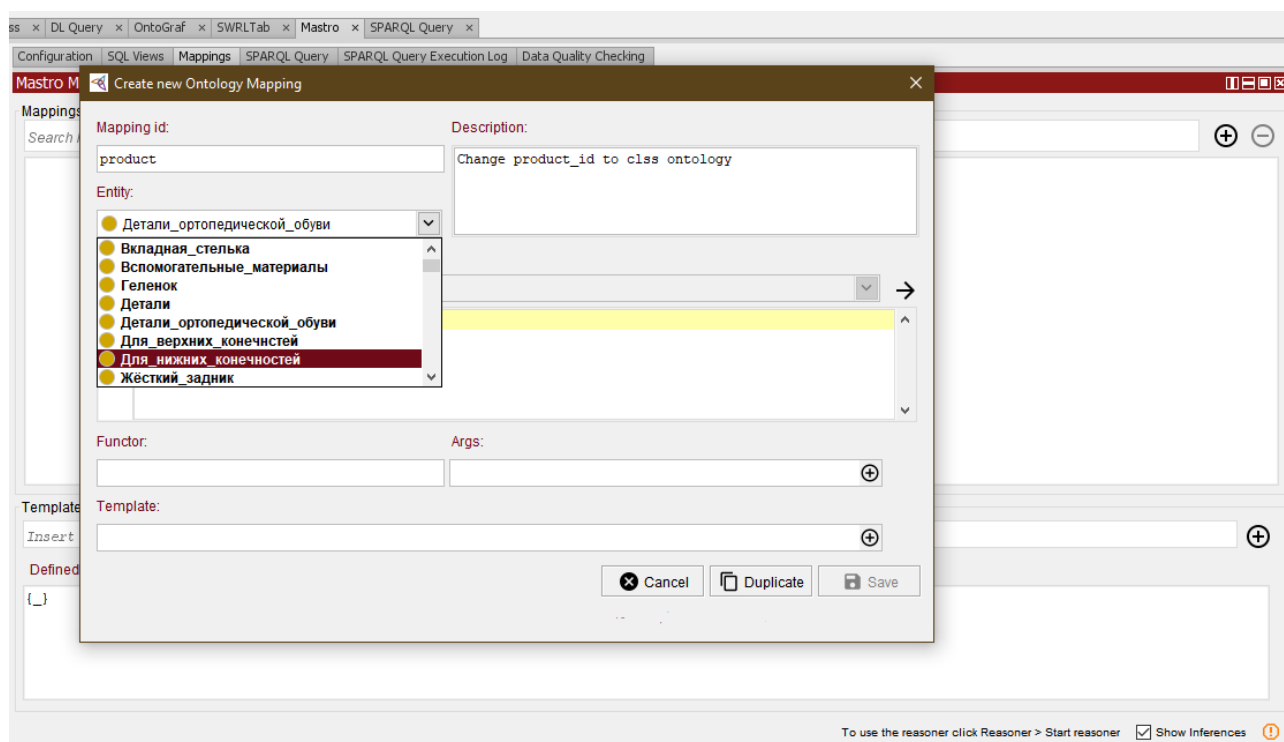


Рисунок 4.18 Настройка сопоставления данных из базы данных в базу знаний

После настройки соединения и осуществления процедуры сопоставления базы знаний и базы данных под управлением MySQL подключим базу данных 1С ERP Управление предприятием компании ООО «ЦПОСН «Ортомода». Для этого в конфигураторе 1С добавим новую внешнюю базу данных (рис. 4.19).

Следующий шаг - определить таблицы и поля баз данных, между которыми необходимо настроить обмен данными. В рамках настоящего исследования мы настроили обмен данными о номенклатуре ортопедической обуви и номенклатуре сырья и материалов (рис. 4.20).

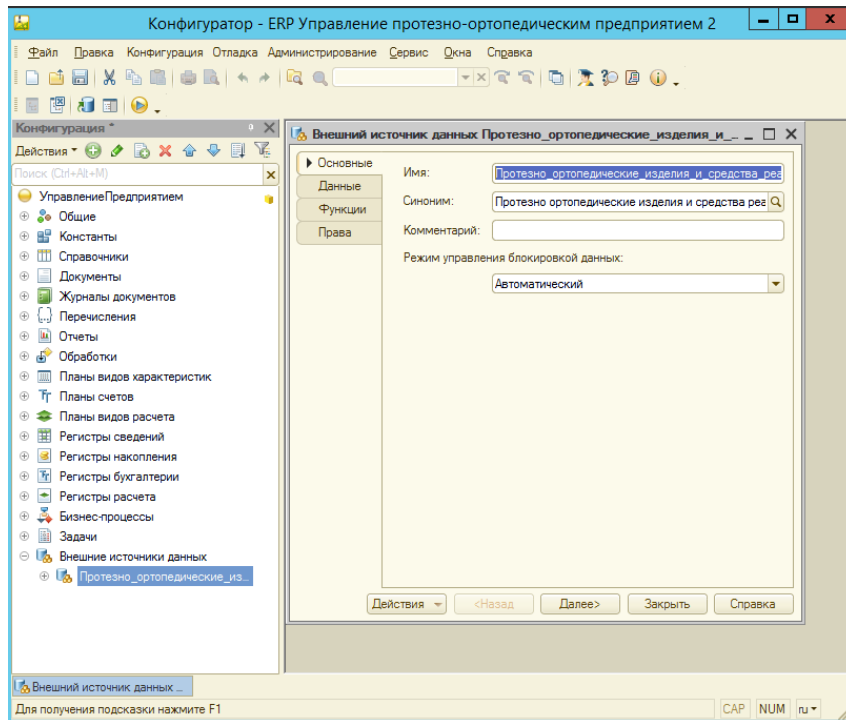


Рисунок 4.19 Добавление внешней базы данных в 1С ERP Управление предприятием

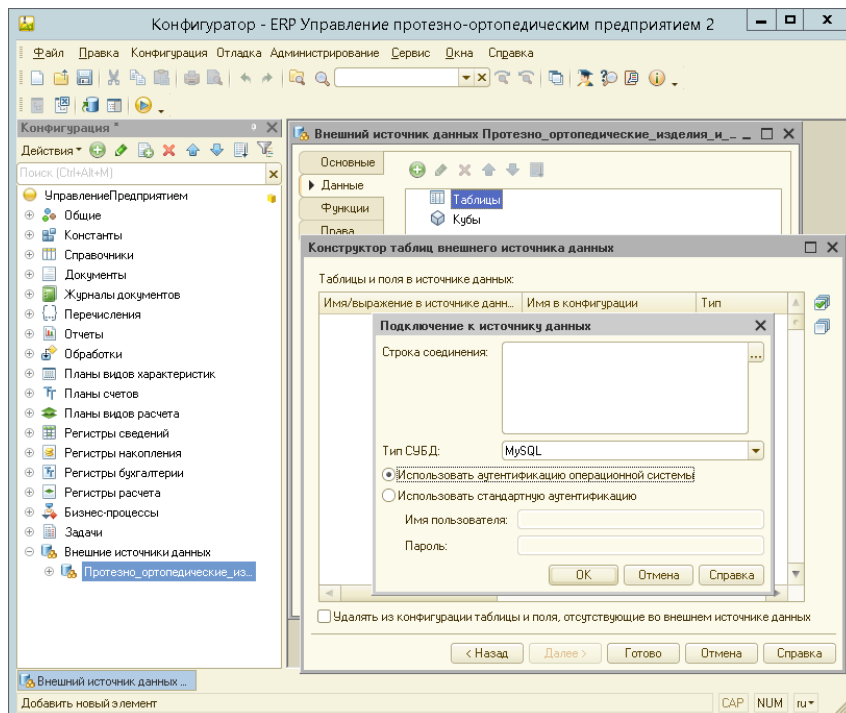


Рисунок 4.20 Добавление в 1С ERP Управление предприятием таблиц и полей источника данных

В результате в 1С ERP Управление предприятием будут добавлены таблицы и поля источника данных – базы знаний протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации (рис. 4.21).

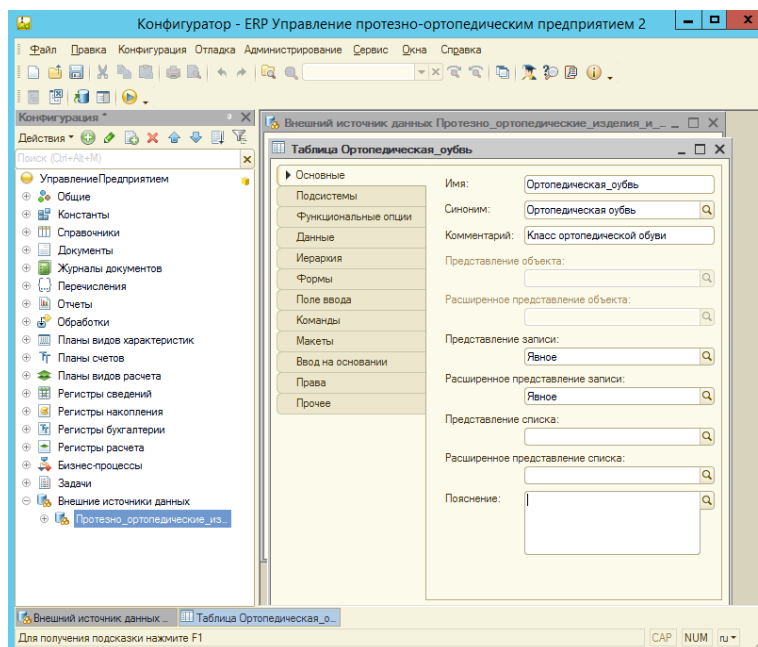


Рисунок 4.21 Таблицы внешнего источника данных в 1С ERP Управление предприятием ООО «ЦПОСН «Ортомода»

Таким образом, фрагмент базы данных предприятия преобразован в базу знаний с помощью инструмента MASTRO, включающий плагин OBDA для редактора онтологий Protégé. На рисунке 4.22 изображен результат интеграции (пользовательский интерфейс) в базу знаний нормативно-справочной информации о сырье и материалах для производства изделий. Отметим, что 1С ERP Управление предприятием с подключенной базой знаний протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации может служить источником данных для интернет-магазина предприятия.

Подтверждено, что задача отработки механизма подробной формализации базы знаний, интеграции данных в единый информационный фонд выполнена. Разработанная база знаний может быть использована как средство оперативного поиска и подбора здоровьесберегающей продукции.

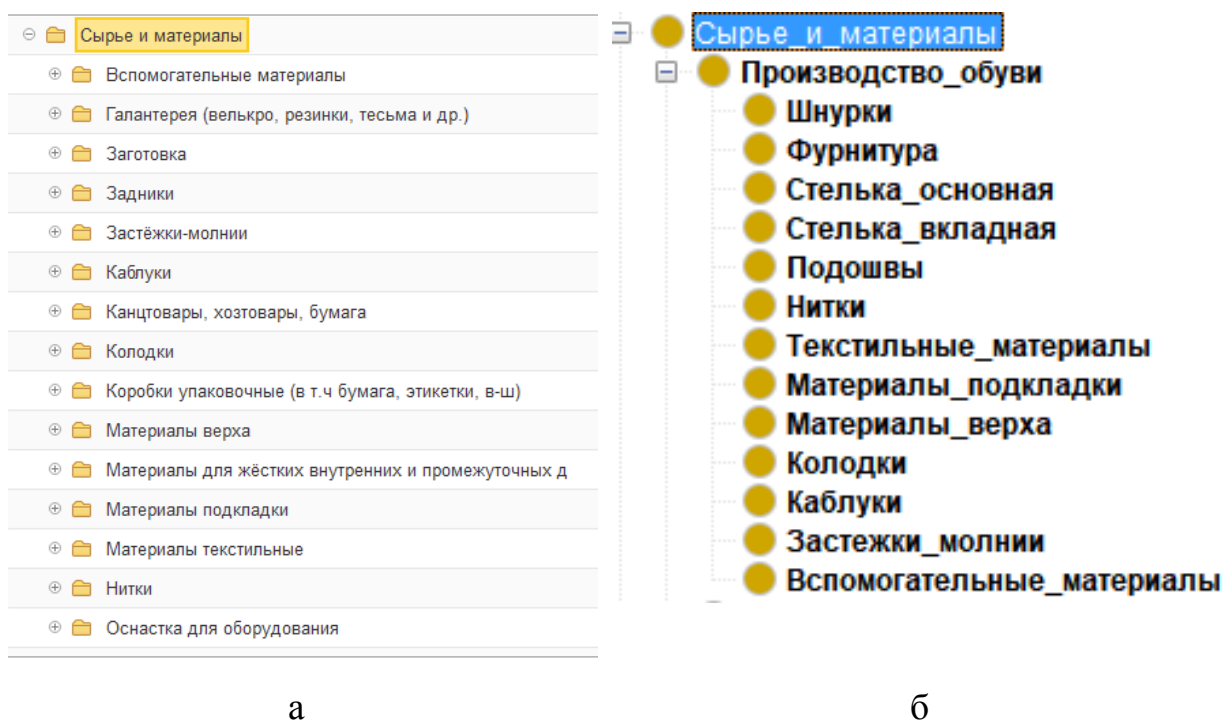


Рисунок 4.22 Обмен справочников сырья и материалов между 1С ERP и онтологией протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации: а - интерфейс 1С ERP, б - визуализация базы знаний

Привлекательно использовать базу знаний протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации в связке с Международной классификацией функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (*сокр.* МКФ) [98]. МКФ – это классификация компонентов здоровья, ограничений жизнедеятельности и функционирования, которая позволяет врачу на универсальном языке составить реабилитационный диагноз пациента. Изделия должны быть описаны тем же набором свойств и понятий, которые указываются при постановке реабилитационного диагноза. В таком случае возможен автоматизированный подбор ортопедического и реабилитационного снабжения из единого информационного фонда изделий. В разработанной онтологии для описания изделий в терминологии МКФ нами реализованы классы «Функция» и «Травмы, деформации и заболевания костно-мышечной системы» и их подклассы.

Программа обеспечивает организацию процесса использования

нормативно-справочной информации за счет централизации функций ведения классификаторов и справочников, а также распространения данных во взаимодействующие системы и организацию единого информационного пространства. Использование программы позволяет автоматизировать процессы хранения и поддержания в актуальном состоянии нормативно-справочной информации; контроля корректности структуры и данных нормативно-справочной информации; повышения степени достоверности данных; оперативного предоставления данных по семантическим запросам. Программа обеспечивает хранение всей информации, которая поступает от интегрированных с ней систем (мастер-данные справочников и их версии).

### **ВЫВОДЫ ПО ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ**

1. Определена среда разработки онтологии – редактор Protégé. В результате моделирования онтологии определено, что онтология должна содержать 8 групп классов: «Протезно-ортопедические изделия и средства реабилитации», «Сырье и материалы», «Стандарт», «Детали», «Функция», «Технология изготовления», «Травмы, деформации и болезни костно-мышечной системы», «Производитель». В онтологии создано 7 видов отношений: «производит», «изготавливается из», «изготавливается по стандарту», «изготавливается по технологии», «имеет деталь», «имеет функцию», «назначается при». В результате наполнения онтологии создано 416 классов и 22 экземпляра класса, составляющие основу электронного каталога протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации.

2. Предложен способ взаимодействия базы знаний протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации и информационной системы ООО «ЦПОСН «Ортомода», заключающийся в настройке соединения программ MASTRO, MySQL и 1С ERP Управление предприятием ООО «ЦПОСН «Ортомода».

3. Проведена апробация разработанной модели базы знаний в условиях ООО «ЦПОСН «Ортомода», что является подтверждением выполнения намеченной задачи подробной формализации базы знаний и интеграции данных в единый информационный фонд.

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ**

1. Проведен анализ текущего состояния обеспечения населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации. Выявлено, что для ортопедического рынка характерны следующие особенности:

- нескольких целевых аудиторий. Во-первых, это инвалиды и граждане с временными либо сравнительно постоянными проблемами с опорно-двигательной системой. Во-вторых, те, кто заботится о собственном здоровье, уделяя внимание профилактике ухудшения своего физического состояния;
- несколько рынков сбыта. Ортопедическая продукция может быть представлена на рынке одежды и обуви, медицинских товаров и услуг, спорттоваров;
- давно действующий механизм обеспечения граждан продукцией протезно-ортопедического назначения;
- системы государственных закупок, тендеров, конкурсов, выдачей инвалидам сертификатов для выполнения социальных обязательств перед гражданами;
- ортопедических салонов - особой формы торговли в розничном сегменте рынка;
- каналов сбыта продукции через сеть Интернет у большинства производителей, предприятий розничной и оптовой торговли.

2. Определены основные группы производителей отечественной ортопедической продукции, занимающихся:

- серийным производством ортопедических изделия, используя зарубежные аналоги;
- изготовлением товаров под заказ;
- разработкой и серийным производством товаров для протезно-ортопедического рынка;
- разработкой и изготовлением продукции в небольшом ассортименте и мелкими сериями;
- выпуском российских здоровьесберегающих разработок.

3. Приведен способ оценки эффективности коммуникационных взаимодействий в условиях протезно-ортопедических предприятий, основанный на подсчете времени, затрачиваемого на связь между фирмами. Показано, что сокращение времени на коммуникационную связь по всей производственно-сбытовой цепочке, обеспечивает использование информационных систем с интегрированной онтологией предметной области.

4. Предложена общая архитектура взаимодействия онтологии предметной области с функциональными модулями информационной системы, включающая:

- предварительную обработку данных;
- онтологию предметной области;
- тегирование понятий и отношений;
- индексирование;
- поисковой модуль.

5. Проведен анализ ассортимента фирм-производителей протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации основных группы фирм-производителей ортопедического снабжения: ФГУП «Московский протезно-реабилитационный центр «Здоровье» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, ЗАО НПЦ «Огонек», ООО «Прометр», ООО «Центр проектирования обуви специального назначения «Ортомода», «ОТТО БОКК». В

результате анализа ассортимента вышеперечисленных компаний определены 5 основных категории изделий – ортопедическая обувь, изделия обувные ортопедические, ортезы и протезы, кресла-коляски, средства опорные для ходьбы, составившие основу дальнейших исследований.

6. Предложены классификации:

- средств опорных для ходьбы, которая включает четыре уровня, характеризующих способ управления изделием, парность, его вид и разновидность;
- кресел-колясок, которая включает пять уровней, характеризующих способ приведения в движение и управления, значения габаритной ширины и диаметра колёс, регулирование сиденья и спинки сиденья, подлокотников и подножек, а также способность к складыванию;
- ортезов, которая включает шесть уровней, характеризующих технологию изготовления, назначение, функции, конструктивные признаки, используемые материалы, степень жесткости ортезов;
- ортопедической обуви, включающей четыре уровня: половозрастная группа, вид и разновидность обуви, технология изготовления обуви и группы патологий стоп;
- обувных ортопедических изделий – протезов части стопы и ортезов для стопы, включающей четыре уровня: технологию изготовления, вид изделия, способ использования и функциональное назначение.

Классификации протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации составили концептуальную основу разрабатываемой базы знаний поиска необходимых изделий с использованием информационно-телекоммуникационных технологий.

7. Для систематизации сведений о протезно-ортопедических изделиях и средствах реабилитации предложена модель онтологии, включающая подмножества понятий, отношений и функцию интерпретации. Разработаны



таблицы понятий и отношений, служащие для организации в иерархическую структуру неструктурированных данных об ортопедической обуви, изделиях обувных ортопедических, протезах и ортезах, средствах опорных для ходьбы и креслах-колясках. Таблицы могут быть применены в решении задач документирования процесса разработки, повышения эффективности и определения траектории проектирования онтологии.

8. Представлены основные подходы к преобразованию реляционных баз данных в онтологию, заключающиеся в:

- интеграции информации из реляционной базы данных в существующую онтологию;
- создании новой онтологии для базы знаний из экземпляра реляционной базы данных.

9. Определена среда разработки онтологии – редактор Protégé. В результате моделирования онтологии выявлено, что онтология должна содержать 8 групп классов: «Протезно-ортопедические изделия и средства реабилитации», «Сырье и материалы», «Стандарт», «Детали», «Функция», «Технология изготовления», «Травмы, деформации и болезни костно-мышечной системы», «Производитель». В онтологии создано 7 видов отношений: «производит», «изготавливается из», «изготавливается по стандарту», «изготавливается по технологии», «имеет деталь», «имеет функцию», «назначается при». В результате наполнения онтологии создано 416 классов и 22 экземпляра класса, составляющие основу электронного каталога протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации.

10. Предложен способ взаимодействия базы знаний протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации и информационной системы ООО «ЦПОСН «Ортомода», заключающийся в настройке соединения программ MASTRO, MySQL и 1С ERP Управление предприятием ООО «ЦПОСН «Ортомода».

11. Проведена апробация разработанной модели базы знаний в условиях ООО «ЦПОСН «Ортомода», результаты которой являются подтверждением выполнения намеченной задачи формализации базы знаний и интеграции данных в единый информационный фонд.
12. Экономический эффект проведенных исследований может быть получен за счет снижения срока потери трудоспособности лицами с ограниченными по здоровью возможностями. Социальный эффект настоящей работы заключается в сокращении временных затрат на подбор потребителем нужного ортопедического снабжения в общем ассортименте предприятия, а также в повышении степени удовлетворенности пациентов качеством ортопедических изделий.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 года N 683 [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2015/12/31/nac-bezopasnost-site-dok.html> (дата обращения 08.08.2017)
2. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919/page/2> (дата обращения 15.05.2018)
3. Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71451998/> (дата обращения 08.08.2017)
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2017 г. № 2599-р «Стратегия развития производства промышленной продукции реабилитационной направленности до 2025 года» – URL:

- <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201711270020> (дата обращения 04.06.2018)
5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Раздел «Здравоохранение» [Электронный ресурс]. (дата обращения: 29.11.2018).
  6. В.А. Браславский, А.В. Гусев Интегрирование системы управления комплексом предприятий по изготовлению ортопедической обуви на основе саморегулирования – Ученые записки Санкт-Петербургского университета управления и экономики №2 (46), 2014
  7. Производители ортопедических изделий на территории России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ortoexpert.ru/proizvoditeli-ortopedicheskix-izdelij-na-territorii-rossii/> (дата обращения: 23.02.2020).
  8. – URL: <https://files.asi.ru/iblock/2c6/Spravka-MPT1.pdf> [Электронный ресурс]. (дата обращения: 23.02.2018).
  9. Официальный сайт компании ОТТО БОКК [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ottobock.ru> (дата обращения: 07.12.2018).
  10. Официальный сайт ООО «Прометр» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.prometr.org> (дата обращения: 07.12.2018).
  11. Официальный сайт «Реутовский экспериментальный завод средств протезирования» филиал ФГУП «Московское ПрОП» Минтруда России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rezsp.ru> (дата обращения: 07.12.2018).
  12. Официальный сайт ООО «ЦПОСН «Ортомода» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.orthomoda.ru> (дата обращения: 07.12.2018).
  13. Официальный сайт ООО «Аквелла» [Электронный ресурс]. – URL: <http://akwela.ru> (дата обращения: 07.12.2018).
  14. Распоряжение Правительства РФ от 30.12.2005 N 2347-р (ред. от 03.04.2020) О федеральном перечне реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду [Электронный

- ресурc]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901962331> (дата обращения: 08.03.2020)
15. Костылева В.В., Разин И.Б., Синева О.В. Построение и функционирование информационной системы оперативного поиска ортопедических изделий: монография. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015 – 154 с.
  16. Казеннов И.О. Разработка системы оперативного поиска конструкций ортопедической обуви и средств реабилитации: Дисс. на соиск. уч ст. канд. техн. наук по спец. 05.19.05 «Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий» – М.: МГУДТ, 2011. – 215 с., ил.
  17. Смирнов Е. Е. Разработка системы оперативной оценки потребительских свойств изделий легкой промышленности. Дис. ... канд. тех. наук. М., 2015. – 176 с.
  18. Максименко А.Н., Костылева В.В., Зак И.С., Элементы технологии продажи ортопедических изделий и средств реабилитации – В кн.: Сб. материалов Международного научно-технического форума «Первые международные Косыгинские чтения» (11-12 октября 2017 года). Том 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. с. 95-97
  19. Максименко А.Н., Костылева В.В., Разин И.Б. Организация нечеткого поиска ортопедических изделий и средств реабилитации в базах электронных систем. – Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2016): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «МГУДТ», 2016. – 194 - 196
  20. Panetto, H., Jardim-Goncalves, R. & Pereira, C. (2006) E-Manufacturing and Web-Based Technology for Intelligent Manufacturing and Networked Enterprise. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 17 (6), pp.715–724.
  21. Shoth A.P., Larson J.A. Federated databases for managing distributed, heterogeneous, and autonomous databases // *Computing Surveys*. 1990. V. 22, No

3. P. 183 236.
- 22.Lornet D., Widorn 3. (eds). IEEE Data Engineering Bulletin. 1995.V.18, № 2.
- 23.Gupta A., Mumick I.S. Materialized Views: Techniques, Implementations, and Applications. Cambridge: MIT Press, 1999. 616 p.
- 24.Chauthhuri S., Dayal U. An overview of data warehousing and OLAP technology // SIGMOD Record. 1997. V. 26, No 1. P. 65 74.
- 25.Wiederhold G. Mediators in the architecture of future information systems // IEEE Computer. 1992. V. 25, No 1. P. 38 49.
- 26.Garcia-Molina H., Papaamstantinou Y., Quass D., Rajaraman A., Sagiv Y., Vassalos V., Ullman J.D., Widow. J. The TSIMMIS approach to mediation: data models and languages // Intelligent Information Systems. 1997. V. 8, No 2. P. 117 132.
- 27.Papakonstantinou Y., Gupta A., Haas L. Capabilities-base query rewriting in mediator systems: IBM Almaden Technical Report. 1995. [Электронный ресурс]. – URL: <http://dbpubs.stanford.edu/pub/1995-2> (дата обращения: 01.08.2020)
- 28.Yemeni R., Li C., Garcia-Molina H., Ullman J.D. Computing capabilities of mediators // Proc. of ACM SIGMOD. N. Y.: ACM Press New York, 1999. P. 443 454.
- 29.Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2001. 384 с.
- 30.Максименко А.Н. , Костылева В.В. , Разин И.Б. , Татарчук И.Р. Об эффективности коммуникационных взаимодействий в условиях протезно-ортопедических предприятий// М.: ИИЦ РГУ им. А.Н. Косыгина. Дизайн и технологии 2020, № 77 (119).
- 31.Semantic Web Road map [Электронный ресурс].– URL: <https://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html> (дата обращения: 22.08.2020)

32. Brunnermeier, S.B. & Martin, S.A. (1999) Interoperability cost analysis of the US automotive supply chain (NIST 99-1 Planning Report). Gaithersburg, MD, USA, NIST.
33. Ray, S.R. & Jones, A.T. (2006) Manufacturing interoperability. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 17 (6), pp.681–688. [Электронный ресурс] – URL: <<http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10845-006-0037-x>> [дата обращения 25.07.2019].
34. Panetto, H. & Molina, A. (2008) Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues. *Computers in Industry*, 59 (7), pp.641–646. [Электронный ресурс] – URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166361508000353> [дата обращения: 25.07.2019].
35. Komatsoulis, G.A., Warzel, D.B., Hartel, F.W., Shanbhag, K., Chilukuri, R., Fragoso, G., Coronado, S., Reeves, D.M., Hadfield, J.B., Ludet, C. & Covitz, P.A. (2008) caCORE version 3: Implementation of a model driven, service-oriented architecture for semantic interoperability. *Journal of biomedical informatics*, 41 (1), pp.106–123.
36. Berners-Lee, T. & Fischetti, M. (1999) *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor*. HarperCollins Publishers.
37. Agostinho C. Sustainability of Systems Interoperability in Dynamic Business Networks (2012) [Электронный ресурс] – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Sustainability-of-systems-interoperability-in-Agostinho/18a89a0002aed8ddc73e97535a274051726418fc> [дата обращения 25.07.2019].
38. Piller F., Tseng M. (2010) *Handbook of research in mass customization and personalization. Volume 1: Strategies and concepts*. New Jersey, London, Singapore, Beijing, Shanghai, Hong Kong, Taipei, Chennai: World Scientific.

39. Jardim-Goncalves, R., Silva, J.P.M.A., Steiger-Garcao, A. & Monteiro, A. (2007) Framework for Enhanced Interoperability Through Ontological Harmonization of Enterprise Product Models in book *Ontologies: A Handbook of Principles, Concepts and Applications*. Integrated Series in Information Systems, 14 (XXIV).
40. Missikoff, M., Schiappelli, F. & Taglino, F. (2003) A controlled language for semantic annotation and interoperability in e-business applications. In: *Proceedings of the Second International Semantic Web Conference (ISWC-03)*. Sanibel Island, Florida, pp.1–6.
41. Sarraipa, J., Jardim-Goncalves, R. & Steiger-Garcao, A. (2010) MENTOR: an enabler for interoperable intelligent systems. *International Journal of General Systems*, 39 (5), pp.557–573.
42. BuildingSMART (2010) Industry Foundation Classes (IFC) [Электронный ресурс] – URL: <<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>> [дата обращения 02.12.2019].
43. Pimentão J.P., Sousa P.A., Jardim-Gonçalves R., Steiger-Garção A. (1998) Integrating Manufacturer and Customer: the funSTEP way. [Электронный ресурс]. – URL: <[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-35390-6\\_35](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-35390-6_35) [дата обращения 25.07.2019].
44. ISO TC184/SC4 (2006) Industrial automation systems and integration -- Product data representation and exchange -- Part 236: Application protocol: Furniture catalog and interior design (ISO 10303-236:2006) [Электронный ресурс].–URL: <[http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=42340](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=42340)> [дата обращения 07.08.2020].
45. Mason, H. (2007) Enabling e-business. *ISO Focus*, July-August. [Электронный ресурс] – URL: <[http://www.iso.org/iso/ru/iso-focus-index/iso-focus\\_2007/iso-focus\\_2007-07.htm](http://www.iso.org/iso/ru/iso-focus-index/iso-focus_2007/iso-focus_2007-07.htm)>. [дата обращения 12.08.2020].
46. Максименко А.Н., Костылева В.В., Миронов В.П. Поиск объектов по нечётким запросам в информационном пространстве // *Материалы VIII*

- международной научно-практической конференции «21 век: фундаментальная наука и технологии 25-26 января», North Charleston, SC, USA, 2016.– С. 76-79.
- 47.Максименко А.Н., Костылева В.В., Разин И.Б., Организация семантического поиска ортопедических изделий и средств реабилитации // Тезисы докладов 68-ой Внутривузовской научной студенческой конференции «Молодые ученые инновационному развитию общества (МИР-2016)», / М.: ФГБОУВО «МГУДТ», 2016. – С. 44-45.
- 48.Найханова Л. В., Основные аспекты построения онтологий верхнего уровня и предметной области // "Интернет-порталы: содержание и технологии". / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др.. - ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика". - М.: Просвещение, 2005. - 2005. - Выпуск № 3. - С. 452-479.
- 49.Максимова И.А. Создание конструкций малосложной ортопедической обуви массового производства: Дисс. на соиск. уч. ст. к. т. н. 05. 19. 06. – М.: МГУДТ, 2003. – 189 с., ил.
- 50.Костылева В.В., Максимова И.А. Анализ конструкций малосложной ортопедической обуви и лечебно-профилактических приспособлений: Учебное пособие. – М.: МГУДТ, 2001.
- 51.Максимова И.А., Костылева В.В., Фукин В.А., Мельникова Р.А., Бирюков А.А., Никитин А.А., Юзбашьянц Г.Р., Татарчук И.Р. Разработка и обоснование технологии изготовления специальной обуви в условиях массового производства: Монография. – М.: Московский государственный университет дизайна и технологии, 2009. – 156 с.
- 52.А.Н. Максименко, В.В. Костылева, И.С. Зак, И.Б. Разин ИТ-технологии в обеспечении населения протезно-ортопедическими изделиями и средствами реабилитации// М.: ИИЦ МГУДТ. Дизайн и технологии 2018, № 63 (105) – с. 25-30



- 53.О.С. Андреева Трости как техническое средство реабилитации инвалидов, их виды, показания и противопоказания к назначению // Медико-социальные проблемы инвалидности. 2014. № 1. С. 60-67.
- 54.Максименко А.Н., Костылева В.В., Разин И.Б., Миронов В.П. Концепция базы данных средств реабилитации // Материалы VIII международной научно-практической конференции «21 век: фундаментальная наука и технологии 18-19 апр. 2016», North Charleston, SC, USA, 2016.– С. 82-84.
- 55.Методические рекомендации по установлению медицинских показаний и противопоказаний при назначении специалистами медико-социальной экспертизы технических средств реабилитации инвалида и методика их рационального подбора [Электронный ресурс]. – URL: <https://d.120-bal.ru/pravo/19318/index.html> (дата обращения: 28.03.2018)
- 56.Сергеев С.В., Спивак Б.Г. Медицинская реабилитация с использованием ортезирования // Медико-социальные проблемы инвалидности. 2017. № 2. С. 36-41.
- 57.А.А. Скоблин Ортезирование в комплексе лечения идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника, 4/2005, С. 25-31
- 58.ГОСТ Р ИСО 8549-3-2011 Протезирование и ортезирование. Словарь. Часть 3. Термины, относящиеся к наружным ортезам
- 59.Лапина Т.С. Разработка и обоснование конструкций ортопедической обуви для детей с ДЦП с позиций инклюзивного дизайна. Дис. ... канд. тех. наук. М., 2019. – 150 с.
- 60.D.-E.Spanos, P.Stavrou, N. Mitrou Bringing Relational Databases into the Semantic Web: A Survey, Semantic Web 0 (0) 1–41;
- 61.Когаловски М.Р. Энциклопедия технологий баз данных, Финансы и статистика, Москва, 2005, 800с.
- 62.Antoniou, G. and van Harmelen, F., A Semantic Web Primer, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2004, pp. 109–146.

63. Steve Ray, Interoperability Standards in the Semantic Web *Journal of Computing and Information Science in Engineering* · January 2002
64. Bova V.V., Kravchenko Y.A., Kureichik V.V. Decision Support Systems for Knowledge Management // *Software Engineering in Intelligent Systems. Proceedings of the 4th Computer Science On-line Conference 2015 (CSOC2015)*. Vol. 3. – Springer International Publishing AG Switzerland, 2015. – P.123-130.
65. Bova V.V., Kravchenko Y.A., Kureichik V.V. Development of Distributed Information Systems: Ontological Approach // *Software Engineering in Intelligent Systems. Proceedings of the 4th Computer Science On-line Conference 2015 (CSOC2015)*.
66. E. F. Codd, A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks, *Communications of the ACM*, 13(6), pp. 377–387, 1970.
67. R. Elmasri, S. B. Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., San Francisco, CA, USA, 6th ed., 2010.
68. A. Maedche, S. Staab, Ontology Learning for the Semantic Web, *IEEE Intelligent Systems*, 16(2), pp. 72–79, 2001.
69. T. Berners-Lee, Relational Databases on the Semantic Web, available at: <http://www.w3.org/DesignIssues/RDB-RDF.html>, 1998.
70. K. Byrne, Having Triplets - Holding Cultural Data as RDF in M. Larson, K. Fernie, O. J. and J. Cigarran, eds., *Proceedings of the ECDL 2008 Workshop on Information Access to Cultural Heritage*, 2008.
71. А.Н. Максименко, В.В. Костылева, И.Б. Разин Компьютерные сети как инструмент поиска и подбора технических средств реабилитации // М.: ИИЦ РГУ им. А.Н. Косыгина. Дизайн и технологии 2019, № 71 (113). с. 84-90
72. D. Calvanese, G. De Giacomo, D. Lembo, M. Lenzerini, A. Poggi, M. Rodriguez-Muro, R. Rosati, M. Ruzzi and D. F.Savo, The MASTRO System for Ontology-based Data Access, *Semantic Web Journal*, 2(1), pp. 43–53, 2011.

73. M. Svihla and I. Jelinek, Two Layer Mapping from Database to RDF, in Proceedings of the Sixth International Scientific Conference Electronic Computers and Informatics (ECI 2004), pp. 270–275, 2004
74. M. Hert, G. Reif and H. C. Gall, A Comparison of RDB-to-RDF Mapping Languages, in C. Ghidini, A.-C. Ngonga Ngomo, S. Lindstaedt and T. Pellegrini, eds., Proceedings of the 7th International Conference on Semantic Systems (I-SEMANTICS 2011), pp. 25–32, ACM, 2011.
75. А.Н. Максименко, В.В. Костылева, И.С. Зак, И.Б. Разин Концепция построения интернет-площадки протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации [Текст] // М.: ИИЦ МГУДТ. Дизайн и технологии 2017, №59(101) с. 30-35
76. Е.Е. Буракова, Н.М. Боргест, М.Д. Коровин Языки описания онтологий для технических предметных областей Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета, №3 (45) 2014, С. 144-158
77. OWL 2 Web Ontology Language Manchester Syntax (Second Edition) – URL: <https://www.w3.org/TR/owl2-manchester-syntax/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 13.07.2020)
78. И. Коробко Генерация штрих-кода EAN-13 (ISBN) Системный администратор. 2012. № 5 (114). С. 74-78.
79. Protégé 5 Documentation – URL: <http://protegeproject.github.io/protege/views/object-property-characteristics/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 11.07.2020)
80. Xu K., Zhang S., Feng Y., Zhao D. Answering natural language questions via phrasal semantic parsing. In: Natural Language Processing and Chinese Computing, 2014, p. 333–344. DOI 10.1007/978-3-662-45924-9\_30
81. Dubey M., Dasgupta S., Sharma A., Höffner K., Lehmann J. Asknow: A framework for natural language query formalization in SPARQL. In: International Semantic Web Conference. Cham., 2016, p. 300–316. DOI 10.1007/978-3-319-34129-3\_19.

82. Shekarpour S., Marx E., Ngomo A. C. N., Auer S. SINA: Semantic Interpretation of User Queries for Question Answering on Interlinked Data. In: Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, 2015. DOI 10.1016/j.websem.2014.06.002.
83. Xu K., Zhang S., Feng Y., Zhao D. Answering natural language questions via phrasal semantic parsing. In: Natural Language Processing and Chinese Computing, 2014, p. 333–344. DOI 10.1007/978-3-662-45924-9\_30
84. SPARQL 1.1 Query Language W3C Recommendation 21 March 2013 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.w3.org/TR/sparql11-query/> (дата обращения: 19.07.2020)
85. Dubey M., Dasgupta S., Sharma A., Höffner K., Lehmann J. Asknow: A framework for natural language query formalization in SPARQL. In: International Semantic Web Conference. Cham., 2016, p. 300–316. DOI 10.1007/978-3-319-34129-3\_19.
86. Shekarpour S., Marx E., Ngomo A. C. N., Auer S. SINA: Semantic Interpretation of User Queries for Question Answering on Interlinked Data. In: Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, 2015. DOI 10.1016/j.websem.2014.06.002.
87. В. Я. Иванова Материаловедение изделий из кожи [Текст] // Альфа-М, 2016
88. Библиотека ГОСТов и нормативных документов [Электронный ресурс] – URL: <https://libgost.ru> (Дата обращения 30.04.2019)
89. ГОСТ Р 54739-2011 Изделия обувные ортопедические. Общие технические условия
90. ГОСТ Р 58281-2018 Костыли и трости опорные. Технические условия
91. ГОСТ Р 51083-2015 Кресла-коляски. Общие технические условия
92. ГОСТ 23251-83 Обувь. Термины и определения (с Изменениями N 1, 2)
93. Международная классификация болезней 11 пересмотра [Электронный ресурс]. – URL: <https://icd.who.int/ru> (дата обращения: 13.08.2020)

- 94.Перечень производителей промышленной продукции, произведенной на территории Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://gisp.gov.ru/pp719/p/pub/orgs/> (дата обращения: 13.11.2020)
- 95.О.М. Овдей, Г.Ю. Проскудина Обзор инструментов инженерии онтологии, Киев – 2005 г., с. 10
- 96.Смирнов Е.Е., Костылева В.В., Зак И.С., Разин И. Б., Разработка базы данных для выбора изделий из обширных массивов [Текст] // Дизайн и технологии. - 2013. - № 37 (79). - С. 34-37.
- 97.Н.В. Колос Оптимизация бизнес-процессов на основе интеграции ERP-систем и систем электронной коммерции // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации, 2009, №2 С. 103-107
- 98.Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья [Электронный ресурс]. – URL: <http://who-icf.ru/icf/> (дата обращения: 11.08.2020)
- 99.База данных: Максименко А.Н., Костылева В. В., Разин И. Б. «Онтология протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации» // Свидетельство о государственной регистрации базы данных RU 2021620232, 08.02.2021 Заявка № 2020622779 от 23.12.2020
100. Quilitz B., Leser U. Querying distributed RDF data sources with SPARQL [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eswc2008.org/final-pdfs-for-website/qpII-2.pdf>. (дата обращения: 14.06.2020)
101. О.Ю. Ильяшенко, И.В. Ильин, А.А. Лепехин Инновационное развитие ИТ-архитектуры предприятия по средствам внедрения системы бизнес-аналитики // Наука и бизнес: пути развития №8 (74) 2017 С. 59-66
102. Diefenbach D., Lopez V., Singh K., Maret P. Core techniques of question answering systems over knowledge bases: a survey. Knowledge and Information systems, 2018, vol. 3, no. 55, p. 529–569. DOI 10.1007/s10115-017-1100-y

103. Chuprina S. I., Postanogov I. S. Kontsepsiya obogashcheniya unasledovannykh informatsionnykh sistem servisom zaprosov na estestvennom yazyke [Enhancing Legacy Information Systems with a Natural Language Query Interface Service]. Vestnik Permskogo universiteta. Matematika. Mekhanika. Informatika, 2015, vol. 2, p. 78–86. (in Russ.)
104. A Survey on Automatic Mapping of Ontology to Relational Database Schema // Afzal Humaira, Naz Tabbasum and Sadiq Ayesha - Research Journal of Recent Sciences - Vol. 4(4), April (2015), с. 66-7
105. Mapping between the OBO and OWL ontology languages // Syed Hamid Tirmizi, Stuart Aitken, Dilvan A Moreira, Chris Mungall, Juan Sequeda, Nigam H Shah, and Daniel P Miranker - J Biomed Semantics. 2011; 2(Suppl 1): S3.
106. OWLMap: Fully Automatic Mapping of Ontology into Relational Database Schema // Humaira Afzal, Mahwish Waqas, Dr. Tabbassum Naz - International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 7, No. 11, 2016 - с. 7 - 15
107. Конвертер онтологической базы знаний станков и деталей машиностроительного производства в объектную базу данных на основе ANTLR // В.А. Игруша, С.С. Сосинская - Онтология проектирования. - 2016. - Т.6, №3(21) - с.278-286
108. Script for converting an OWL file to the DB backend // официальное сообщество поддержки Protege [Электронный ресурс]: – URL: <https://protegewiki.stanford.edu/wiki/ConvertToDBScript> (дата обращения 08.08.2020)
109. Максименко А.Н., Костылева В.В., Разин И.Б. Подходы к преобразованию реляционных баз данных в базы знаний// International Journal of Professional Science. 2021. № 2

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**Приглашение и сертификат о прохождении стажировки в  
University of applied sciences (Пирмазенс, Германия) по программе DAAD**

**Standort Pirmasens**

Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. J. Schuster  
 Carl Schurz Str. 10 - 16  
 66953 Pirmasens,  
 21.5.2017  
 Tel.: 0631 / 3724 - 7049  
 Fax: 0631 / 3724 - 7050  
 Email: jens.schuster@hs-kl.de

Fachhochschule Kaiserslautern, Standort Pirmasens  
 Carl-Schurz-Str. 10-16, 66953 Pirmasens

Russian State University im. Kossygina  
 Prof. Dr. Belgorodskiy  
 Ul. Sadovnicheskaya, dom 33,  
 115035 Moskau, M-35  
 Russische Föderation

**Einladung**

Sehr geehrter Herr Kollege Professor Belgorodskiy

auf Grund ihrer ausgezeichneten Reputation laden wir Herrn Alexander Nikolaewitch Maximenko zu einem Forschungsaufenthalt an die Hochschule Kaiserslautern, Standort Pirmasens ein, damit er bei uns eine Arbeit mit dem Thema „Development of software for the search of products of light industry in the information Fund“ durchführen kann. Ein uns genehmer Zeitraum wäre die Zeit vom 1. Oktober 2017 bis 31. März 2018.

Wir sind in der Lage, Herrn Maximenko aus DAAD-Restmitteln für 2017 mit 1.250 € zu unterstützen. Für 2018 haben wir noch keine Mittel zur Verfügung.

In der Hoffnung auf eine weitere gute Zusammenarbeit verbleibe ich

mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Jens Schuster

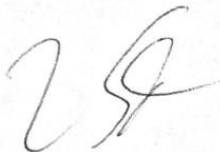


**Standort Pirmasens**

Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. J. Schuster  
Carl Schurz Str. 10 - 16  
66953 Pirmasens,  
23. März 2018  
Tel.: 0631 / 3724 - 7049  
Fax: 0631 / 3724 - 7050  
Email: [jens.schuster@hs-kl.de](mailto:jens.schuster@hs-kl.de)

**Certificate of Internship**

This is to certify that Alexander Nikolaevich Maximenko has successfully completed his internship on the topic "Development of a software complex for the search for light industry products in the information fund" on the basis of Hochschule Kaiserslautern Standort Pirmasens under the DAAD program "Ostpartnerschaften" from October 1, 2017 to March 31, 2018.



Hochschule Kaiserslautern  
Campus Pirmasens  
Carl-Schurz-Straße 10-16  
66953 PIRMASENS  
Telefon 0631/3724-0  
Telefax 0631/3724-7044

Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Jens Schuster

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

**Акты апробации и внедрения результатов диссертационного исследования**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе  
РГУ им. А.Н. Косыгина  
А.В. Силаков

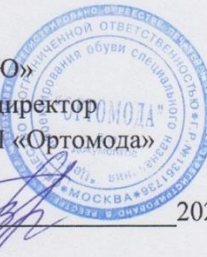
« \_\_\_\_\_ 2021 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор  
ООО «ЦПОСН «Ортомода»  
Г.Ю. Волкова

« \_\_\_\_\_ 2021 г.



## АКТ

Мы, нижеподписавшиеся представители ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» и представители ООО «ЦПОСН «Ортомода» составили настоящий акт о том, что результаты исследований, проведенных аспирантом Максименко А.Н. в рамках диссертационной работы «Разработка базы знаний для поиска протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации в информационном фонде» переданы в виде базы знаний для описания протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации, а также комплекса программ, использующих базу знаний для повышения релевантности ранжирования и качества структуры ассортимента предприятия. Полученные сведения могут быть использованы для структурирования нормативно-справочной документации за счет централизации функций ведения классификаторов и справочников, а также распространения данных во взаимодействующие системы. Организуемое в этих условиях единое информационное пространство нацелено на сокращение временных затрат на подбор потребителем нужного ортопедического снабжения в общем ассортименте предприятия, а также повышение степени удовлетворенности пациентов качеством ортопедических изделий. Наряду с этим, интерес представляет разработанный в диссертационном исследовании электронный каталог средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий на основе ведущих принципов систематизации и классификации, что, на наш взгляд, может быть предметом отдельных соглашений.

Представители ФГБОУ ВО «РГУ им.  
А.Н. Косыгина»:

зав. кафедрой ХМК и ТИК  
проф. В.В. Костылева  
проф. С.Ю. Киселев  
асп. А.Н. Максименко

Представители  
ООО «ЦПОСН «Ортомода»:

Д.А. Хитрова  
К.М. Утяцкий  
О.Н. Сопельняк

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

ООО «Прометр+»

В.А. Ковалев

« \_\_\_\_ » 2018г.



## АКТ

Мы, нижеподписавшиеся представители ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» и представители ООО «Прометр+» составили настоящий акт о том, что результаты исследований, проведенных аспирантом Максименко А.Н. в диссертации «Разработка базы знаний для поиска протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации в информационном фонде» переданы в виде базы данных для описания средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий, а также комплекса программ, использующих базу данных для повышения релевантности ранжирования и качества структуры ассортимента предприятий, изготавливающих средства реабилитации и протезно-ортопедические изделия. Полученные сведения могут быть использованы для рационализации ассортимента средств реабилитации и изделий индивидуального пользования, так как нацелены на обеспечение потребителей здоровьесберегающей продукцией и повышения конкурентоспособности выпускаемых отечественными предприятиями средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий. Вместе с тем, представляет интерес разработанный в диссертационном исследовании электронный каталог средств реабилитации и протезно-ортопедических изделий на основе ведущих принципов систематизации и классификации, что, на наш взгляд, может быть предметом отдельных соглашений.

Представители РГУ им. А.Н.

Косыгина:

Зав. кафедрой ХМК и ТИК

проф. В.В. Костылева

Асп. А.Н. Максименко

Доц. Е.С. Рыкова

Представители ООО «Прометр+»:

Манкеев А.В.

Мешеряков В.В.

Лифанов А.С.

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**Свидетельство о государственной регистрации базы данных**



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

**№ 2021620232**

### Онтология протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (RU)*

Авторы: *Максименко Александр Николаевич (RU), Костылева Валентина Владимировна (RU), Разин Игорь Борисович (RU)*

Заявка № **2020622779**

Дата поступления **23 декабря 2020 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных **08 февраля 2021 г.**



*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Излиев*

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

**Фрагмент листинга базы знаний протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации**

```

<rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Туфли"/>
  <rdf:type>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#имеетФункцию"/>
        <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Корригирующая"/>
          </owl:Restriction>
        </rdf:type>
      <rdf:type>
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#назначаетсяПри"/>
            <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Продольное_плоскостопие_II_степени"/>
              </owl:Restriction>
            </rdf:type>
          <rdf:type>
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#изготавливаетсяПоТехнологии"/>
                <owl:allValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Массовое_производство"/>
                  </owl:Restriction>
                </rdf:type>
              <rdf:type>
                <owl:Restriction>
                  <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#имеетДеталь"/>
                    <owl:maxQualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">2</owl:maxQualifiedCardinality>
                      <owl:onClass rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Вкладная_стелька"/>
                        </owl:Restriction>
                      </rdf:type>
                    </owl:Restriction>
                  </rdf:type>
                </owl:Restriction>
              </rdf:type>
            </owl:Restriction>
          </rdf:type>
        </owl:Restriction>
      </rdf:type>
    </owl:Restriction>
  </rdf:type>

```



```

<rdf:type>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#имеетДеталь"/>
    <owl:maxQualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">2</owl:maxQualifiedCardinality>
    <owl:onClass rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Геленок"/>
  </owl:Restriction>
</rdf:type>
<rdf:type>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#имеетДеталь"/>
    <owl:maxQualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">2</owl:maxQualifiedCardinality>
    <owl:onClass rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Жёсткий_задник"/>
  </owl:Restriction>
</rdf:type>
<rdf:type>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#имеетДеталь"/>
    <owl:maxQualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">2</owl:maxQualifiedCardinality>
    <owl:onClass rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#ЗВО"/>
  </owl:Restriction>
</rdf:type>
<rdf:type>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#имеетДеталь"/>
    <owl:maxQualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">2</owl:maxQualifiedCardinality>

```

```

    <owl:onClass rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Основная_стелька"/>
  </owl:Restriction>
</rdf:type>
<rdf:type>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#имеетДеталь"/>
      <owl:maxQualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">2</owl:maxQualifiedCardinality>
    </owl:Restriction>
  </rdf:type>
  <owl:Restriction>
    <owl:onClass rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Подносок"/>
  </owl:Restriction>
</rdf:type>
<rdf:type>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#имеетДеталь"/>
      <owl:maxQualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">2</owl:maxQualifiedCardinality>
    </owl:Restriction>
  </rdf:type>
  <owl:Restriction>
    <owl:onClass rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Подошва"/>
  </owl:Restriction>
</rdf:type>
<rdf:type>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#имеетДеталь"/>
      <owl:maxQualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">2</owl:maxQualifiedCardinality>
    </owl:Restriction>
  </rdf:type>
  <owl:Restriction>
    <owl:onClass rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Простилка"/>
  </owl:Restriction>
</rdf:type>
  <изготавливаетсяПоСтандарту
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#ГОСТ_Р_54407-2011._Обувь_ортопедическая._Общие_технические_условия"/>

```

```

<производит rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#ОТТО_ВОСК"/>
  <Артикул rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">2150-М-23</Артикул>
  <Наименование rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Туфли женские Fringe</Наименование>
  <Размер rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">39</Размер>
  <Цвет rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Бежевый</Цвет>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#ОТТО_ВОСК -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#ОТТО_ВОСК">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Производитель"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#ГОСТ_Р_54407-2011._Обувь_ортопедическая._Общие_технические_условия -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#ГОСТ_Р_54407-2011._Обувь_ортопедическая._Общие_технические_условия">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Стандарт"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Жёсткий_берец ->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Жёсткий_берец">
  <Размер rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">1</Размер>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#2000000243801 ->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#2000000243801">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#Туфли"/>
  <изготавливаетсяПоСтандарту
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alexander/ontologies/2021/0/untitled-ontology-11#ГОСТ_Р_54407-2011._Обувь_ортопедическая._Общие_технические_условия"/>
  <Артикул rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">2150-М-23</Артикул>
  <Наименование rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Туфли женские Fringe</Наименование> </owl:NamedIndividual> </rdf:RDF>

```