

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

О.А. Голубева, В.П. Димитров, В.И. Мирный

CALS-ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ

Учебное пособие

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2022

УДК 658
Г62

Рецензент

доктор технических наук, профессор *А.Т. Рыбак*

Голубева, Олеся Анатольевна.

Г62 CALS-технологии в управлении качеством : учебное пособие /
О.А. Голубева, В.П. Димитров, В.И. Мирный ; Донской государ-
ственный технический университет. – Ростов-на-Дону : ДГТУ,
2022. – 73 с.

ISBN 978-5-7890-2076-0

Освещены вопросы основной концепции CALS. Рассмотрено повы-
шение эффективности всех процессов жизненного цикла промышленной
продукции.

Предназначено для обучающихся бакалавриата и магистратуры,
изучающих дисциплину «Управление качеством». Может быть полез-
ным для специалистов предприятий.

УДК 658

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

ISBN 978-5-7890-2076-0

© Голубева О.А., Димитров В.П.,
Мирный В.И., 2022

© Донской государственный
технический университет, 2022

Введение

Моделирование жизненного цикла (ЖЦ) продукта и выполняемых бизнес-процессов – это первый и очень существенный шаг к повышению эффективности организационной структуры, поддерживающей одну или несколько стадий ЖЦ продукта.

CALS рассматривается как комплексная системная стратегия повышения эффективности всех процессов ЖЦ промышленной продукции, непосредственно влияющая на ее конкурентоспособность. Применение стратегии CALS является условием выживания предприятий в условиях растущей конкуренции и позволяет:

- расширить области деятельности предприятий (рынки сбыта) за счет кооперации с другими предприятиями, обеспечиваемой стандартизацией представления информации на разных стадиях и этапах жизненного цикла;
- сократить затраты на бумажный документооборот;
- повысить «прозрачность» и управляемость бизнес-процессов;
- повысить привлекательность и конкурентоспособность изделий;
- обеспечить заданное качество продукции в интегрированной системе поддержки ЖЦ путем электронного документирования всех процессов и процедур;
- сократить издержки производства и снизить стоимость продукции;
- сократить время создания изделия, его модернизации и увеличить его реальное время «жизни».

1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ

В первый раз концепция CALS появилась в 70-х годах в оборонной промышленности США в связи с необходимостью улучшения эффективности управления и уменьшения затрат на информационное взаимодействие в процессе заказа, поставок и эксплуатации вооружения и военной техники. Определяющей движущей силой стала потребность в организации единого информационного пространства, обеспечивающего быстрый обмен данными между заказчиком, производителями и потребителями военной техники. Эта концепция изначально основывалась на идеологии ЖЦ продукта и охватывала все фазы производства. Сначала CALS расшифровывалась как Computer Aided Logistic Support – компьютерная поддержка поставок, ее предметом являлась безбумажная технология взаимодействия между организациями, выполняющими заказы, производящими и использующими военную технику, а также формат представления соответствующих данных. CALS-технологии, показав свою эффективность, перестали быть инновацией только военного ведомства и начали активно применяться в различных промышленных предприятиях, охватывая все этапы жизненного цикла изделия. Новая концепция сохранила аббревиатуру CALS, однако трактовалась иначе – Continuous Acquisition and Life Cycle Support – непрерывная поддержка ЖЦ продукта. Так, родившаяся в Министерстве обороны США идея, связанная с общей информационной поддержкой логистических систем, довольно быстро превратилась в бизнес-стратегию перевода на безбумажную электронную технологию работы, улучшение эффективности бизнес-процессов, выполняемых на этапах ЖЦ продукта.

Работы по внедрению CALS-технологий осуществлялись в два этапа. На первом этапе большее внимание уделялось представлению в электронном виде технической документации. Также была определена технология представления технической и конструкторско-технологической документации в «нейтральном» электронном формате. На втором этапе, в рамках всемирного консорциума 25 ведущих технических организаций США, было достигнуто соглашение об использовании нового «нейтрального» стандарта описания данных ISO 10303 (STEP – Standart for the Exchange of Product Model Data). Сразу же после разработки стандарта STEP была начата разработка стандартов ISO 13584 (PLIB),

ISO 15531 (MANDATE), предназначенных для описания и представления информации о компонентах и комплектующих изделия, производственно-эксплуатационной среды и обмена данными, которые имеют общую со STEP структуру и технологию построения. Эти стандарты заложили основу CALS-технологий.

В 1995 году в США был заключен меморандум по общему пониманию и кооперации в использовании стандарта нового поколения ISO 10303 (STEP). В меморандуме отмечено, что новый стандарт является ключевой технологией описания данных об изделии для мирового рынка. Этот стандарт обеспечивает описание физических и функциональных параметров изделия на протяжении всего его жизненного цикла. Меморандум, подписанный руководителями главных аэрокосмических компаний США, содержит обязательство участников использовать STEP в реализации CALS. Он подталкивает поставщиков, других участников аэрокосмической отрасли и продавцов ее технических систем к участию в разработке и внедрении STEP-технологии. В меморандуме указывается, что в настоящее время различные компании нуждаются в эффективном обмене информацией с их партнерами, заказчиками и поставщиками во всем мире. Для того чтобы сохранить конкурентоспособность на мировом рынке, эти компании должны быть уверены, что обмен является совместимым, точным и своевременным. Используя эти международные стандарты, компании устраняют существовавшие при обмене информацией барьеры, что позволяет обеспечить максимальную гибкость при конструировании, производстве и логистической поддержке (поддержке поставок) продукции. Использование международных стандартов STEP дает возможность этим аэрокосмическим компаниям (и компаниям других отраслей) достигнуть новых, более высоких показателей качества и производительности, снижения стоимости продукции и сокращения времени выхода ее на рынок. Характерно, что рассматриваемый меморандум, заключенный главными аэрокосмическими компаниями, аналогичен международному меморандуму автомобильно-строительных компаний.

Подобные комитеты и, соответственно, проекты в области CALS были созданы и развернуты в других странах. Так, например, в Великобритании CALS стала известна с 1988 года. В 1991 году был сформирован Промышленный Совет Великобритании в области CALS. С 1993 года департамент торговли и промышленности Великобритании

начал содействовать развитию CALS. В том же году было выпущено руководство по внедрению CALS. Свою задачу Промышленный Совет видит в продвижении и поддержке наилучших методов реорганизации предпринимательской деятельности так, чтобы компании Великобритании могли пользоваться преимуществами электронного обмена информацией. Самыми первыми предприятиями, начавшими применение CALS, являются: аэрокосмический комплекс, военно-промышленный комплекс, крупные нефтяные и нефтеперерабатывающие компании. Самыми первыми проектами в области CALS в Великобритании были проекты, связанные с организацией цепных поставок между «первопроходцами» в области CALS.

В Европе CALS также нашла достаточно широкое распространение. Разработана Европейская промышленная группа в области CALS, созданы и создаются национальные программы по CALS, а также отдельные проекты по CALS, например такие, как PROSTEP, PISTEP.

НАТО уделяет значительное внимание вопросам CALS. Ведомство по вопросам CALS в структуре НАТО создано в 1994 году. В рамках данного ведомства осуществляются исследования, охватывающие: технические стандарты, функциональные метамодели, сетевую инфраструктуру, анализ рентабельности, принципы электронной коммерции, правовые вопросы и контрактное право.

Внедрение CALS набирает темпы и в Тихоокеанском регионе. Так, например, Промышленный форум по CALS в Японии был создан в мае 1995 года. В рамках Промышленного форума осуществляются различные проекты в области CALS. Два из них оцениваются особенно высокой вероятностью их реализации:

- национальный проект N-CALS (ассигнования 35.3 млн. долларов за три года);
- международный проект MAT1C (ассигнования 17.7 млн. долларов за три года).

В международном проекте MAT1C участвуют Сингапур, Малайзия, Индонезия, Таиланд, Китай и Япония. В настоящее время в мире действует более 25 национальных организаций, координирующих вопросы развития CALS-технологий, в том числе в США, Канаде, Японии, Великобритании, Германии, Швеции, Норвегии, Австралии, а также в рамках НАТО.

В России, хотя и с некоторым отставанием во времени от передовых индустриальных стран, начиная с середины 90-х годов на CALS

начинают обращать свое внимание специалисты различных отраслей промышленности. Создан Межведомственный промышленный совет по вопросам CALS при Миноборонпроме РФ. Его основными целями являются:

- развитие российской индустриальной инфраструктуры по поддержке эффективных связей и взаимного обмена между предприятиями при реализации стратегии CALS;
- поддержка согласованных работ в области CALS по интеграции предприятий в целях повышения их эффективности и производительности;
- устранение возможных барьеров в процессе интеграции CALS-стандартов и технологий.

Одной из причин отставания в области CALS-технологий является отсутствие отечественной нормативной базы, регламентирующей основные принципы электронного ведения работ при проектировании, производстве, поставке и сервисном обслуживании изделия. Для организации и осуществления работ по стандартизации в области CALS-технологий (в соответствии с решением коллегии Минэкономразвития России) в рамках Госстандарта России в 1999 году создан технический комитет (ТК) № 431 «CALS-технологии». В рамках ТК № 431 действует подкомитет № 2 «Представление данных и обмен данными об изделиях и процессах», организованный на базе НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» и объединяющий специалистов ведущих отечественных предприятий.

В настоящий момент CALS понимается как глобальная стратегия повышения эффективности бизнес-процессов, выполняемых в ходе жизненного цикла продукта за счет информационной интеграции и преемственности информации, порождаемой на всех этапах жизненного цикла. Средствами реализации данной стратегии являются CALS-технологии, в основе которых лежит набор интегрированных информационных моделей: самого жизненного цикла и выполняемых в его ходе бизнес-процессов, продукта, производственной и эксплуатационной среды. Возможность совместного использования информации обеспечивается применением компьютерных сетей и стандартизацией форматов данных, обеспечивающей корректную интерпретацию информации.

1.1. Предпосылки внедрения CALS-технологий в производство

Реализация на предприятии CALS- технологий представляет своего рода революцию в организации взаимодействия всех участников ЖЦ сложных изделий. Это объясняется тем, что многие поколения конструкторов, технологов, производственников воспитаны на основе совершенно другой культуры, базирующейся на сотнях стандартов ЕСКД, ЕСТД, СРПП, детально регламентирующих ведение дел с использованием бумажной документации. В условиях применения CALS-технологий и широкой информатизации предприятия эта культура должна претерпевать коренные изменения: появляются принципиально новые средства инженерного труда; полностью изменяется организация работ; должна быть существенно изменена, т.е. дополнена и частично переработана, нормативная база; многие работники должны быть переучены для работы в новых условиях и с новыми средствами труда. Отсюда следует вывод о том, что для подготовки и осуществления этой революции, сулящей многократное повышение эффективности процессов ЖЦ изделий, необходимо выполнять комплекс организационных, проектных и иных работ, направленных на создание новой культуры деятельности. При этом первоочередными проблемами являются разработка политики внедрения пожизненного информационного менеджмента, формирование нормативно-правовой базы, инструктивно-методических материалов, узаконивающих новые способы и средства информационного обмена.

Кроме того, одна из важнейших задач стандартизации в рассматриваемой сфере – это обеспечение информационной совместимости (бесшовных приложений), при которой различные программные комплексы (системы), существующие в настоящее время, будут общаться между собой на «одном языке».

1.2. Подход к построению системы менеджмента качества на основе CALS-технологий

Одним из основных принципов системы менеджмента качества (СМК) в стандарте ИСО 9000:2011 является процессный подход. Инструментарием для реализации процессного подхода является методология функционального моделирования (ФМ), получившая широкое распространение в промышленной и деловой практике, регламентированная стандартами (FIPS 183 – США, Р 50. 1. 028 -2001 – Россия) под именем IDEF0 и поддерживаемая рядом программных продуктов.

С помощью этих программных продуктов качества (ПП) можно описывать и исследовать процессы, а также получать и поддерживать в автоматизированном режиме документацию на СМК. Использование программных средств ФМ представляет собой первый шаг к переводу ПП в интегрированную информационную среду (ИИС), позволяющий перейти на следующем этапе к автоматизированному созданию информационной системы машиностроительного предприятия, а в дальнейшем и к полномасштабному внедрению интегрированной системы управления на базе CALS-технологий. В контексте CALS-идеологии применение ИИС обеспечивает информационную поддержку и интеграцию ПП, а соответственно, и возможность использования электронных данных, созданных в ходе различных ПП, для задач СМК. Перевод ПП в ИИС делает их гораздо более формализованными и управляемыми. Данные о качестве рассматриваются как подмножество всей совокупности данных о процессах и продукции, соответствующих специфической точке зрения, и используются другими ПП в рамках ИИС, что и составляет одно из преимуществ CALS. Таким образом, сложившаяся технология создания СМК, предусматривающая внедрение комплекса организационных решений, подготовку документации и разработку автоматизированных систем сбора и обработки данных о качестве, при использовании принципов CALS приобретает новое содержание. СМК становится автоматизированной информационно-управляющей системой, и новая технология ее создания сводится к настройке процессов и параметров ИИС.

Поскольку СМК тесно связана со всей управленческой инфраструктурой предприятия, для информационного обеспечения следует использовать по возможности все имеющиеся компьютерные системы. СМК должна базироваться на информационной системе, поддерживающей автоматизированную обработку данных, документирование процессов обеспечения качества на всех стадиях жизненного цикла изделия и автоматизированное управление этими процессами, данными и документацией. В этом смысле СМК становится неотъемлемой частью интегрированной автоматизированной системы управления (ИАСУ) предприятием. Применение CALS-технологий в системе управления предприятием позволяет создавать на их основе эффективные подсистемы менеджмента качества, интегрированные в систему управления. Это означает, что информация, циркулирующая в СМК, должна быть представлена в форматах, регламентированных CALS-стандартами, и состоять из набора информационных объектов (ИО), входящих в ИИС предприятия.

В рамках отдельного предприятия-производителя ИИС как минимум должна включать в свой состав две базы данных: общую базу данных об изделии (ОБДИ) и общую базу данных о предприятии (ОБДП). При реализации процессов СМК в качестве исходных данных используется информация, содержащаяся в ИИС, а информационные объекты, порождаемые в ходе процессов, возвращаются в ИИС для хранения и последующего использования в других процессах. Данные и документы хранятся в специальной защищенной системе – «хранилище данных», обеспечивающем актуализацию, авторизацию доступа, поиск информации, а также архивирование. Единое хранилище данных предоставляет одновременный доступ к информации любого необходимого числа сотрудников предприятия и других заинтересованных сторон в соответствии с правами доступа. Это должно не только повысить эффективность производственно-хозяйственной деятельности предприятия, но и сократить внутренние информационные потоки, уменьшив тем самым затраты на их обеспечение.

При внедрении CALS-технологий в системы управления предприятием и информационного обеспечения СМК возникает задача обеспечения адекватного отображения объектов производственно-хозяйственной деятельности предприятия (физического мира) в информационном пространстве (мире информации). При реализации различных процессов СМК для взаимодействия с ИИС и адекватного отображения в нем сущностей физического мира применяются специализированные классы программных средств. Программные средства выполняют задачи в определенной предметной области и описывают различные классы объектов физического мира.

При создании нового изделия и технологической подготовке его производства средствами конструкторских и технологических САПР (CAD/CAM) в ИИС создаются ИО, описывающие структуру изделия (сборочной единицы, комплекса или комплекта): состав, связи его составных частей (входимость) и другие данные, которые могут быть связаны (ассоциированы) с изделием или его составными частями. Каждый ИО обладает набором характеристик (атрибутов), описывающих свойства отображаемого им реального физического (материального) объекта. Информационные объекты в составе ОБД содержат в стандартном формате информацию, необходимую на всех стадиях ЖЦ для всех изделий, выпускаемых предприятием. Каждый ИО идентифицируется уникальным кодом и может быть извлечен из ОБДИ для выполнения действий с ним.

ИИС не только является адекватным отображением объектов производственно-хозяйственной деятельности предприятия, но и хранит архив (историю) ее состояний (изменений), являющийся источником информации для принятия решений по совершенствованию СМК. Эффективного управления и функционирования СМК можно добиться, если автоматизировать выполнение учетно-регистрационных и аналитических функций СМК.

Компонентами, являющимися источниками (и потребителями) информации для обеспечения эффективного управления и функционирования СМК, считаются:

- руководство и структурные подразделения предприятия, на которые распространено действие СМК;
- служба качества предприятия;
- поставщики, потребители и другие заинтересованные стороны;
- средства автоматизации производственно-хозяйственной деятельности, используемые на предприятии.

В модель СМК, соответствующую требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2011, должны входить:

- процессы высшего руководства (ответственность руководства);
- процессы менеджмента ресурсов;
- процессы жизненного цикла продукции (в части обеспечения «управляемых условий» процессов жизненного цикла);
- процессы измерения, анализа и улучшения.

Дополнительно в ГОСТ Р ИСО 9001-2008 выделяют процессы системного уровня. К этой категории относятся процессы развертывания (создания), поддержания в рабочем состоянии и улучшения СМК. Кроме того, ко всем процессам, а также к системе процессов в целом может применяться цикл PDCA: «Plan (планирование) – Do (осуществление) – Check (проверка) – Act (действие)».

При разработке организационно-технической составляющей СМК выделяют две основные задачи:

- организация управления предприятием в соответствии с принципами менеджмента качества, закрепляемая в системе организационных регламентов;
- создание системы сбора, регистрации, хранения, обработки и анализа данных о качестве, которая должна стать элементом ИИС (с использованием существующей или развитием информационной системы предприятия).

1.3. Организация информационного обеспечения СМК

Для решения вышеперечисленных задач на основе CALS-технологий модель совершенствования системы управления предприятием, заложенную в стандарты ИСО 9000, можно реализовать различными программными средствами интегрированной корпоративной информационной системы (КИС).

Компьютерные программы «исполнительно-аналитической» подсистемы поддерживают текущую деятельность предприятия, реализуют регламенты управления процессами предприятия в реальном времени, осуществляют функции анализа, прогнозирования и контроля. В подсистемах интегрированной КИС могут использоваться большинство известных на российском рынке программных продуктов, реализуя один из базовых принципов CALS – ориентацию на интеграцию лучших в своем классе программно-технических решений.

В предложенной модели СМК автоматизировано выполнение учетно-регистрационных и аналитических функций, что обеспечит эффективное управление и функционирование СМК.

Применение информационных технологий, обеспечивающих улучшение информационного обеспечения СМК, ведет к ускорению и повышению качества процессов планирования, реализации, контроля и осуществления корректирующих действий, а также к снижению затрат и количества используемых ресурсов.

В рамках данной модели совершенствование процессов СМК осуществляется через ее интегрированную информационную поддержку. Все необходимые информационные потоки поступают к компонентам СМК в нужное время, в полном объеме (рис. 1).

Первым принципом менеджмента качества в соответствии с ИСО 9000 является ориентация на потребителя. В ГОСТ Р ИСО 9001-2011, п. 7.2 установлены требования к процессам, связанным с потребителями, в п. 7.2.3 – к связи с потребителями. В п. 8.2.1 «Удовлетворенность потребителей» установлено, что организация должна проводить мониторинг информации, касающийся восприятия потребителем выполнения организацией его требований, как одного из способов измерения работы СМК. Для управления отношениями с заказчиками, потребителями предназна-

чена CRM-система (Customer Relationship Management), обеспечивающая отслеживание истории развития взаимоотношений, координирование многосторонних связей, централизованное управление продажами и клиенториентированным маркетингом.



Рис. 1. Структура компьютерной СМК и механизмы ее информационного обеспечения

Концепция построения автоматизированных систем обслуживания клиентов предприятия CRM подразумевает накопление, обработку и анализ не только финансово-бухгалтерской, но и прочей информации о взаимоотношениях с клиентами. Это способствует повышению производительности менеджеров, улучшает качество обслуживания клиентов и способствует увеличению продаж.

Для информационной поддержки процедур мониторинга удовлетворенности потребителей могут быть использованы PDM-системы. Речь идет о наукоемкой продукции, выпускаемой единичными экземплярами или мелкими сериями, для которой по тем или иным причинам (обычно законодательно обусловленным) необходимо вести поэкземплярный и покомпонентный учет. В этом случае в «ведении» PDM-системы уже, как правило, находится информация по продукту производства и по модели производства. Остальная информация может быть включена как дополнение к данным о продукции; сюда относятся информация о потребителях, дистрибьюторах, сервисных центрах, ремонтах, запчастях и т. п.

Источником информации для мониторинга удовлетворенности потребителей являются в рассматриваемом случае разноплановые информационные контакты представителей предприятия с представителями потребителя. Контакты могут быть планируемые (обслуживание, проведение маркетинговых обследований и т. п.) и незапланированные (рекламации, гарантийный ремонт и т. п.). В этих случаях важно сформировать процедуру сбора релевантной информации и помещения ее в базу данных в целях последующего анализа.

Для реализации принципа менеджмента ИСО 9000 «Взаимовыгодные отношения с поставщиками» ГОСТ Р ИСО 9001-2011 устанавливает требования к закупкам (п. 7.4. Закупки). Для управления отношениями с поставщиками и управления цепочками поставок предназначена SCM-система (Supply Chain Management).

Концепция SCM разработана для оптимизации управления логистическими цепями и позволяет существенно снизить транспортные и операционные расходы путем оптимального структурирования логистических схем поставок. Концепция SCM поддерживается в ERP-системах.

1.4. Требования к производству и обслуживанию продукции как процессам СМК

К числу важнейших процессов жизненного цикла продукции с точки зрения обеспечения ее качества относятся производство и обслуживание продукции. ГОСТ Р ИСО 9001-2011 устанавливает требования к управлению производством и обслуживанием, валидации (подтверждению эффективности, работоспособности, качества) этих процессов, обеспечению идентификации и прослеживаемости продукции, обращению с собственностью потребителей, сохранению соответствия продукции заданным требованиям после ее изготовления.

Организация должна планировать и обеспечивать производство и обслуживание в управляемых условиях. К управляемым условиям должны относиться (где это применимо):

- наличие информации, описывающей характеристики продукции;
- наличие рабочих инструкций в случае необходимости;
- применение подходящего оборудования;
- наличие и применение контрольного и измерительного оборудования;
- проведение мониторинга и измерений;
- осуществление выпуска, поставки и действий после поставки продукции.

Организация должна проводить валидацию всех процессов производства и обслуживания, результаты которых нельзя проверить посредством последовательного мониторинга или измерения. К ним относятся все процессы, недостатки которых становятся очевидными только после начала использования продукции или после предоставления услуги.

Валидация должна продемонстрировать способность этих процессов достигать запланированных результатов.

Организация должна разработать меры по этим процессам, включая, если это приемлемо:

- определенные критерии для анализа и утверждения процессов;
- утверждение соответствующего оборудования и квалификации персонала;
- применение конкретных методов и процедур;
- требования к записям;
- повторную валидацию.

В ГОСТ Р ИСО 9001-2011, п. 7.5.3 «Идентификация и прослеживаемость» установлено, что, если это возможно и целесообразно, организация должна идентифицировать продукцию с помощью соответствующих средств на всех стадиях ее жизненного цикла.

ГОСТ Р ИСО 9000-2011 определяет прослеживаемость как возможность проследить историю, применение или местонахождение того, что рассматривается. Применительно к продукции это способность проследить последовательность и этапы изготовления и перемещения продукции в процессе ее производства, хранения и отгрузки.

Идентификация – установление соответствия реального объекта представленной на него документации, его названию (принадлежности объекта определенному виду или группе) во избежание подмены одного объекта другим.

Организация должна идентифицировать статус продукции по отношению к требованиям мониторинга и измерений на всех стадиях ее жизненного цикла.

Менеджмент конфигурации является средством, с помощью которого поддерживается идентификация и прослеживаемость. Вопросы менеджмента конфигурации отражены в ГОСТ Р ИСО 10007-2007 «Системы менеджмента качества. Руководящие указания по менеджменту конфигурации».

1.5. Информационно-управляющая структура автоматизированного производства как элемент СМК

Информационно-управляющая структура автоматизированного производства, представленная на рис. 2, позволит обеспечить его управляемые условия в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2011.

Проследим передачу информации о качестве по всем ступеням иерархии системы. Из производственной зоны (АСУТП) информация поступает к MES-системам, проходит стадию обработки, а затем уже обработанная информация поступает в ERP-системы, и далее – на уровень высшего менеджмента предприятия (OLAP, Data Mining – интеллектуальный анализ данных).

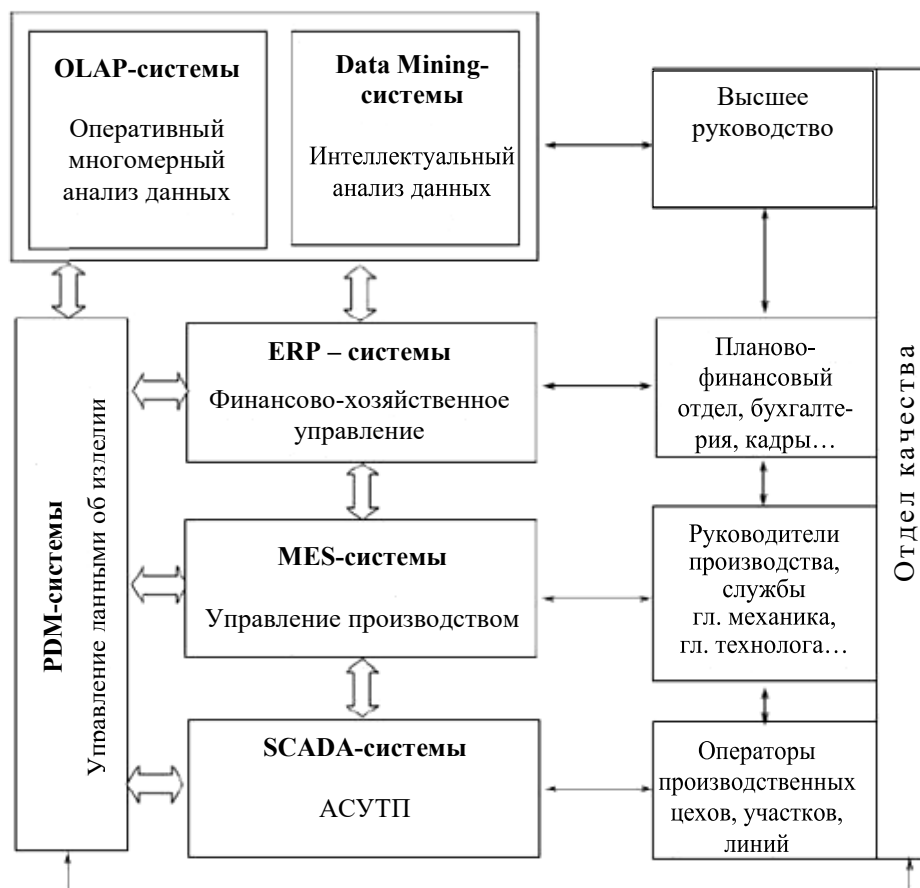


Рис. 2. Информационно-управляющая структура автоматизированного производства как элемент CMK

На рис. 3 системы управления ERP, MES, SCADA представлены как системы учета и оперативной обработки данных о качестве современного автоматизированного производства. Для сбора и анализа информации о качестве технологических процессов должны использоваться SCADA-системы. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) отвечают за функции автоматизации управления и контроля выполнения технологических процессов. Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

В общем случае SCADA-система выполняет следующие функции:

- сбор данных от контроллеров;
- первичная обработка данных;
- ведение архивов данных (баз данных);
- представление динамических мнемосхем объекта;

- представление трендов измеряемых величин;
- выдача сообщений о неисправностях и авариях;
- печать протоколов и отчетов;
- обработка команд оператора;
- связь с другими пультами операторов;
- решение прикладных задач на базе текущих данных (включает вторичную математическую обработку данных – вычисление средних значений величин, отклонений и др.).

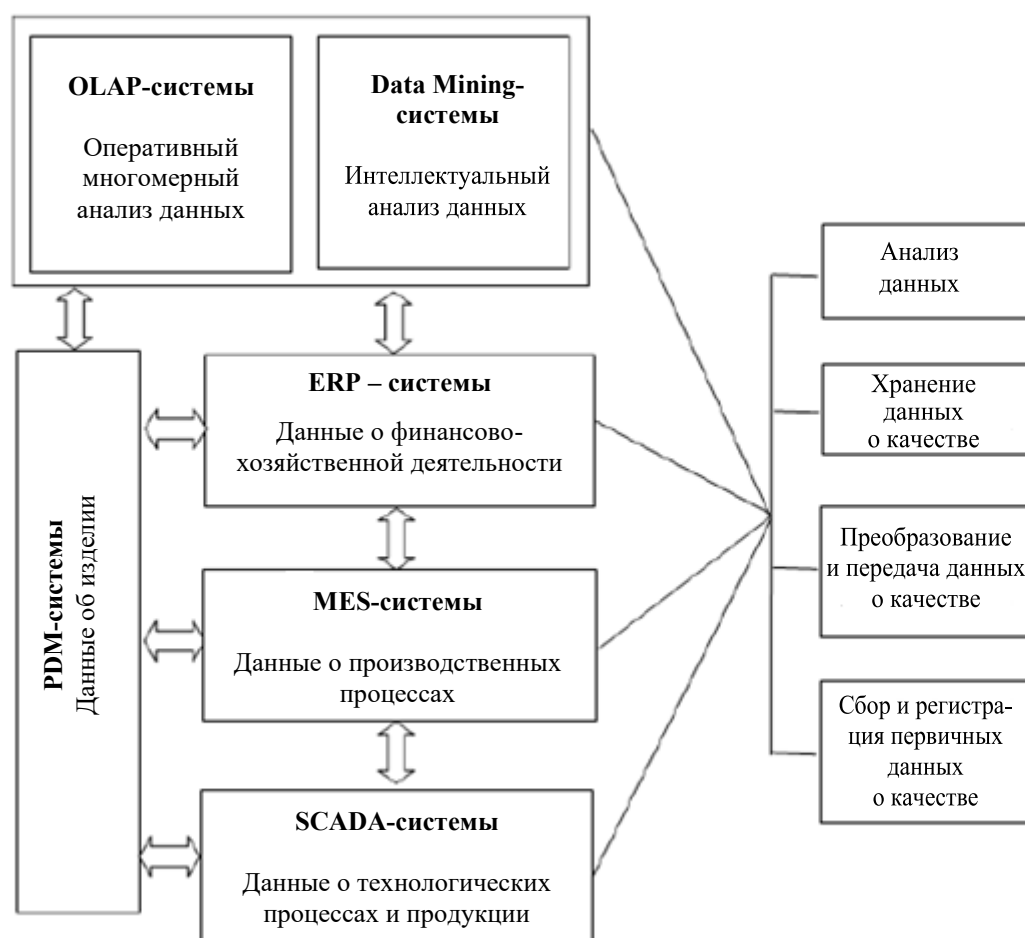


Рис. 3. Система учета и оперативной обработки данных

В качестве современного автоматизированного производства система осуществляет связь с MES-системой (Manufacturing Execution System – производственная исполнительная система, автоматизированная система управления производством, информационно-вычислительная система). Системы такого класса решают задачи синхронизации, координируют, анализируют и оптимизируют выпуск продукции в рамках какого-либо производства в режиме реального времени. Взаимодействие

систем MES и SCADA обеспечивает контроль качества протекания ТП и в дальнейшем своевременное принятие решения о дальнейшем использовании оборудования или его остановке, пересчете расписания.

Выделим функции MES-системы для выполнения требований ГОСТ Р ИСО 9001-2008 к СМК:

- сбор и хранение данных: взаимодействие информационных подсистем в целях получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия;

- контроль состояния и распределение ресурсов: управление ресурсами производства: технологическим оборудованием, материалами, персоналом, инструментами;

- управление качеством продукции: анализ данных измерений качества продукции в режиме реального времени на основе информации, поступающей с производственного уровня, обеспечение должного контроля качества, выявление критических точек и проблем, требующих особого внимания;

- управление производственными процессами: мониторинг производственных процессов, автоматическая корректировка либо диалоговая поддержка решений оператора;

- отслеживание истории продукта: визуализация информации о месте и времени выполнения работ по каждому изделию. Информация может включать отчеты: об исполнителях, технологических маршрутах, комплектующих, материалах, серийных номерах, произведенных переделках, текущих условиях производства и т. п.;

- анализ производительности: предоставление подробных отчетов о реальных результатах производственных операций; сравнение плановых и фактических показателей. MES-система обеспечивает гибкое управление цехом, позволяет быстро перестраивать производственное расписание при выходе из строя части технологического оборудования.

Графический контроль состояния производственных процессов может выполняться на основе диаграмм Ганта, отображающих сквозной график, и диаграммы Исикавы, формируемой для руководителя подразделения.

Создание условий прозрачности технологических и производственных процессов и обеспечение основных требований международного

стандарта ISO-9000 создает условия для выхода основной продукции машиностроительных предприятий на международный рынок.

На верхнем уровне в иерархической лестнице систем управления работает ERP-система (Enterprise Resource Planning) – планирование ресурсов предприятия. ERP-концепция направлена на управление бизнесом, а не только производством. Основное предназначение ERP – это управление финансовой и хозяйственной деятельностью предприятия. ERP-система затрагивает основные аспекты всех элементов производственной и торговой деятельности предприятия. В основе ERP лежит принцип создания единого хранилища данных, содержащего всю деловую информацию, накопленную организацией в процессе ведения деловых операций, включая финансовую информацию, данные, связанные с производством, управлением персоналом, или любые другие сведения. Концепция ERP стала очень известной в производственном секторе, поскольку планирование ресурсов позволило сократить время выпуска продукции, снизить уровень товарно-материальных запасов, а также улучшить обратную связь с потребителем при одновременном сокращении административного аппарата.

В ERP-системе реализована важная задача СМК – сбор, регистрация, обработка, контроль и анализ данных по качеству. Система постоянно собирает и аккумулирует данные различных процессов, и всегда тот же сотрудник отдела качества на предприятии может вывести отчет по любой интересующей его информации, которая необходима для анализа эффективности функционирования СМК и предприятия в целом.

В современных ERP-системах (например, BaanERP) возможно осуществление описания процессов предприятия, измерение процессов и их постоянный мониторинг, проведение постоянного анализа соответствия процессов и изделия запланированным показателям. Что касается описания процессов, то для этого в системе присутствует модуль динамического моделирования предприятия, который позволяет описать все необходимые процессы предприятия еще до начала внедрения системы. Источником всех данных об изделии является PDM-система (Product Data Management – система управления данными об изделии), которая аккумулирует данные об изделии и информационных процессах его жизненного цикла.

На уровне высшего менеджмента предприятия должны работать OLAP-системы (On-Line Analytic Processing – оперативный многомерный анализ данных) и DM-системы (Data Mining – интеллектуальный анализ данных).

Аналитическая обработка в реальном времени (OLAP) – это технология обработки информации, включающая составление и динамическую публикацию отчетов и документов. Используется аналитиками для быстрой обработки сложных запросов к базе данных. С помощью подобных систем менеджеры, обеспечивающие принятие решений, могут просматривать и анализировать данные именно в том виде, который для них наиболее удобен, агрегировать и детализировать информацию, получать промежуточные итоги, использовать графическое представление информации, а также выпускать отчеты, необходимые руководству предприятия для принятия решений, основанных на фактах, в соответствии с принципом менеджмента качества ИСО 9000.

Технологии интеллектуального анализа данных (Data Mining) могут быть использованы при исследовании проблем качества продукции, процессов и подготовке оптимальных решений.

Основное назначение этой технологии – автоматизированный поиск (выявление ранее неизвестных) функциональных и логических закономерностей в многомерном хранилище, использование выявленных закономерностей для прогнозирования (интерполяции и экстраполяции) требуемых данных. Методы (Data Mining) разделяются на статистические (дескриптивный анализ, корреляционный и регрессионный анализ, факторный анализ, дисперсионный анализ, компонентный анализ, дискриминантный анализ, анализ временных рядов) и кибернетические (искусственные нейронные сети, эволюционное программирование, генетические алгоритмы, ассоциативная память, нечеткая логика, деревья решений, системы обработки экспертных знаний).

2. КОНЦЕПЦИЯ CALS

2.1. Преимущества использования CALS

Анализ реализованных проектов позволил выявить ряд основных аспектов, определяющих эффективность применения CALS-технологий:

- Компьютерная автоматизация, позволяющая повысить производительность основных процессов и операций создания информации.

- Информационная интеграция процессов, обеспечивающая совместное и многократное использование одних и тех же данных. Интеграция достигается минимизацией числа и сложности вспомогательных процессов и операций, связанных с поиском, преобразованием и передачей информации. Поскольку доля вспомогательных процессов и операций в общем цикле достаточно велика, сокращение связанных с ними затрат времени и средств является существенным фактором экономии. Одним из инструментов интеграции является стандартизация способов и технологий представления данных с тем, чтобы результаты предшествующего процесса могли быть использованы для последующих процессов с минимальными преобразованиями.

- Переход к безбумажной организации процессов и применение новых моделей их организации.

Сегодня основной формой представления результатов интеллектуальной деятельности все еще является бумажный документ, который в таком виде разрабатывается, контролируется, согласовывается и утверждается. Очень часто, даже при использовании компьютерных систем, конечный результат интеллектуальной деятельности формируется в виде бумажного документа, а на последующих стадиях снова преобразовывается в электронный вид. Количество циклов преобразования и трудоемкость достаточно велики. Поэтому переход от бумажного документооборота к электронному позволяет многократно ускорить доставку документов нужным лицам, обеспечить параллелизм обсуждения, контроля и утверждения результатов работы, существенно сократить длительность процессов.

Из этих аспектов можно выделить конкретные факторы, непосредственно влияющие на экономические показатели производства, применяющего CALS-технологии:

- сокращение затрат и трудоемкости процессов технической подготовки и освоения производства новых изделий;

- сокращение календарных сроков вывода новых конкурентоспособных изделий на рынок;
- сокращение доли брака и затрат, связанных с внесением изменений в конструкцию;
- увеличение объемов продаж изделий, снабженных электронной технической документацией (в частности, эксплуатационной), в соответствии с требованиями международных стандартов;
- сокращение затрат на эксплуатацию, обслуживание и ремонт изделий (затрат на владение), которые для сложной наукоемкой продукции подчас равны или превышают затраты на ее закупку.

2.2. Экономическая эффективность CALS

Одним из важных потребительских параметров сложного наукоемкого изделия является величина затрат на поддержку его жизненного цикла. Эти затраты складываются из затрат на разработку и производство изделия, а также затрат на ввод изделия в действие, эксплуатацию, поддержание его в работоспособном состоянии и утилизацию по истечении срока службы.

Для сложного изделия (например, оборонной системы: летательного аппарата, корабля, ракетной установки, танка и т. п.), имеющего длительный срок использования (10...20 лет), затраты, возникающие на постпроизводственных стадиях ЖЦ и связанные с поддержанием изделия в работоспособном состоянии (состоянии готовности к использованию), могут быть равны или даже превышать затраты на приобретение.

Примерные объемы жизненного цикла:

- концептуальное проектирование – 7 %;
- разработка, проектирование – 13 %;
- изготовление – 30 %;
- эксплуатация, ремонт – 45 %;
- утилизация – 5 %.

Сокращение затрат на поддержку ЖЦ изделия – одна из целей внедрения концепции и стратегии CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support).

Приведем некоторые количественные оценки эффективности внедрения CALS в промышленности США:

- прямое сокращение затрат на проектирование – от 10 до 30 %;
- сокращение времени вывода новых изделий на рынок – от 25 до 75 %;
- сокращение доли брака и объема конструктивных изменений – от 23 до 73 %.
- сокращение затрат на подготовку технической документации – до 40 %;
- сокращение затрат на разработку эксплуатационной документации – до 30 %;
- сокращение времени разработки изделий – от 40 до 60 %.

По зарубежным данным, потери, связанные с несовершенством информационного взаимодействия с поставщиками, только в автомобильной промышленности США оцениваются в сумме порядка одного миллиарда долларов в год. Аналогичные потери имеют место и в других отраслях промышленности.

Затраты на разработку реактивного двигателя GE 90 для самолета «Боинг 777» составили 2 миллиарда долларов, а разработка новой модели автомобиля компании «Форд» стоит от 3 до 6 миллиардов долларов. Это означает, что экономия от снижения прямых затрат на проектирование только по двум указанным объектам может составить от 500 долларов до 2,2 миллиардов долларов.

Отсюда следует, что внедрение CALS-технологий приводит к существенной экономии и получению дополнительной прибыли. Поэтому эти технологии широко применяются в промышленности развитых стран.

В связи с большими объемами ожидаемой экономии и дополнительных прибылей в эту сферу привлекаются значительные инвестиции, измеряемые миллиардами долларов. По данным зарубежных источников, инвестиции правительства США в сферу CALS-технологий составляют около 1 миллиарда долларов в год.

Затраты других стран меньше, однако, например, правительство Финляндии затратило на национальную программу в этой области свыше 20 миллионов долларов, примерно такую же сумму (около 25 миллионов долларов) вложили в нее частные компании.

Средние затраты на один проект, посвященный решению локальной задачи в области CALS-технологий (например, разработка стандарта или программы), составляют 1,2...1,5 миллионов долларов при среднем сроке выполнения от 2 до 4 лет.

Эти цифры свидетельствуют о том, какое значение придают на Западе проблематике, связанной с CALS-технологиями.

2.3. Программное обеспечение CALS

Все программные продукты, используемые в CALS-технологиях, можно разделить на две большие группы:

1) программные продукты, используемые для создания и преобразования информации об изделиях, производственной среде и производственных процессах, применение которых не зависит от реализации CALS-технологий;

2) программные продукты, применение которых непосредственно связано с CALS-технологиями и требованиями соответствующих стандартов.

К первой группе относятся программные продукты, традиционно применяемые на предприятиях различных отраслей промышленности и предназначенные для автоматизации различных информационных и производственных процессов и процедур. К этой группе принадлежат следующие программные средства и системы:

- подготовки текстовой и табличной документации различного назначения (текстовые редакторы, электронные таблицы и т. д. – офисные системы);

- автоматизации инженерных расчетов и эскизного проектирования (CAE-системы);

- автоматизации конструирования и изготовления рабочей конструкторской документации (CAD-системы);

- автоматизации технологической подготовки производства (CAM-системы);

- автоматизации планирования производства и управления процессами изготовления изделий, запасами, производственными ресурсами, транспортом и т. д. (системы MRP/ERP);

- идентификации и аутентификации информации (средства ЭЦП).

На рынке программных средств перечисленные выше группы программных продуктов представлены достаточно широко.

Ко второй группе принадлежат программные средства и системы:

- управления данными об изделии и его конфигурации (системы PDM – Product Data Management);
- управления проектами (Project Management);
- управления потоками заданий при создании и изменении технической документации (системы WF – Work Flow);
- обеспечения информационной поддержки изделий на постпроизводственных стадиях ЖЦ;
- функционального моделирования, анализа и реинжиниринга бизнес-процессов.

3. CALS-СТАНДАРТЫ

Для развития методологии CALS в США были созданы Управляющая промышленная группа по вопросам CALS (ISG) и ее исполнительный консультативный комитет. В настоящий момент в мире действует более 25 национальных организаций (комитетов или советов по развитию CALS), в том числе в США, Японии, Канаде, Великобритании, Германии, Швеции, Норвегии, Австралии и других странах, а также в НАТО.

Основные усилия этих и подобных организаций были направлены на создание разного уровня нормативной документации. За последние несколько лет разработаны следующие документы:

- ISO 10303 – Industrial automation systems and integration. Product data representation and exchange (представление данных и обмен данными об изделии);
- ISO 13584 – Part Library (библиотека деталей);
- Def Stan 00-60 – Integrated Logistic Support (интегрированная логистическая поддержка изделия);
- MIL-STD-2549 – Configuration Management. Data Interface (управление конфигурацией. Информационный интерфейс);
- MIL-HDBK-61 – Configuration Management. Guidance (управление конфигурацией, руководство);
- AECMA Specification 2000M – International Specification for Materiel Management Integrated Data Processing for Military Equipment (международная спецификация интегрированной обработки данных об управлении материалами для военного оборудования);
- AECMA Specification 1000D – International Specification for Technical Data Publications, Utilising a Common Source Data Base (международная спецификация для публикации технических данных. Использование баз данных).

Стандарты, разработанные ISO (International Organization for Standardization – Международная организация по стандартизации) для CALS-технологий, можно разбить на три группы: представление информации о продукте, представление текстовой и графической информации и общего назначения.

К первой группе относятся: ISO/IEC 10303 Standard for the Exchange of Product Model Data (STEP) и ISO 13584 Industrial Automation – Parts Library.

Во вторую группу входят:

- ISO 8879 Information Processing – Text and Office System – Standard Generalised Markup Language (SGML) (обработка информации – текстовые и офисные системы – стандартный язык разметки данных);
- ISO/IEC 10179 Document Style Semantics and Specification Language (DSSSL) (семантика стиля документов и язык спецификаций);
- ISO/IEC IS 10744 Information Technology – Hypermedia/Time Based Document Structuring Language (HyTime) (ИТ – язык структурирования документов, основанный на гипермедиа/время);
- ISO/IEC 8632 Information Processing Systems – Computer Graphics – Metafile (системы обработки информации – компьютерная графика – метафайл);
- ISO/IEC 10918 Coding of Digital Continuous Tone Still Picture Images (JPEG);
- ISO 11172 MPEG2 Motion Picture Experts Group (MPEG) – Coding of Motion Pictures and associated Audio for Digital Storage Media (кодирование движущихся картин и связанных звуковых эффектов для цифровых медианакопителей);
- ISO/IECS 13522 Information Technology – Coding of Multimedia and Hypermedia Information (MHEG) (кодирование мультимедиа- и гипермедиаинформации).

Третья группа:

- ISO 11179 Information Technology – Basic Data Element Attributes (ИТ – основные характеристики элементов данных);
- ISO 3166 Information Processing – Country Name Representations (обработка информации – представление названий стран);
- ISO 31 Information Processing Representation – Quantities and Units (представление обработки информации – количественные меры и узлы);
- ISO 4217 Information Processing – Currencies and Funds (обработка информации – валюта и фонды);
- ISO 639 Information Processing – Coded Representation of Names of Languages (обработка информации – кодированное представление названий языков);
- ISO 8601 Information Processing – Date/Time Representations (обработка информации – представление даты и времени).

Кроме международных стандартов, разработанных ISO, стандарты CALS широко представлены стандартами с индексами MIL и FIPS, которые лишней раз подчеркивают приоритетность разработки технологии CALS Соединенными Штатами и их военным ведомством изначально (самая многочисленная группа стандартов CALS имеет индекс MIL – стандартный индекс для документов, разработанных в МО США). Аббревиатура FIPS означает федеральный стандарт обработки информации (Federal Information Processing Standard).

Стандарты CALS военного ведомства США, имеющие индекс MIL, также можно разбить на три группы: общих принципов электронного обмена и управления данными; представления текстовой и графической информации; электронных технических руководств.

Стандарты FIPS не так многочисленны, как ISO и MIL, и делятся всего на две группы: описания процессов и безопасности информации.

Стандартов достаточное количество. По функциональному принципу их можно подразделить на три группы:

- функциональные стандарты, определяющие процессы и методы формализации;
- информационные стандарты по описанию данных о продуктах, процессах и средах;
- стандарты технического обмена, контролирующие носители информации и процессы обмена данными между передающими и принимающими системами.

Госстандарт РФ готовит набор ГОСТов, отражающих, в частности, требования CALS-ориентированных стандартов серии ISO 10303 (ГОСТ Р ИСО 10303-203-2003. Системы автоматизации производства и их интеграция; представление данных об изделии и обмен этими данными). Однако внедрение CALS-подхода в России имеет специфические сложности:

- часто для использования CALS-решений требуется предварительное проведение реинжиниринга бизнес-процессов;
- невысок уровень компьютеризации предприятий;
- отсутствует нормативная база;
- не хватает специалистов;
- нет рынка CALS-продуктов и услуг;
- нет денег на внедрение CALS-технологий.

Понятно, что первоочередной задачей для развития CALS-технологий в России является создание соответствующей нормативной базы.

Все работы по стандартизации в Российской Федерации выполняются под эгидой федеральных органов исполнительной власти России, как правило, через научно-исследовательские институты по стандартизации. Рабочим органом по стандартизации в области CALS-технологий, обеспечивающим их эффективность на национальном и международном уровнях, гармонизацию российских стандартов с международными, региональными и зарубежными стандартами и их согласование с заинтересованными организациями, является ТК 459 по стандартизации «Информационная поддержка жизненного цикла изделий», созданный в 2004 г. приказом Госстандарта России. В рамках ТК действуют пять подкомитетов и три рабочие группы, организованные с целью специализации по видам продукции.

К настоящему времени приняты следующие стандарты серии «Системы автоматизации производства и их интеграция»:

- ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Методы описания. Общий обзор и основополагающие принципы;
- ГОСТ Р ИСО 10303-21-99. Представление и обмен данными об изделии. Методы реализации. Текстовый обменный файл;
- ГОСТ Р ИСО 10303-41-99. Представление и обмен данными об изделии. Интегрированные родовые ресурсы. Принципы описания продукта.

3.1. Стандарт ISO 10303 (STEP)

ISO 10303 (STEP – Standard for the Exchange of Product Model Data) – это международный стандарт для компьютерного представления и обмена данными о продукте (изделии). Цель стандарта – дать нейтральный механизм описания данных о продукте на всех стадиях его ЖЦ, не зависящий от конкретной системы. Природа такого описания делает его подходящим не только для нейтрального файла обмена, но и в качестве базиса для реализации и распространения баз данных о продукте, а также для архивирования.

В соответствии с названием STEP определяет «нейтральный» формат представления данных об изделии в виде информационной модели. Для обеспечения возможности единообразного описания изделий

в различных прикладных областях предполагается, что информационные модели (в терминах стандарта «прикладные протоколы») создаются на базе типовых блоков («интегрированных ресурсов»), причем для описания схем данных используется специально введенный язык EXPRESS.

Язык EXPRESS является одним из разделов стандарта ISO 10303 STEP и описан в 11 томе стандарта ISO 10303. Он регламентирует черчение (прямое и ассоциативное), проектирование конструкций, инженерный анализ, технологическую подготовку, производство, тестирование данных и обмен ими (в том числе с IDEF-моделями) в специальном текстовом формате, который обеспечивает безопасность и надежность передачи информации партнерам.

Стандарт ISO 10303 включает в себя 8 разделов, тесно связанных друг с другом, каждый из которых, в свою очередь, состоит из томов. Перечень разделов включает в себя:

- методы описания (язык EXPRESS);
- стандартные решения (способы применения);
- структура и методология проверки на совместимость;
- общие интегрированные ресурсы;
- прикладные интегрированные ресурсы;
- прикладные протоколы (в различных отраслях);
- набор абстрактных тестов (абстрактные примеры);
- элементы для конкретных приложений.

Каждый том документации по ISO 10303 начинается с одной и той же преамбулы, определяющей назначение и структуру ISO 10303, а именно: «ISO 10303 – международный стандарт для компьютерного представления и обмена данными о продукте». Приведенное определение ISO 10303 нуждается в комментариях.

Под продуктом не обязательно понимать материальный продукт производства, продуктом считается результат любого процесса, в частности разработки технологического плана.

Утверждать, что ISO 10303 является стандартом обмена данными о продукте, можно лишь при расширенной трактовке STEP (ISO 10303) как стандарта, включающего в себя стандарты PLIB и MANDATE.

С технологической точки зрения это так и есть, поскольку PLIB и MANDATE строятся на базе стандарта STEP, заимствуя из него методы

описания (язык EXPRESS), формы реализации (обменный файл и интерфейс доступа к данным) и при необходимости интегрированные ресурсы (информационные структуры).

С потребительской же точки зрения каждый из трех стандартов имеет свою предметную область:

ISO 13584 (PLIB) дает средства описания продукта внутри производства во внутренней сфере обращения (здесь под продуктом уже понимается материальный продукт производства, участвующий в товарообмене). Он представляет информацию о библиотеке изделий вместе с необходимыми механизмами и определениями, обеспечивающими обмен, использование и корректировку данных библиотеки изделий. Имеется в виду обмен между различными компьютерными системами и средами, связанными с ЖЦ продукта, где могут использоваться изделия библиотеки, включая проектирование, изготовление, эксплуатацию, обслуживание и утилизацию продукта.

ISO 15331(MANDATE) описывает динамику производства как снаружи (связи производства с внешней средой), так и изнутри (материальные и информационные потоки в организационно-производственной структуре – это интегрированная модель производства).

Конструкторские данные об изделии занимают значительную часть в объеме информации, используемой в ходе его жизненного цикла. На основе этих данных решается ряд задач производства изделия, материально-технического снабжения, сбыта, эксплуатации и т. д. Сегодня, несмотря на широкое применение компьютерных технологий, преимущества электронного представления информации не используются в полной мере. Хотя объем проектных работ, выполняемых с использованием автоматизированных систем проектирования, достаточно высок, полученные результаты, как правило, все равно переводятся из электронного вида в форму бумажных документов. Одна из причин – сложность интеграции результатов различных процессов.

CALS-технологии, в частности стандарт ISO 10303 STEP, предлагают способ решения этой проблемы при помощи использования стандартизованного интегрированного описания изделия. Интегрированное электронное описание изделия – это набор данных различного типа, полученных в ходе проектирования различными способами, а затем преобразованных в стандартизованный вид и достаточных для решения задач

последующих этапов ЖЦ. Например, конструкторское электронное описание в соответствии со стандартом STEP содержит структуру и варианты конфигурации изделия, геометрические модели и чертежи, свойства и характеристики составных частей и др. (рис. 3).

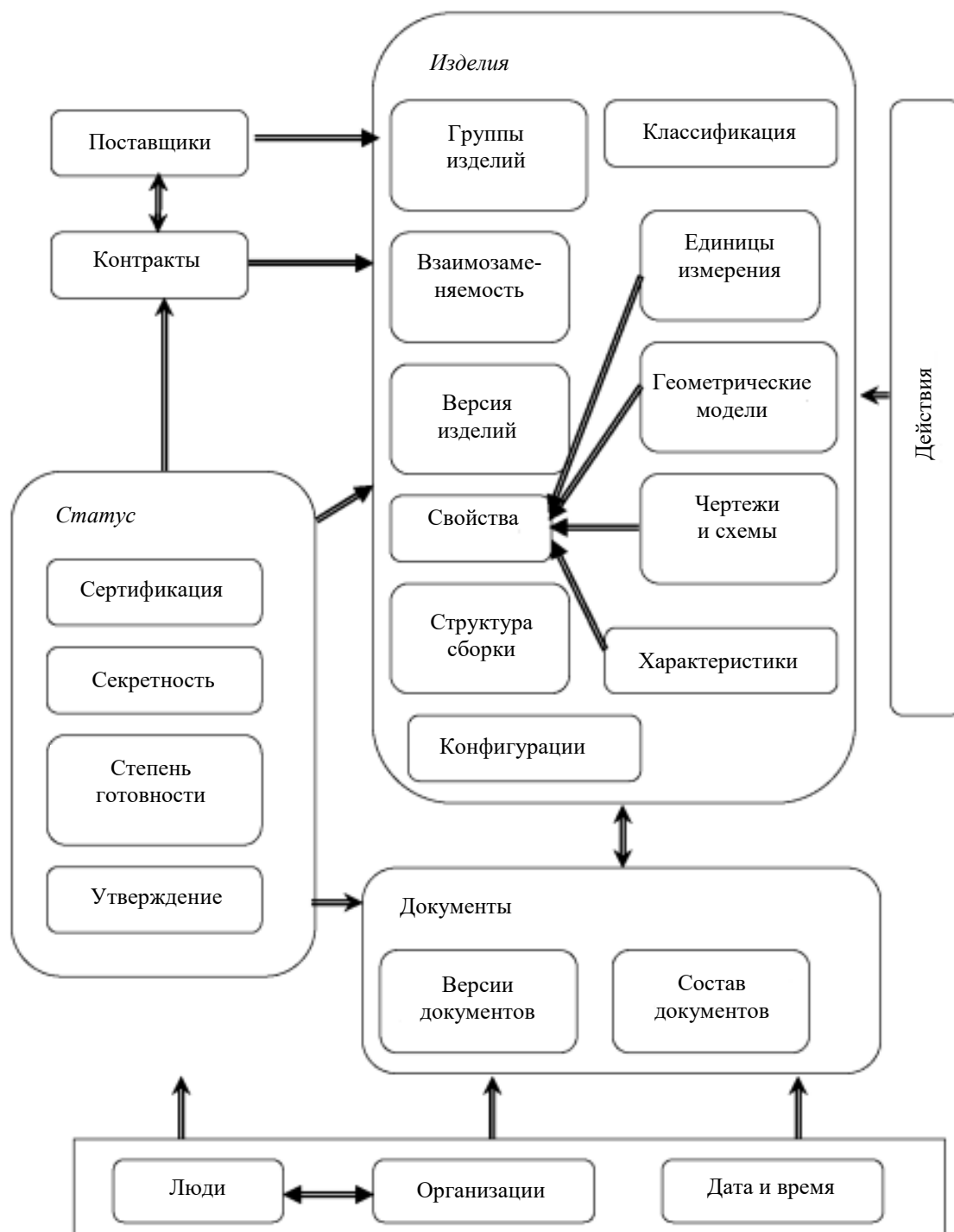


Рис. 3. Конструкторское электронное описание в соответствии со стандартом STEP

База данных, логическая структура которой соответствует стандарту, является основой информационной интеграции автоматизированных систем, использующихся на предприятии и нуждающихся в информации об изделии. При этом единое представление и расположение данных позволят обеспечить полноту и целостность информации, а также избавят от возможного искажения информации.

Данные о конструкции в формате STEP могут быть использованы для технической подготовки производства, планирования потребностей, управления производством и т.д. Стандарт STEP регламентирует: логическую структуру базы данных (БД), номенклатуру информационных объектов, хранимых в БД, их связи и атрибуты. Типовые информационные объекты, такие как данные о составе изделия, материалах, геометрических изделиях, независимые от характера описания изделия, называются в стандарте «интегрированными ресурсами», на основе которых строятся схемы баз данных об изделии для разных предметных областей автомобилестроения, судостроения, аэрокосмической промышленности и т.д.

Готовые схемы баз данных называются в стандарте протоколами применения (прикладными протоколами) и представляют собой типовые решения.

Практически стандарт STEP может быть применен несколькими способами.

Такой подход создает новый базис для информационной интеграции и преемственности в использовании информации и позволяет решить большой круг задач. Перечислим некоторые из них:

- Организация обмена данными о составе изделия между двумя организациями, например между заводом-производителем и дистрибьютором, с тем чтобы дать потребителю возможность заказать запасные части. Соответствующий том стандарта дает готовое решение – стандартизованный обменный файл.

Создать его и работать с ним можно, используя конверторы, имеющиеся практически во всех современных CAD-системах, либо программные системы третьих фирм, в том числе отечественных.

- Продажа лицензии на производство продукта. Фактически речь идет о необходимости поставки конструкторской и технологической документации в электронной форме. Аналогичная ситуация возникает при

кооперации с зарубежными партнерами. Решением этой проблемы также является использование стандартизованного обменного файла.

– Создание на предприятии интегрированного хранилища конструкторских данных по изделиям. Стандарт ISO 10303 предлагает готовую модель данных для такого хранилища. Преимуществом подобного подхода является то, что он позволяет организовать взаимодействие с хранилищем на уровне программного интерфейса любых источников и потребителей данных, в том числе разнородных систем проектирования и управления производством.

– Ведение библиотек изделий (каталогов запасных частей, стандартных элементов). Логическая структура базы данных, описанная в стандарте STEP, позволяет создавать категории изделий и наделять их характеристиками.

Данные могут храниться в виде текстового обменного файла. В этом виде их удобно передавать между автоматизированными системами, имеющими соответствующий модуль (конвертор) работы с файлом в формате STEP.

Структуры данных могут быть созданы в готовой PDM-системе путем ее соответствующей настройки и разработки соответствующих визуальных приложений. Могут быть использованы готовые решения.

3.2. Основные элементы языка EXPRESS

Накопленные человечеством знания всегда формулируются в контексте иерархической системы (более строго – ациклической сети) понятий и функциональных связей между этими понятиями. Такая структура представления знаний моделируется при объектно-ориентированном подходе в виде иерархии классов с механизмом наследования общих свойств.

Реализация объектно-ориентированного подхода возможна в двух вариантах. Первый вариант – некоторый набор знаний сразу доводится до уровня машинной программы. В этом случае необходим язык программирования, поддерживающий функционально полное описание класса. Практически это означает, что описание класса должно включать как данные (перечень атрибутов класса), так и «методы» (программы, реализующие полный набор операций над объектами данного класса).

C++, Симула-67 – примеры языков объектно-ориентированного программирования, т. е. реализации подхода по первому варианту.

Второй вариант – моделирование иерархии понятий и функциональных связей отдельно. В этом случае из описания класса исключаются методы. Описание становится декларативным и уже не связано с использующей его программой. Независимость описания классов от программной реализации делает излишней конкретизацию формата внутреннего представления данных в ЭВМ. В итоге мы приходим к языку EXPRESS, предназначенному для описания иерархических систем понятий. Поскольку разнообразие таких систем определяется только разнообразием предметных областей знания, интеграция понятий в единую международную (стандартную) систему понятий становится реально достижимой целью, приближающей к решению глобальной проблемы представления знаний в ЭВМ.

Во втором варианте проектирование программного продукта включает три вида деятельности: информационное моделирование, функциональное моделирование и программную реализацию. Стандарт STEP (в расширенной трактовке) должен обеспечить интеграцию понятий в предметной области «промышленное производство продукции», т. е. представить единую информационную модель этих понятий в виде, формализованном на уровне спецификаций EXPRESS. Информационное моделирование (на базе методологии IDEF1X) представляет информацию о сущностях, их связях и атрибутах, которая может быть использована далее при создании спецификаций EXPRESS.

Функциональное моделирование отвечает за второй элемент представления знаний – функциональные связи между понятиями. Интеграция знаний в этой области пока осуществляется без привлечения компьютерной техники, хотя предпринимаются попытки как-то регламентировать представление знаний, в частности, средствами IDEF0. В стандарте STEP средства IDEF0 используются для иллюстративного представления сферы использования приложения – программной реализации стандартного протокола приложения AP (Application protocol – прикладной протокол), содержащего специализированную информационную модель.

Наконец, стандарт STEP касается и третьей компоненты проектирования – программной реализации стандартного AP. Для каждого стандартного протокола его разработчиками составляется набор абстрактных

тестов, по которому проверяется реализация протокола на соответствие требованиям АР. Следует отметить, что структура функциональной модели приложения (и, следовательно, представление в ЭВМ функциональных связей между понятиями) не определяется стандартом STEP, а лишь ограничивается снизу требованием, чтобы ЭВМ «владела» понятиями информационной модели по крайней мере на уровне минимальных требований, заданных набором абстрактных тестов.

Второй вариант является предпочтительным для использования в CALS, поскольку информация для создания информационных систем предварительно систематизируется и верифицируется.

В разработке первой версии языка EXPRESS участвовало порядка 20 человек в период с 1985 по 1991 год. Проблема не ограничивалась изъятием методов из структуры описания класса. Требовалось разработать специализированный язык информационного моделирования, достаточно полный для описания любой системы понятий, связанных с производственной деятельностью, достаточно простой для освоения пользователем-непрограммистом и, наконец, достаточно технологичный для работы приложений с языковыми конструкциями. Конкретизация предметной области использования языка EXPRESS была необходима по существу, так как имеются области знания с более сложными структурами понятий (например, семиотика), ориентация на которые могла бы привести к чрезмерному усложнению проблемы.

Итак, язык EXPRESS предназначен для описания информационных моделей (как и метод IDEF1X). Информационная модель описывается одной или несколькими взаимосвязанными схемами. Схема состоит из набора элементов, который может включать в себя:

- объекты (ENTITY);
- типы (Type);
- константы (Constant);
- правила (Rule);
- функции (Function) и процедуры (Procedure), необходимые для проверки правил и для вычисления значений производных атрибутов.

Прикладной протокол АР – это схема, описывающая некоторую предметную область. Прикладной протокол включается в стандарт как один из томов стандарта. Имена объектов, констант, функций, процедур, правил и типов уникальны в пределах данной схемы.

База данных, формируемая в соответствии с описанием EXPRESS-схем, предназначена для хранения произвольного количества экземпляров каждой из сущностей, представленных в схемах. Сущность – информационный объект, характеризующийся идентификатором и списком атрибутов, определяющих свойства каждого из экземпляров сущности. Остальные элементы описания схемы играют вспомогательную роль: type-объявления определяют структуру представления атрибутов сущности; алгоритмы и правила служат для проверки соответствия содержимого БД информационной модели, а интерфейс предназначен для унификации описания объектов (типов, алгоритмов, правил), используемых более чем в одной схеме.

Возможности описания информационных структур в языке EXPRESS сводятся в основном к следующим. Прежде всего имеется набор стандартных (встроенных в EXPRESS) данных, состоящий из группы простых типов, включающей типы number, integer, real, logical, boolean, binary, string, и из группы агрегативных типов, включающей типы array, bag, list, set – разновидности множества однотипных компонент. При использовании в схеме простых типов real, binary, string можно специфицировать их формат, а при использовании агрегативных типов – их размеры (границы).

С помощью entity-объявлений и type-объявлений разработчик схемы вводит собственный набор именованных типов, дополняя набор стандартных типов до набора «базовых». Базовый тип может использоваться в качестве компоненты агрегативного, а также в entity-объявлении для описания атрибута посредством конструкции: идентификатор атрибута: базовый тип.

В type-объявлениях определяемый тип описывается ссылкой на «определяющий» тип, который может быть простым, агрегативным, определяемым, перечисления или селекторным. Тип перечисления – это упорядоченный список конкретных строк-наименований. Селекторный тип – это любой из именованных типов, перечисленных в объявлении селекторного типа.

Каждому типу данных соответствует определенная область допустимых значений – домен. Областью допустимых значений атрибута является домен соответствующего базового типа, который определяется деревом определений типов, связывающих базовый тип с терминаль-

ными типами (простыми типами и/или entity-типами), которые и определяют структуру атрибута. В этой структуре каждому простому типу в атрибуте экземпляра сущности должно соответствовать конкретное значение из домена этого типа и каждому entity-типу – ссылка (указатель) на конкретный экземпляр соответствующей сущности.

Домен стандартных типов может иметь переменные размеры, поэтому структура атрибута может варьироваться по размерам в разных экземплярах сущности. Более того, при наличии в entity-объявлении необязательных (optional) атрибутов их структуры в некоторых экземплярах сущности могут отсутствовать вообще. По аналогии с использованием термина «популяция» в документации по EXPRESS для обозначения содержимого БД популяцией сущности называют совокупность всех имеющихся в БД ее экземпляров. Если трактовать популяцию сущности как файл записей – экземпляров сущности, то придется уточнить, что запись может варьироваться в файле по размерам и составу атрибутом (в пределах максимального состава).

Ограниченность значений атрибута рамками домена соответствующего базового типа является необходимым, но не всегда достаточным условием соответствия БД информационной модели. Для описания подобных ограничений в языке предусмотрены логические функции типа глобальных правил (rules).

Для спецификации локальных и глобальных правил язык EXPRESS дополнен широким набором операций с данными, тремя формами описания алгоритмов (функция, процедура, правило), наконец, набором стандартных функций и процедур оперирования данными – средствами функционального моделирования, присущими процедурным языкам программирования.

Описание языка EXPRESS начинается с утверждения, что значение атрибута не может служить ключом поиска нужного экземпляра. Очевидно, это утверждение не следует понимать как отрицание необходимости процедур поиска по ключу в вычислительном процессе. Скорее всего, это намерение разделить проблему установления связей между экземплярами (это сфера программирования) и проблему описания информационной структуры, позволяющей зафиксировать установленную связь в виде соответствующей ссылки (это сфера применения языка EXPRESS). На самом деле полного разделения этих проблем достичь не удастся. В связи с этим в EXPRESS вводится понятие уникальности

значений группы атрибутов в популяции сущности, связанное с понятием ключевых атрибутов для процедуры поиска.

Рассмотренный выше тип связи между экземплярами сущностей по атрибутам (с помощью ссылок на необходимые экземпляры) является одним из двух имеющихся в языке EXPRESS типов связей. Второй тип связи – «генетический», или механизм множественного наследования, – состоит в следующем.

С помощью subtype-предложения в entity-объявлении можно указать список сущностей – непосредственных «предков» данной сущности, от которых она наследует все свойства – атрибуты, правила и алгоритмы. Отношение наследования транзитивно, т.е. вместе с наследованием свойств непосредственных предков наследуются свойства предков вышестоящего уровня, а в итоге – свойства всей «родословной». Наследование атрибутов означает их непосредственное включение в структуру собственных атрибутов сущности, в результате чего образуется «сложный» экземпляр.

При формировании сложного экземпляра необходимо задать значения как собственным атрибутам сущности, так и атрибутам всех предков. Следует заметить, что структура сложного экземпляра, относящаяся ко всей совокупности предков и рассматриваемая с уровня одного из предков сущности, однозначно определена информационной моделью лишь в сторону его предков, но не потомков, состав которых может зависеть от экземпляра. Поэтому при работе со сложным экземпляром на уровне сущности-предка доступу к атрибутам потомков предшествует обращение к стандартной функции *type of*, возвращающей список сущностей, представленных в экземпляре.

Помимо механизма наследования язык EXPRESS заимствовал из генетики и идею мутации, реализованную следующим образом: при наличии в одной схеме нескольких подтипов некоторой сущности по умолчанию считается, что в популяции этой сущности возможны экземпляры со свойствами, характерными для любого сочетания указанных подтипов, в связи с чем система обеспечивает автоматическую генерацию entity-объявлений всех возможных подтипов мутантов. Остается перечислить языковые средства, обусловленные необходимостью компромисса между объемом памяти (длиной описания) и эффективностью вычислений.

Во-первых, это вычисляемые (derive) атрибуты, функционально зависящие от явных атрибутов экземпляра-сущности. Хранение derive-атрибутов в БД привело бы к избыточности информационной структуры, но их наличие в структуре экземпляра может сократить объем вычислений. Компромисс достигается следующим образом: в структуре хранения популяции сущности в БД derive-атрибуты отсутствуют, а при загрузке экземпляра в оперативную память системой обеспечивается пополнение структуры derive-атрибутами и вычисление их значений.

Во-вторых, это инверсные атрибуты сущности, или «обратные» ссылки.

При работе с экземпляром сущности может потребоваться доступ к другим экземплярам той или иной сущности, из которых исходят «прямые» ссылки (по атрибуту) на данный экземпляр. Хотя в системе предусмотрена стандартная функция used in, формирующая множество таких экземпляров на основе полного просмотра популяции сущности, меньших вычислительных затрат потребовала бы технология фиксации всех «обратных» ссылок на эти экземпляры на этапе появления прямых ссылок при формировании популяции сущности. Такая технология реализуется системой по «заказу» разработчика схемы, представленному в виде соответствующих инверсных атрибутов.

Как уже указывалось, цель ISO 10303 – дать стандарт описания данных о продукте на всех стадиях его ЖЦ. Поскольку состав данных о продукте существенно зависит как от дисциплины (классификационной группы) продукта, так и от стадии его ЖЦ, конечной целью ISO 10303 является разработка множества частных информационных моделей, каждая из которых характеризуется своим контекстом – дисциплиной и стадией ЖЦ продукта. В то же время было бы неверно разрабатывать АР без учета их частичной пересекаемости по информационным объектам, т.е. возможности выделения в каждом АР контекстно независимой части и объединения этих частей в группу моделей верхнего уровня – интегрированных ресурсов.

Выбран наиболее простой способ реализации этой возможности. Сначала разработать в достаточно полном объеме структуру и состав интегрированных ресурсов и соответствующий набор первичных сущностей, разработку каждого АР регламентировать условием, что сущностями EXPRESS схемы АР (так называемой интерпретированной модели приложения – AIM) могут быть только подтипы (потомки сущностей,

представленных интегрированными ресурсами (ИР)), при возникновении исключительной ситуации, когда для сущности, необходимой приложению, не удастся найти предков в ИР, его состав пополняется необходимыми объектами.

Состав документации по информационным моделям ISO 10303 открыт для пополнения новыми томами в рамках соглашения о том, что для ИР отводятся номера томов в интервале 41-199, а для АР – в интервале 201-1199. Кроме того, документация по ИР разделяется на серию общих ресурсов (тома 41-99) и серию ресурсов приложения (тома 101-199). В отличие от общих ресурсов, сфера применимости которых полностью контекстно-независима, ресурсы приложения ориентированы на конкретные области применения. Наконец, к категории ИР можно отнести и библиотеку A1C EXPRESS-схем, описывающих отдельные понятия предметной области, используемые в двух и более АР.

Такая форма обеспечения информационной совместимости различных АР поддерживается централизованным ведением этой библиотеки специальной службой.

В настоящий момент происходит процесс замены стандартов первого поколения вновь разрабатываемыми и процесс этот еще далеко не завершен. Поэтому существующий комплекс стандартов представляет собой комбинацию стандартов обоих типов, позволяющих, хотя и с ограничениями, строить интегрированные информационные модели и обмениваться данными на всех стадиях ЖЦ.

4. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ

Алгоритм авторизации пользователя. Для того чтобы пользователь мог зайти в свой аккаунт, необходимо авторизоваться в веб-приложении (рис. 4).

Как пример, рассмотрим разработанную на кафедре «Управление качеством» программу, созданную на основе CALS-технологий для предприятий, изготавливающих обувь (Обувь-COM).

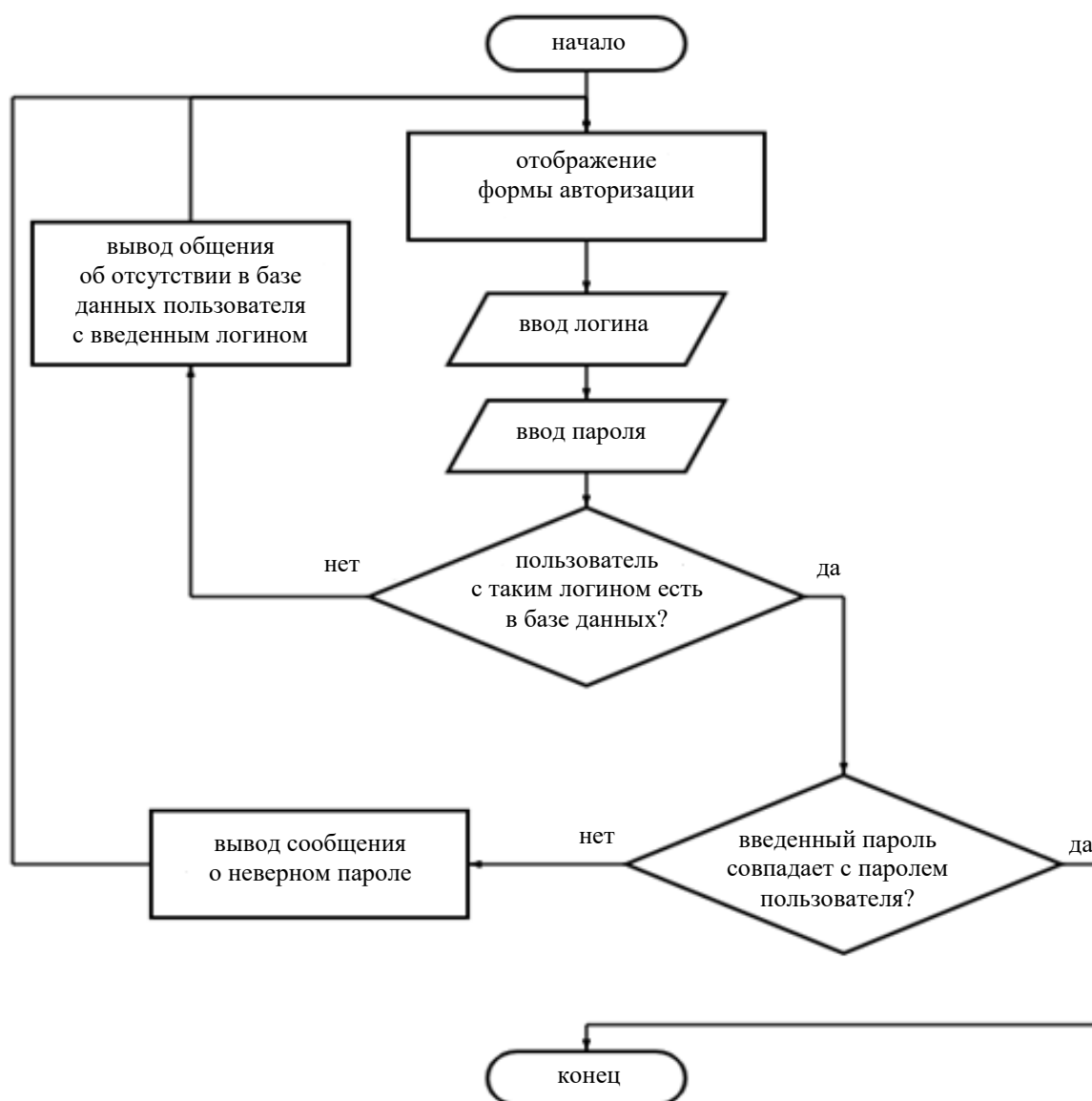


Рис. 4. Схема алгоритма авторизации пользователя

Алгоритм создания модели обуви. При создании новой модели обуви необходимо указать название этой модели, прикрепить файл модели и изображение и отметить нужные техпроцессы с указанием необходимого количества (рис. 5).

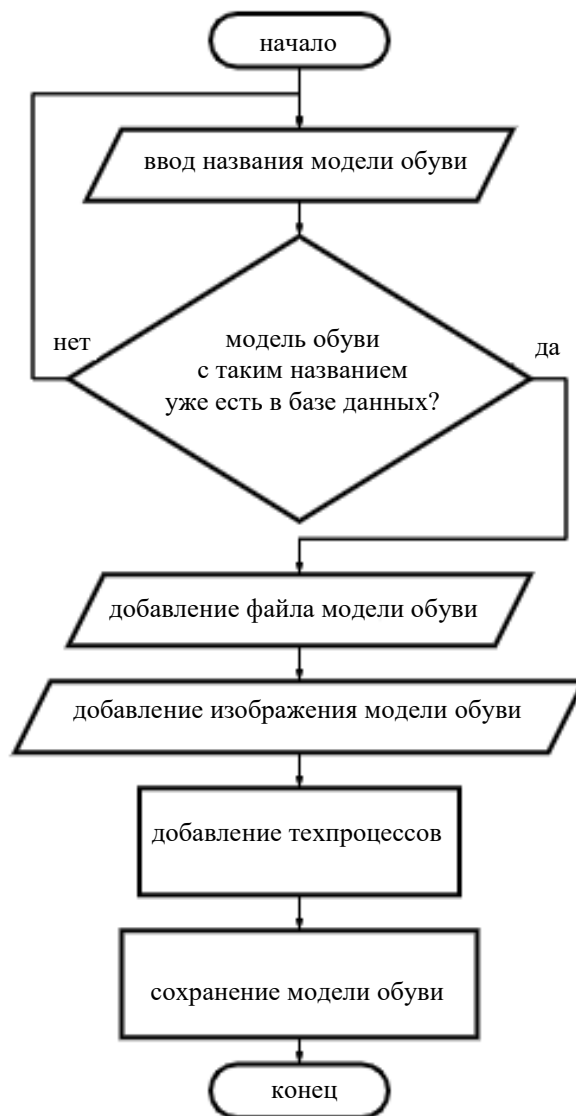


Рис. 5. Схема алгоритма создания модели обуви

По данному алгоритму будет производиться авторизация пользователей.

Алгоритм создания заготовки. Модель обуви состоит из заготовок (деталей) верха и низа. Для каждой заготовки указывается название, количество деталей на одну пару обуви и файл эскиза, используемый материал, цена материала, площадь и толщина детали, а также из списка уже созданных моделей необходимо выбрать модель, к которой будет привязана новая деталь (рис. 6).

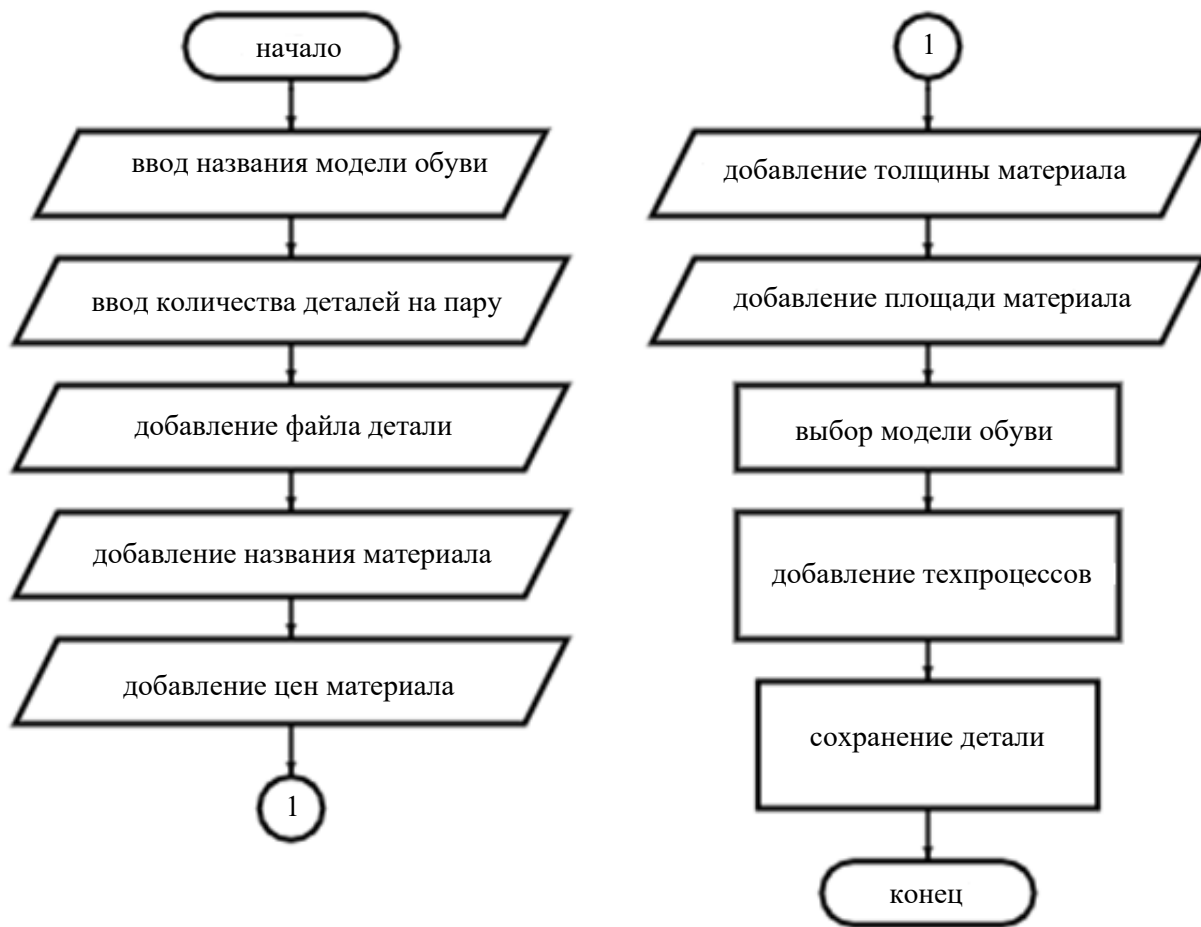


Рис. 6. Схема алгоритма добавления заготовки

По данному алгоритму будет производиться добавление заготовки.

Алгоритм создания заказа. Для создания заказа необходимо указать дату приёма заказа и дату отправки, выбрать существующую модель обуви и ввести количество заказанных пар. Помимо этого, необходимо ввести информацию о заказчике обувной партии. Стоит учесть, что одна и та же организация может производить несколько заказов у обувной фабрики, поэтому вместо того, чтобы каждый раз создавать новую запись в БД, необходимо выполнить поиск среди уже имеющихся организаций в БД и создавать новую запись только в том случае, если поиск не выдал результатов (рис. 7).

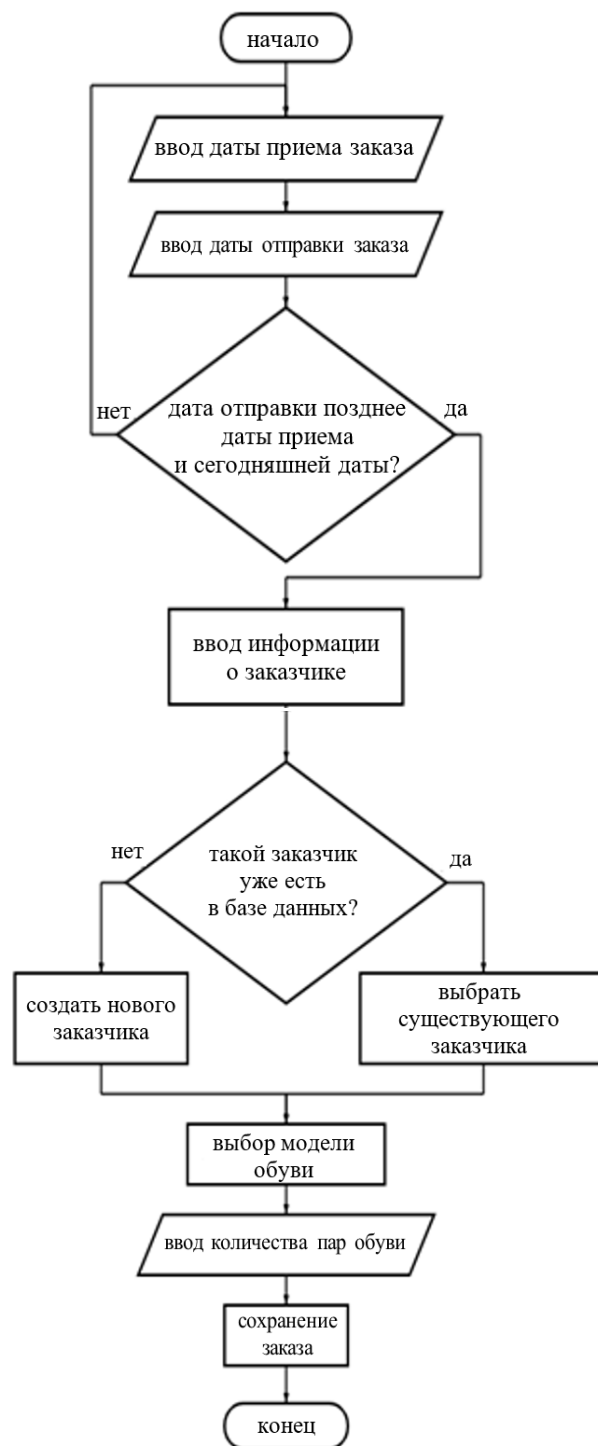


Рис. 7. Схема алгоритма создания заказа

По данному алгоритму будет производиться создание заказа.

Алгоритм создания списка операций для заказа. После создания нового заказа необходимо создать список всех необходимых технологических операций для выполнения данного заказа (рис. 8).

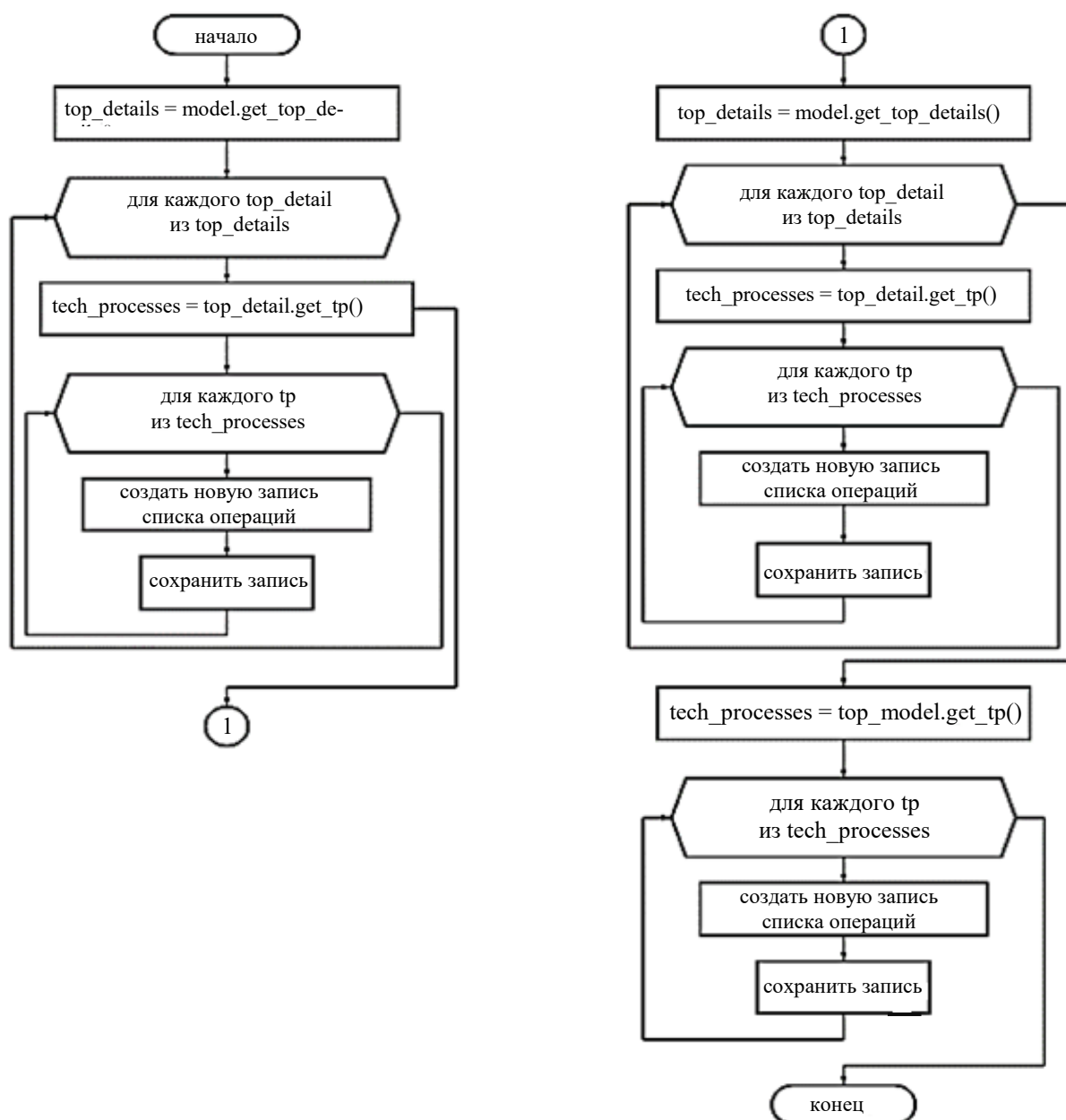


Рис. 8. Схема алгоритма создания списка операций для заказа

По данному алгоритму будет создаваться список операций для заказа.

Алгоритм расчета себестоимости модели обуви. Очень важным является быстрый расчет себестоимости модели. Расчет производится на основе данных о деталях, материалах, техпроцессах и оборудовании, на котором производятся техпроцессы (рис. 9).

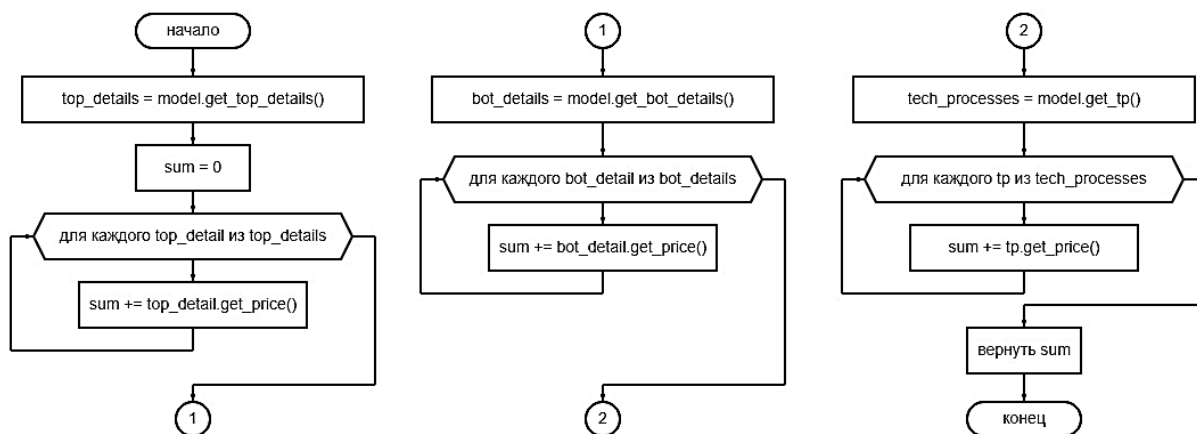


Рис. 9. Схема алгоритма расчета себестоимости модели обуви

По данному алгоритму будет производиться расчет себестоимости модели обуви.

4.1. Проектирование базы данных веб-приложения

Для реализации функционала приложения необходимы следующие сущности: оборудование, материал, оргтехоснастка, оргтехоснастка техпроцесса, техпроцесс, техпроцесс образца, модель, деталь верха, деталь низа, заказ, список операций заказа, рабочий, план рабочего.

Оборудование – данная сущность хранит информацию о станке на производстве.

Материал представляет собой запись о материале, из которого производятся детали.

Оргтехоснастка – данная сущность хранит информацию о названии, единице измерения и цене оргтехоснастки.

Оргтехоснастка техпроцесса – связывает запись оргтехоснастки с указанием количества и запись техпроцесса.

Техпроцесс – содержит в себе информацию о техпроцессе.

Техпроцесс образца – хранит информацию о техпроцессе с указанием необходимого количества.

Модель – сущность, представляющая собой информацию о модели обуви.

Деталь верха представляет собой запись о детали верха обуви.

Деталь низа представляет собой запись о детали низа обуви.

Организация – сущность, хранящая информацию об организации заказчика партии обуви.

Заказ – сущность, представляющая собой информацию о заказе.

Список операций заказа – хранит список всех техпроцессов, необходимых для выполнения заказа, с указанием количества.

Рабочий представляет собой запись о рабочем на производстве.

План рабочего – связывает запись списка операций заказа с рабочим.

Таким образом, описанные выше сущности будут хранить в базе данных необходимую информацию для функционирования системы.

4.2. Описание таблиц базы данных

В табл. 1 описано отношение «constructor_material».

Таблица 1

Отношение «constructor_material»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
title	varchar(150)
price	numeric(32,2)
thick	numeric(10,5)

Ограничения: id – первичный ключ (уникальные значения).

В табл. 2 представлено отношение «constructor_machinetool». Данная модель используется для хранения информации о станках на производстве.

Таблица 2

Отношение «constructor_machinetool»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
title	varchar(50)
power	numeric(10,3)

Ограничения: id – первичный ключ (уникальные значения).

В табл. 3 описывается отношение «constructor_techprocess». Данная модель будет хранить информацию о техпроцессах производства обуви.

Таблица 3

Отношение «constructor_techprocess»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
title	varchar(50)
time	numeric(10,2)
machine_tool_id	bigint
for_model	boolean

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

machine_tool_id – внешний ключ к отношению «machine_tool», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

Табл. 4 отображает отношение модели оргтехоснастки. Данное отношение хранит в себе информацию о названии, единице измерения и стоимости за указанную единицу измерения (табл. 5).

Таблица 4

Отношение «constructor_techequip»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
title	varchar(50)
unit	varchar(50)
price	numeric(32,2)

Ограничения: id – первичный ключ (уникальные значения).

Таблица 5

Отношение «constructor_model»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
title	varchar(50)
file	varchar(100)
image	varchar(100)

Ограничения: id – первичный ключ (уникальные значения).

В табл. 6 описана сущность «constructor_model_tech_processes», автоматически созданная ORM при миграции поля типа ManyToManyField.

Таблица 6

Отношение «constructor_model_tech_processes»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
model_id	bigint
instancetp_id	bigint

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

model_id – внешний ключ к отношению «constructor_model», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное;

instancetp_id – внешний ключ к отношению «constructor_instancetp», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

Техпроцесс образца как объект базы данных будет представлять собой следующее отношение (табл. 7):

Таблица 7

Отношение «constructor_instancetp»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
quantity	integer
tech_process_id	bigint

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

tech_process_id – внешний ключ к отношению «constructor_techprocess», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

В табл. 8 описана сущность «constructor_techprocess_tech_equip», автоматически созданная ORM при миграции поля типа ManyToManyField.

Таблица 8

Отношение «constructor_techprocess_tech_equip»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
techprocess_id	bigint
tpstechequip_id	bigint

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

techprocess_id – внешний ключ к отношению «constructor_techprocess», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное;

tpstechequip_id – внешний ключ к отношению «constructor_tpstechequip», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

Отношение детали верха обуви хранит в себе информацию о названии, файле эскиза, материале, из которого деталь изготавливается, количестве деталей на одну пару обуви, площади детали, а также модели обуви, к которой эта деталь привязана. Отношение «constructor_topdetail» описано в табл. 9.

Таблица 9

Отношение «constructor_topdetail»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
title	varchar(50)
file	varchar(100)
material_id	bigint
quantity	integer
model_id	bigint
area	numeric(10,5)

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

material_id – внешний ключ к отношению «constructor_material», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное;

model_id – внешний ключ к отношению «constructor_model», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

В табл. 10 описана сущность «constructor_topdetail_tech_processes», автоматически созданная ORM при миграции поля типа ManyToManyField.

Таблица 10

Отношение «constructor_topdetail_tech_processes»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
topdetail_id	bigint
instancetp_id	bigint

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

topdetail_id – внешний ключ к отношению «constructor_topdetail», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное;

instancetp_id – внешний ключ к отношению «constructor_instancetp», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

Отношение детали низа обуви описано в табл. 11.

Таблица 11

Отношение «constructor_botdetail»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
title	varchar(50)
file	varchar(100)
material_id	bigint
quantity	integer
model_id	bigint
area	numeric(10,5)

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

material_id – внешний ключ к отношению «constructor_material», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное;

model_id – внешний ключ к отношению «constructor_model», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

В табл. 12 описана сущность «constructor_botdetail_tech_processes», автоматически созданная ORM при миграции поля типа ManyToManyField.

Таблица 12

Отношение «constructor_botdetail_tech_processes»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
botdetail_id	bigint
instancetp_id	bigint

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

botdetail_id – внешний ключ к отношению «constructor_botdetail», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное;

instancetp_id – внешний ключ к отношению «constructor_instancetp», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

Оргтехоснастка техпроцесса как объект базы данных будет представлять собой отношение, описанное в табл. 13.

Таблица 13

Отношение «constructor_tptechequip»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
quantity	integer
tech_equip_id	bigint

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

tech_equip_id – внешний ключ к отношению «constructor_techequip», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

Отношение «master_master» описано в табл. 14.

Таблица 14

Отношение «master_master»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
user_id	bigint

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

user_id – внешний ключ к отношению «auth_user», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

Отношение «master_mastersplan» описано в табл. 15.

Таблица 15

Отношение «master_mastersplan»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
cur_amount	integer
defects	integer
master_id	bigint
order_operation_list_id	bigint

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

master_id – внешний ключ к отношению «master_master», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное;

order_operation_list_id – внешний ключ к отношению «master_orderoperationlist», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

Отношение «master_orderoperationlist» описано в табл. 16.

Таблица 16

Отношение «master_orderoperationlist»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
obj	varchar(100)
obj_id	integer
quantity	integer
operation_id	bigint
order_id	bigint

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

operation_id – внешний ключ к отношению «constructor_techprocess», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное;

order_id – внешний ключ к отношению «master_order», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

Отношение «master_order» описано в табл. 17.

Таблица 17

Отношение «master_order»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
begin_date	date
departure_date	date
quantity	integer
customer_id	bigint
model_id	bigint

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

customer_id – внешний ключ к отношению «master_organization», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное;

model_id – внешний ключ к отношению «constructor_model», поле «id», обновление каскадное, удаление каскадное.

Отношение «master_organization» описано в табл. 18.

Таблица 18

Отношение «master_organization»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	bigint
name	varchar(50)
email	varchar(50)
address	varchar(50)
phone	varchar(50)

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения).

Отношение «auth_user» описано в табл. 19.

Таблица 19

Отношение «auth_user»

Имя атрибута	Домен атрибута
id	integer
password	varchar(128)
last_login	timestamp
is_superuser	boolean
username	varchar(150)
first_name	varchar(150)
last_name	varchar(150)
email	varchar(254)
is_stuff	boolean
is_active	boolean
date_joined	timestamp

Ограничения:

id – первичный ключ (уникальные значения);

username – имя пользователя (уникальные значения).

На этапе **логического проектирования** разрабатывается логическая структура базы данных системы учета обувного производства.

База данных создается на основании описания сущностей базы данных. Инфологическую модель данных, представленную в виде описанных таблиц, необходимо преобразовать в схему БД. Преобразование осуществляется путем сопоставления каждой сущности и каждой связи в таблицы-отношения.

На этапе логического проектирования учитывается специфика конкретной модели данных, но может не учитываться специфика СУБД.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ЯЗЫКУ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

5.1. Выбор языка программирования

Рассмотрим два наиболее подходящих под выставленные требования языка программирования, а именно C# и Python. Оба перспективно развиваются в веб-разработке, имеют фреймворки .Net у C# и Django у Python.

Язык C#, разработанный компанией Майкрософт, один из самых популярных современных языков программирования. Он востребован на рынке разработки в различных странах, C# применяют при работе с программами для ПК, создании сложных веб-сервисов или мобильных приложений. Появившийся как язык для собственных нужд платформы Microsoft .NET, постепенно этот язык стал очень популярным.

Итак, разработка языка началась в 1998 году, а первая версия увидела свет в 2001. Группой разработчиков руководил известный в профессиональных кругах специалист Андерс Хейлсберг. Новые версии C# выходят сравнительно часто, а текущие доработки, исправление багов и расширение библиотек ведется практически на постоянной основе.

В результате язык получился крайне гибкий, мощный и универсальный. На нем пишут практически все: от небольших веб-приложений до мощных программных систем, объединяющих в себе веб-структуры, приложения для десктопов и мобильных устройств. Все это стало возможным благодаря удобному Си-подобному синтаксису, строгому структурированию, огромному количеству фреймворков и библиотек (их число достигает нескольких сотен).

Долгое время платформа .NET поставлялась с закрытым ядром, что создавало определенные сложности в разработке и снижало популярность C# в профессиональной среде. Но в ноябре 2014 Майкрософт радикально изменила подход и стала выдавать бесплатные лицензии для Visual Studio уже с открытым исходным кодом для всех наборов инструментов.

Рассмотрим преимущества языка и платформы .NET. Инструментарий C# позволяет решать широкий круг задач, язык действительно очень мощный и универсальный, на нем разрабатывают:

- приложения для WEB;
- различные игровые программы;

- приложения платформ Android или iOS;
- программы для Windows.

Перечень возможностей разработки практически не имеет ограничений благодаря широчайшему набору инструментов и средств. Конечно, все это можно реализовать при помощи других языков, но некоторые из них узкоспециализированные, в других придется использовать дополнительные инструменты сторонних разработчиков. В C# решение широкого круга задач возможно быстрее, проще и с меньшими затратами времени и ресурсов.

К недостаткам C# можно отнести: обилие сложных синтаксических конструкций, ориентированность на платформу Windows и данный язык является бесплатным только для узкого использования, а именно он не требует наличие лицензии для учащихся, малых фирм и начинающих стартапов, для крупной компании требуется приобретение лицензии.

Python – это универсальный современный ЯП высокого уровня, к преимуществам которого относят высокую производительность программных решений и структурированный, хорошо читаемый код. Синтаксис Python максимально облегчен, что позволяет выучить его за сравнительно короткое время. Ядро имеет очень удобную структуру, а широкий перечень встроенных библиотек позволяет применять внушительный набор полезных функций и возможностей. ЯП может использоваться для написания прикладных приложений, а также разработки веб-сервисов.

Python может поддерживать широкий перечень стилей разработки приложений, в том числе очень удобен для работы с объектно-ориентированным и функциональным программированием.

Один из самых популярных интерпретаторов языка CPython, написанный на Си. Распространяется эта среда разработки бесплатно, по свободной лицензии. Интерпретатор поддерживает большинство популярных платформ.

Python активно развивается. Примерно раз в два года выходят обновления. Важной особенностью языка является отсутствие таких стандартов кодировки, как ANSI, ISO и некоторых других, они работают благодаря интерпретатору.

Для Python разработан один из наиболее популярных фреймворков в среде разработки серверной части приложений – Django. К преимуществам данного фреймворка относятся:

- административная панель;
- средства обработки форм;
- опция создания рассылок;
- система контроля над БД;
- шаблонизатор;
- пользовательская аутентификация;
- хранение и шифрование паролей;
- сессионный контроль;
- миграционный механизм;
- карта сайта.

Компоненты эффективно взаимодействуют друг с другом, что иногда может осложнить кастомизацию. Стоит отметить, что две популярнейшие соцсети (Instagram и Pinterest) созданы именно на Django.

Но Python имеет и два основных недостатка, а именно: малое быстроедействие и недостаточные возможности статического анализа кода. Эти проблемы взаимосвязаны, и решение последней автоматически открывает дорогу для решения первой.

Python является отличным инструментом для написания кода, а наличие фреймворка Django позволяет создавать понятные, структурированные проекты с возможностью дальнейшего расширения. Для разработки серверной части веб-приложения было принято решение использовать язык Python и фреймворк Django.

5.2. Требования к системе управления базой данных

Для реализации веб-приложения требуется база данных, в которой необходимо хранить информацию о всех процессах внутри производства, поэтому выбор системы управления базой данных (СУБД) требует особого внимания.

Основные требования к СУБД:

- наличие драйвера для работы с Django;
- поддержание целостности данных и управление транзакциями;
- обеспечение безопасности данных;

- обеспечение параллельного доступа к данным многочисленных пользователей;
- ведение системного журнала изменений в БД для обеспечения восстановления БД после технического или программного сбоя;
- непосредственное управление данными во внешней и оперативной памяти и обеспечение эффективного доступа к ним.

5.3. Выбор системы управления базой данных и среды программирования

Среди современных бесплатных и широко распространенных систем управления базой данных можно выделить MySQL и PostgreSQL.

MySQL – это самая распространенная полноценная серверная СУБД. MySQL очень функциональная, свободно распространяемая СУБД, которая успешно работает с различными сайтами и веб-приложениями. Несмотря на то, что в ней не реализован весь SQL функционал, MySQL предлагает довольно много инструментов для разработки приложений.

Преимущества MySQL:

- установить MySQL довольно просто. Дополнительные приложения, например GUI, позволяют легко работать с БД;
- MySQL поддерживает большинство функционала SQL;
- большое количество функций, обеспечивающих безопасность, которые поддерживаются по умолчанию;
- MySQL легко работает с большими объемами данных и легко масштабируется;
- упрощение некоторых стандартов позволяет MySQL значительно увеличить производительность.

Недостатки MySQL:

- по задумке в MySQL заложены некоторые ограничения функционала, которые иногда необходимы в особо требовательных приложениях;
- из-за некоторых способов обработки данных (связи, транзакции, аудиты) MySQL иногда уступает другим СУБД по надежности.

PostgreSQL – имеет наиболее широкий функционал из всех бесплатных СУБД. Она свободно распространяемая и максимально соответствует стандартам SQL. PostgreSQL или Postgres стараются полностью применять ANSI/ISO SQL-стандарты своевременно с выходом новых версий. От дру-

гих СУБД PostgreSQL отличается поддержкой востребованного объектно-ориентированного и/или реляционного подхода к базам данных, например полная поддержка надежных транзакций, т.е. атомарность, последовательность, изоляционность, прочность. Благодаря мощным технологиям Postgre очень производительна. Параллельность достигнута не за счет блокировки операций чтения, а благодаря реализации управления многовариантным параллелизмом. PostgreSQL очень легко расширять своими процедурами, которые называются *хранимые процедуры*. Эти функции упрощают использование постоянно повторяемых операций.

Достоинства PostgreSQL:

- PostgreSQL – бесплатное ПО с открытым исходным кодом. Эта СУБД является очень мощной системой;
- несмотря на огромное количество встроенных функций, существует очень много дополнений, позволяющих разрабатывать данные для этой СУБД и управлять ими;
- существует возможность расширения функционала за счет сохранения своих процедур.

Недостатки PostgreSQL:

- популярностью эта СУБД похвастаться не может, хотя и присутствует довольно большое сообщество;
- иногда довольно сложно найти хостинг с поддержкой этой СУБД.

Таким образом, СУБД PostgreSQL является наиболее продвинутой по функциональной составляющей, соответствует всем требованиям и имеет ряд важных преимуществ по сравнению с остальными СУБД.

Для реализации проекта была выбрана среда программирования PyCharm. PyCharm – интегрированная среда разработки для языка программирования Python. Предоставляет средства для анализа кода, графический отладчик, инструмент для запуска юнит-тестов и поддерживает веб-разработку на Django. PyCharm разработана компанией JetBrains на основе IntelliJ IDEA.

PyCharm – это кроссплатформенная среда разработки, которая совместима с Windows, MacOS, Linux. PyCharm Community Edition (бесплатная версия), находится под лицензией Apache License, а PyCharm Professional Edition (платная версия) является проприетарным ПО.

5.4. Архитектура веб-приложения

Для реализации веб-приложения был выбран Django. Django – это фреймворк, использующий шаблон проектирования Model-View-Controller (MVC). Данный шаблон не совсем точно описывает концепцию данного фреймворка, поэтому следует использовать в контексте Django аббревиатуру MTV (Model, Template, and View), так как View нельзя назвать контроллером в привычном шаблоне MVC.

Весь проект Django состоит из приложений (applications). Каждое приложение представляет собой пакет с модулями, включающий модуль описания моделей и представлений, а также часто имеет свои шаблоны и свои же url-паттерны. Приложения часто выглядят как миниатюрные, но самостоятельные веб-приложения. Именно эта самостоятельность помогает реализовывать переиспользуемые приложения, решающие типовые задачи.

Для реализации функций системы учета были созданы следующие приложения: main, constructor, master. Каждое приложение состоит из одинакового набора файлов: models.py – в данном файле описываются модели; views.py – описывается взаимодействие с моделями; urls.py служит шаблонизатором ссылок и вызывает методы во views. Рассмотрим подробнее каждое приложение:

В приложении main модели не реализованы. В файле view реализованы следующие классы:

- MainView – генерирует главную страницу веб-приложения;
- ModelsListView – реализует вывод списка моделей на страницу;
- OrdersListView – генерирует страницу со списком всех заказов;
- ModelDetailView – вывод подробной информации о модели;
- OrderDetailView – вывод подробной информации о заказе;
- LoginView – генерирует страницу авторизации.

Приложение master содержит следующие модели:

- Organization – модель организации заказчика;
- Order – модель заказа;
- OrderOperationList – модель списка операций заказа;
- Master – модель рабочего;
- MastersPlan – модель плана рабочего.

Во views описаны следующие классы:

- MastersPlanListView – вывод всех заданий рабочего;
- MastersPlanDetail – генерирует страницу, на которой рабочий отмечает выполнение операций.

Приложение constructor содержит следующие модели:

- Material – модель материала;
- MachineTool – модель оборудования;
- TechEquip – модель оргтехоснастки;
- TPTechEquip – модель рабочего;
- TechProcess – модель техпроцесса;
- InstanceTP – модель техпроцесса образца;
- Model – модель обувной модели;
- TopDetail – модель детали верха;
- BotDetail – модель детали низа.

Во views описаны следующие классы:

- AddNewModel – реализует функцию добавления новой модели;
- AddNewTopDetail – реализует функцию создания новой детали верха;
- AddNewBotDetail – реализует функцию добавления новой детали низа;
- CreateOrder – реализует функцию создания заказа.

Реализация базы данных. Реализация базы данных была выполнена с помощью Django ORM (Object Relational Mapping). Данная технология является одной из самых мощных особенностей Django. Это позволяет взаимодействовать с базой данных, используя код Python, а не SQL.

Для реализации достаточно описать модели объектов, указать первичные ключи, типы связей между объектами и выполнить миграцию данных в базу. ORM создала основные таблицы, а также дополнительные для типов связей многие к многим.

6. ПРИМЕР РАБОЧЕГО ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА В CALS-ТЕХНОЛОГИЯХ

Для получения доступа к функционалу сайта пользователю необходимо войти в аккаунт. Данная процедура представлена на рис. 10.

ShoesPro (alpha) Авторизация

Авторизация

Логин*

Обязательное поле. Не более 150 символов. Только буквы, цифры и символы @/./+/-/_.

Пароль*

Войти

Рис. 10. Авторизация пользователя

Для создания модели обуви администратору необходимо заполнить все поля на странице конструктора модели. Данная страница представлена на рис. 11.

ShoesPro (alpha) Конструктор Список моделей Страница мастера Список заказов Панель администратора Выход

Конструктор модели

Название

Файл

Выберите файл Файл не выбран

Изображение

Выберите файл Файл не выбран

№	Название	Количество
1	Упаковка	<input type="text" value="0"/>
6	Спускание подноса по переднему краю	<input type="text" value="0"/>
7	Спускание краёв деталей верха и подкладки	<input type="text" value="0"/>
8	Клеймение реквизитов, знака и даты	<input type="text" value="0"/>

Сохранить модель

Рис. 11. Добавление новой модели

В итоге после передачи JSON объекта ајах-запросом сервер заполняет все поля модели и сохраняет новую модель.

Для добавления деталей верха и низа необходимо аналогичным способом заполнить все необходимые поля и нажать на кнопку «Сохранить», после чего выполнится ajax-запрос и сервер сохранит новые записи в БД. Данные страницы представлены на рис. 12 и 13.

ShoesPro (alpha) | Конструктор | Список моделей | Страница мастера | Список заказов | Панель администратора | [Выход](#)

Конструктор заготовки верха

Название:

Количество:

Файл:

Материал:

Название	Цена за кв. м	Толщина
<input type="text"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Площадь:

Выбор модели:

Название
Берцы высокие
Валенки
Валенки 12 P&D

Техпроцессы:

№	Название	Количество
2	Разкрой детали верха	<input type="text" value="0"/>
3	Разкрой детали микроподкладки	<input type="text" value="0"/>
4	Разкрой детали из паролана и 2 слоев	<input type="text" value="0"/>
5	Разкрой подкладки	<input type="text" value="0"/>
9	Разкрой детали микроподкладки	<input type="text" value="0"/>
10	Разкрой детали низа	<input type="text" value="0"/>

[Сохранить деталь](#)

Рис. 12. Добавление новой детали верха

ShoesPro (alpha) | Конструктор | Список моделей | Страница мастера | Список заказов | Панель администратора | [Выход](#)

Конструктор заготовки низа

Название:

Количество:

Файл:

Материал:

Название	Цена за кв. м	Толщина
<input type="text"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Площадь:

Выбор модели:

Название
Берцы высокие
Валенки
Валенки 12 P&D

Техпроцессы:

№	Название	Количество
2	Разкрой детали верха	<input type="text" value="0"/>
3	Разкрой детали микроподкладки	<input type="text" value="0"/>
4	Разкрой детали из паролана и 2 слоев	<input type="text" value="0"/>
5	Разкрой подкладки	<input type="text" value="0"/>
9	Разкрой детали микроподкладки	<input type="text" value="0"/>
10	Разкрой детали низа	<input type="text" value="0"/>

[Сохранить деталь](#)

Рис. 13. Добавление новой детали низа

Для создания нового заказа необходимо заполнить все поля на странице конструктора заказа и нажать на кнопку «Сохранить». После выполнения а́ях-запроса сервер попытается найти в базе данных запись о введенном заказчике. При успешном поиске в запись нового заказа в поле «Заказчик» будет указана уже существующая запись, в противном же случае будет создан новый «Заказчик». Страница конструктора заказа продемонстрирована на рис. 14.

Рис. 14. Создание нового заказа

При переходе на страницу «Список моделей» администратор увидит список всех созданных моделей обуви (рис. 15).

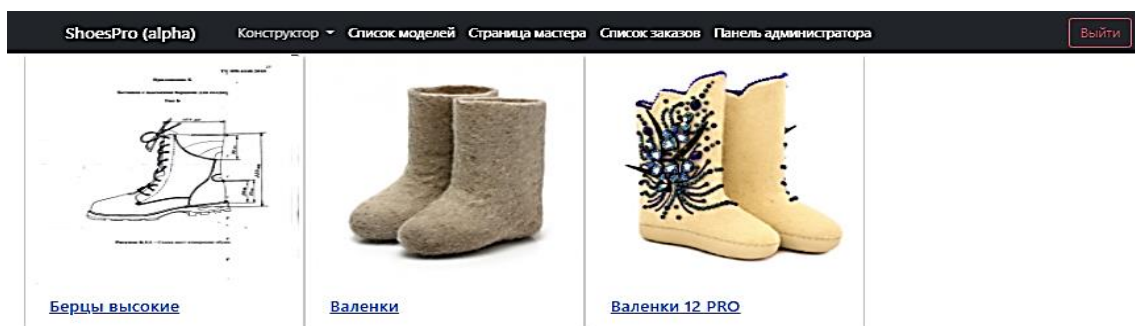



Рис. 15. Список моделей обуви

При клике на модель обуви пользователь переходит на страницу подробной информации о модели обуви (рис. 16).

ShoesPro (alpha)
Конструктор
Список моделей
Страница мастера
Список заказов
Панель администратора
Выйти



Берцы высокие

Стоимость:

3620,30000000

Заготовки верха:

Название	Материал	Площадь	Стоимость
Союзка	Кожа КРС	6,19000	771,00000000 Р
Берец	Кожа КРС	9,00000	980,00000000 Р
Задинка	Кожа КРС	3,77000	529,00000000 Р
Язык	Кожа КРС	2,24000	216,80000000 Р

Заготовки низа:

Название	Материал	Площадь	Стоимость
Подошва	Резина	20,00000	1060,00000000 Р

Техпроцессы заготовок верха:

Деталь	Техпроцесс	Количество	Время	Оборудование	Мощность	Стоимость
Союзка	Раскрой детали верха	8	10,00	Раскройщик	10,000 Вт	80,00000000 Р
Союзка	Раскрой детали кожподкладки	6	12,00	Раскройщик	10,000 Вт	72,00000000 Р
Берец	Раскрой детали верха	8	10,00	Раскройщик	10,000 Вт	80,00000000 Р
Задинка	Раскрой детали верха	8	10,00	Раскройщик	10,000 Вт	80,00000000 Р
Задинка	Раскрой детали кожподкладки	6	12,00	Раскройщик	10,000 Вт	72,00000000 Р
Язык	Раскрой детали верха	6	10,00	Раскройщик	10,000 Вт	60,00000000 Р

Техпроцессы заготовок низа:

Деталь	Техпроцесс	Количество	Время	Оборудование	Мощность	Стоимость
Подошва	Раскрой детали низа	1	20,00	PP-45	30,000 Вт	60,00000000 Р

Дополнительные техпроцессы:

Техпроцесс	Количество	Время	Оборудование	Мощность	Стоимость
Упаковка	1	10,00	Упаковщик	10,000 Вт	30,00000000 Р
Спускание подноски по переднему краю	1	5,00	СП-12	12,000 Вт	6,00000000 Р
Спускание краёв деталей верха и подкладки	1	13,00	СКП-1	11,000 Вт	14,30000000 Р
Клеймение реквизитов, знака и даты	1	12,00	К-1	11,000 Вт	13,20000000 Р

Рис. 16. Подробная информация о модели обуви

Страница списка заказов представлена на рис. 17.

ShoesPro (alpha)
Конструктор
Список моделей
Страница мастера
Список заказов
Панель администратора
Выйти

Модель	Количество	Дата заказа	Дата отправки
Берцы высокие	100	23 июня 2021 г.	30 июня 2021 г.
Валенки 12 PRO	10	10 июня 2021 г.	1 июля 2021 г.

Рис. 17. Список заказов

При клике на запись заказа пользователь переходит на страницу списка операций выбранного заказа (рис. 18).

На операцию заказа администратор назначает рабочего. Рабочий видит весь план работ. Страница плана работ рабочего продемонстрирована на рис. 19.

ShoesPro (alpha) Конструктор Список моделей Страница мастера Список заказов Панель администратора Выйти				
Операции заказа				
Деталь	Техпроцесс	Количество	Выполнено	Забраковано
Союзка	Раскрой детали верха	800	26	5
Союзка	Раскрой детали кожподкладки	600	1	1
Берец	Раскрой детали верха	800	1	1
Задинка	Раскрой детали верха	800	0	0
Задинка	Раскрой детали кожподкладки	600	0	0
Язык	Раскрой детали верха	600	0	0
Подошва	Раскрой детали низа	100	0	0
Берцы высокие	Упаковка	100	1	1
Берцы высокие	Спускание подноса по переднему краю	100	0	0
Берцы высокие	Спускание краёв деталей верха и подкладки	100	1	1
Берцы высокие	Клеймение реквизитов, знака и даты	100	1	1

Рис. 18. Страница списка операций заказа

ShoesPro (alpha) Выйти	
Раскрой детали верха: 26 / 800	
Раскрой детали кожподкладки: 1 / 600	
Раскрой детали верха: 1 / 800	
Упаковка: 1 / 100	

Рис. 19. Страница плана работ рабочего

При клике на запись операции рабочий переходит на страницу, в которой он отмечает количество выполненных и забракованных деталей. Данная страница представлена на рис. 20.






ShoesPro (alpha) Выйти	
Модель: Берцы высокие	
	
Операция: Раскрой детали кожподкладки	
Количество выполненных операций	
	34/600 
Количество бракованных деталей	
	6 

Рис. 20. Страница выполнения операции

Веб-приложение реализует отображение, добавление и удаление информации в базе данных. Применение базы данных в составе разрабатываемой информационной системы позволит ускорить обработку производственных процессов на каждом этапе производства за счет всех необходимых подготовленных материалов для стабильной работы предприятия, на котором будет внедрено данное программное обеспечение. Это позволит сократить издержки производства и качественно улучшить все производственные операции.

Заключение

В учебном пособии освещены вопросы основной концепции CALS, которая служит для повышения эффективности процессов ЖЦ изделия за счет роста эффективности управления информацией об изделии, а также рассмотрен пример применения CALS-технологии в обувной промышленности. Выявлены две основные проблемы, стоящие на пути повышения эффективности управления информацией. Во-первых, с увеличением сложности изделий и применением для их разработки современных компьютерных систем значительно увеличивается объем данных об изделии. При этом прежние методы работы с данными уже не позволяют обеспечивать их точность, целостность и актуальность при сохранении приемлемых временных и материальных затрат. Во-вторых, увеличение количества участников проекта по разработке изделия (особенно в случае виртуального предприятия) приводит к возникновению серьезных проблем при обмене информацией между участниками из-за наличия между ними коммуникационных барьеров (например, из-за несовместимости компьютерных систем). Путь реализации концепции CALS содержится в стратегии CALS, предполагающей создание единого информационного пространства для всех участников ЖЦ изделия (в том числе, эксплуатирующих организаций).

Рекомендуемая литература

1. Балахонова И.В, Волчков С.А., Капитуров В.А. Логистика. Интеграция процессов с помощью ERP-системы. М.: Приоритет, 2006.
2. Голубева О.А., Димитров В.П., Мирный В.И. Методология моделирования систем: учебное пособие. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2020.
3. ГОСТ Р ИСО 10303-203-2003. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 203. Прикладной протокол. Проекты с управляемой конфигурацией. Действует с 01.07.2004. М.: Госстандарт России, 2000.
4. Димитров В.П., Мирный В.И., Голубева О.А. Основы проектной деятельности в области качества. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2021.
5. Лебедев А.В., Гришин М.В. CALS-технологии в проекте мс-21: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ. 2020.
6. Особенности управления качеством изготовления импортозамещаемой продукции на предприятиях регионов ЮФО и СКФО с использованием инновационных технологий, основанных на базе цифрового производства / А.А. Благородов [и др.]; под общ. ред. В.Т. Прохорова. Новочеркасск. 2020.
7. Погорелова А.С., Голубева О.А. Обувные союзки. Контроль качества изделия // За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества: сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. Курск, 2020. С. 186–191.
8. Применение литьевого метода крепления подошвы при производстве обуви в России / О.А. Голубева [и др.] // Современные инновации в науке и технике: сборник научных трудов 10-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Курск, 2020. С. 79–82.
9. Шемерей Г.И., Попов Е.О., Голубева О.А Информационная система «обувщик» для улучшения качества подготовки обувного производства // Интеллектуальные системы в производстве. 2020. Т. 18. № 1. С. 96–102.
10. On the importance of motivating the leader of an enterprise - as an effective leader in managing the quality and priority of their products / A.A. Blagorodov [et al.]. Theoretical & Applied Science. 2022. № 1 (105). P. 570–592.

11. Golubeva O., Pogorelova A. Analysis of the dependence of stresses and deformations on the surfaces of shoe soles of different thicknesses and materials // E3S Web of Conferences. 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, interagromash 2021. Rostov-on-Don. 2021.

12. Golubeva O., Pogorelova A. Analysis of the quality of modern polymer materials of sole // E3S Web of Conferences. 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, interagromash 2021. Rostov-on-Don. 2021.

Оглавление

Введение.....	3
1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ.....	4
1.1. Предпосылки внедрения CALS-технологий в производство...	8
1.2. Подход к построению системы менеджмента качества на основе CALS-технологий.....	8
1.3. Организация информационного обеспечения СМК.....	12
1.4. Требования к производству и обслуживанию продукции как процессам СМК.....	15
1.5. Информационно-управляющая структура автоматизированного производства как элемент СМК.....	16
2. КОНЦЕПЦИЯ CALS.....	22
2.1. Преимущества использования CALS.....	22
2.2. Экономическая эффективность CALS.....	23
2.3. Программное обеспечение CALS.....	25
3. CALS-СТАНДАРТЫ.....	27
3.1. Стандарт ISO 10303 (STEP).....	30
3.2. Основные элементы языка EXPRESS.....	35
4. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ.....	43
4.1. Проектирование базы данных веб-приложения.....	48
4.2. Описание таблиц базы данных.....	49
5. ТРЕБОВАНИЯ К ЯЗЫКУ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	57
5.1. Выбор языка программирования.....	57
5.2. Требования к системе управления базой данных.....	59
5.3. Выбор системы управления базой данных и среды программирования.....	60
5.4. Архитектура веб-приложения.....	62
6. ПРИМЕР РАБОЧЕГО ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА В CALS-ТЕХНОЛОГИЯХ.....	64
Заключение.....	69
Рекомендуемая литература.....	70

Учебное издание

Голубева Олеся Анатольевна
Димитров Валерий Петрович
Мирный Виктор Игнатьевич

CALS-ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ

Редактор А.А. Литвинова
Компьютерная обработка: О.И. Пушкина

В печать 09.12.2022.

Формат 60×84/16. Объем 4,6 усл. п. л.

Тираж 100 экз. Заказ № 560. Цена свободная

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1