

Липецкий государственный технический университет

Факультет автоматизации и информатики

Кафедра автоматизированных систем управления

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

по направлению 09.03.04 Программная инженерия

тип программы академическая

профиль «Разработка программно-информационных систем»

Разработка автоматизированной системы управления линией упаковки

холодильников

Студент

Группа ПИ-16

Барышев Е. И.

Руководитель ВКР

канд. техн. наук

Алексеев В. А.

Консультант по

программному обеспечению

канд. техн. наук, проф.

Ведищев В. В.

Нормоконтроль

Болдырихин О. В.

Заведующий кафедрой

канд. техн. наук

Алексеев В. А.

Липецк 2020

ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет ФАИ

Кафедра АСУ

Заведующий кафедрой

Алексеев В.А.

« » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Студенту Барышеву Евгению Игоревичу группы ПИ-16

Направление (специальность) 09.03.04 «Программная инженерия»

1. Тема Разработка автоматизированной системы управления линией упаковки холодильников

2. Цель и задачи работы Спроектировать и разработать систему управления линией упаковки холодильников поддерживающую текущие бизнес процессы предприятия и требования к унификации корпоративных информационных систем компании, а также повышающая эффективность и надежности процесса упаковки изделия.

3. Характеристика предметной области упаковка бытовой техники

4. Содержание расчетно-пояснительной записки введение, постановка задачи, изучение и моделирование предметной области, разработка информационной базы, программно-аппаратная реализация, представление и анализ полученных результатов, заключение (выводы), список источников

5. Перечень графического материала иллюстрации предметной области (скриншоты программ), схема функциональной структуры, диаграмма "сущность-связь", физическая структура базы данных, структура аппаратного обеспечения, структура программного обеспечения

6. Срок сдачи ВКР руководителю 26.06.2020

7. Консультанты по ВКР _____

8. Дата выдачи задания 10.02.2020

9. Руководитель ВКР _____

кандидат технических наук, доцент Алексеев В. А.

10. Задание принял к исполнению студент Барышев Е. И.

Заведующий кафедрой АСУ Алексеев В.А. _____

Аннотация

С. 78, Ил. 22, Табл. 8, Прил. 2, Литература 27 назв.

В данной работе представлена разработка системы автоматизации управления линией упаковки холодильников производства холодильников ЗАО «ИНДЕЗИТ ИНТЕРНЭШНЛ». Рассматриваемая линия включает две автоматизируемые зоны: печати внутренней этикетки и печати упаковочной этикетки. В качестве печатающего оборудования используются принтеры Zebra и принтеры-аппликаторы EIDOS. Для идентификации изделия используются автоматические сканеры. Для создания и печати этикетки используются средства программного обеспечения BarTender.

Разработанная система состоит из нескольких компонентов: диспетчера упаковки, диспетчера принтеров под управлением драйвера BarTender и диспетчера пользовательского интерфейса. В ходе печати этикетки, система выполняется запросы на получение необходимых данных из хранилища. Затем осуществляет формирование этикетки на основе полученных данных. В системе реализован контроль ошибок и оповещение оператора о возникновении сбоев в работе системы, а также ведение журнала событий.

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение..... | 6 |
| 1 Постановка задачи..... | 7 |
| 1.1 Анализ существующих способов решения задачи | 7 |
| 1.1.1 Обзор организаций, предоставляющих услуги в сфере автоматизации упаковки продукции..... | 7 |
| 1.1.2 Используемая система автоматизации ProPack | 10 |
| 1.3 Цели разработки системы | 15 |
| 1.4 Ограничения на разрабатываемую систему | 16 |
| 1.5 Объекты управления и пользователи системы | 16 |
| 1.6 Функции системы..... | 17 |
| 2 Изучение и моделирование предметной области | 18 |
| 2.1 Выявление основных понятий и процессов | 18 |
| 2.1.1 Основные понятия..... | 18 |
| 2.1.2 ER-диаграмма предметной области | 19 |
| 2.1.3 Процесс производства холодильников | 20 |
| 2.1.4 Процесс упаковки изделия | 21 |
| 2.2 Теоретическое изучение предметной области | 23 |
| 2.2.1 Упаковочное оборудование | 23 |
| 2.2.2 Эtiquетировочное оборудование..... | 24 |
| 2.2.3 Общие правила оформления этикеток..... | 25 |
| 2.2.4 Виды штриховых кодов..... | 28 |
| 2.2.5 Штриховой код EAN-13 | 31 |
| 2.2.6 Штриховой код Code 128 | 33 |
| 2.2.7 Программное обеспечение BarTender..... | 35 |

| | |
|---|----|
| 3 Информационная база для решения задачи | 36 |
| 3.1 Описание источников информации | 36 |
| 3.2 Описание выходной информации | 39 |
| 4 Программно-аппаратная реализация решения задачи | 41 |
| 4.1 Аппаратное обеспечение | 41 |
| 4.1.1 Устройства сканирования штрих-кодов | 42 |
| 4.1.2 Устройства печати этикеток | 44 |
| 4.1.3 АСУ ТП конвейера..... | 44 |
| 4.2 Программное обеспечение | 45 |
| 4.3 Архитектура комплекса автоматизации производства холодильников ICSTracking | 46 |
| 4.3.1 Логическая диаграмма компонентов | 46 |
| 4.3.2 Принцип обмена сообщениями между компонентами | 48 |
| 4.3.3 Конфигурирование и настройка компонентов комплекса..... | 49 |
| 4.4 Разработанные программные средства | 50 |
| 4.4.1 Описание использованных средств, подходов, методов, языков, библиотек | 50 |
| 4.4.2 Функциональное назначение | 51 |
| 4.4.3 Входные и выходные данные | 52 |
| 4.4.4 Диаграмма потока событий зоны упаковки | 53 |
| 4.5.5 Диаграммы классов разработанной системы | 55 |
| 4.3.6 Сообщения используемые системой..... | 58 |
| 4.3.7 Цикл обмена сообщениями зоны упаковки..... | 62 |

| | |
|--|--|
| 5 Результаты внедрения и использования системы. Достижение целей разработки..... | 63 |
| 5.1 Описание результатов разработки | 63 |
| 5.2 Достижение целей разработки..... | 66 |
| Заключение | 68 |
| Библиографический список | 69 |
| Приложение 1. Конфигурационные файлы | Ошибка! Закладка не определена. |
| Приложение 2. Структуры данных..... | Ошибка! Закладка не определена. |

Введение

Упаковка – средство или комплекс средств, обеспечивающих защиту продукции и окружающей среды от повреждений и потерь и облегчающих процесс транспортирования, хранения и реализации продукции. Разнообразие свойств и особенностей товаров, различные условия их транспортирования и хранения вызывают необходимость производства упаковки различных видов. К основным функциям упаковки относятся:

- предохранение товара от вредного воздействия внешней среды;
- обеспечение условий для сохранности количества и качества товаров на всем пути их движения из сферы производства в сферу потребления;
- придание товарам необходимой мобильности;
- создание более благоприятных условий для учета товаров;
- выполнение роли носителя коммерческой информации и рекламы.

В общем случае существует два способа упаковки бытовой техники:

- упаковка в картон;
- упаковка в пленку.

В процессе упаковки также выполняется маркировка продукции. Маркировка заключается в нанесении условных знаков, букв, цифр, графических знаков или надписей на объект с целью его дальнейшей идентификации, указания его свойств и характеристик.

Упаковка бытовой техники на производстве осуществляется на специальном участке, который включает комплекс оборудования для упаковки и маркировки. Управление устройствами данного участка осуществляется с использованием автоматизированной системы, которая интегрирована с корпоративной информационной системой, а также системой конструкторской документации.

Данная работа посвящена разработке системы управления линией упаковки холодильников на примере участка упаковки производства холодильников ЗАО «ИНДЕЗИТ ИНТЕРНЭШНЛ».

1 Постановка задачи

1.1 Анализ существующих способов решения задачи

1.1.1 Обзор организаций, предоставляющих услуги в сфере автоматизации упаковки продукции

Компания ООО «ОМС Системс» является дочерним отделением компании OMS S.p.A. – «Officina Meccanica Sestese S.p.A.» (Италия) [1].

Компания «ОМС Системс» специализируется на:

- разработке проектных решений по упаковке продукции;
- поставке оборудования и запасных частей;
- поставке ручного инструмента для упаковки продукции.

Компания «ОМС Системс» представляет готовые решения для линии упаковки в следующих отраслях производства: Керамика; Бытовая техника; Бумажная промышленность; Пластиковая тара; Строительные материалы; Фрукты и овощи; Стекло; Пиломатериалы; Металлопрофиль; Цветная металлургия.

Компания ООО «УПАКОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ»[2] занимается решением задач упаковки в следующих областях:

- проектирование, поставка и запуск упаковочных линий и линий розлива;
- фасовка, укладка, упаковка в гофрокороб, паллетизация и упаковка паллет в пленку;
- горизонтальная обмотка длинномерных продуктов стретч-пленкой;
- промышленная маркировка товаров с использованием струйных, лазерных, термотрансферных принтеров;
- нанесение самоклеящихся этикеток на любые поверхности и продукты.

ООО «УПАКОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ» официально представляет в России следующих европейских производителей упаковочного оборудования:

- Atlanta Stretch (Италия): автоматические и полуавтоматические паллетообмотчики стрейч пленкой;
- Etipack (Италия): этикетировочные системы для фармацевтической, косметической, кондитерской промышленности, отдельные этикетировочные головки для нанесения самоклеящихся этикеток, укладчики этикеток и ярлыков;
- Linx (Англия): струйные и лазерные маркировщики;
- Pack Sol (Италия): формовщики гофрокоробов, заклеящики скотчем и горячим клеем;
- Linea Pack (Италия): горизонтальные упаковщики длинномерных предметов в стрейч пленку;
- TMG Impianti (Италия): высокопроизводительные формовщики коробов, укладчики продукта в короб, паллетайзеры и депаллетайзеры, роботы-манипуляторы и комплексные линии;
- Nemesis (Италия): системы динамического взвешивания.

АО «ТАУРАС-ФЕНИКС» [3] – лидер российского производства упаковочного оборудования для пищевой промышленности.

ТАУРАС-ФЕНИКС предлагает комплексные решения в области упаковки для пищевой и непищевой промышленности. Компания осуществляет производство и поставку технологических линий любого уровня сложности под конкретные потребности заказчика. Основные направления:

- фасовочно-упаковочные линии от загрузки продукта до транспортной упаковки;
- производственные линии (пряники, печенье, зефир, коржи и т.п.) от загрузки сырья до транспортной упаковки.

Компания ООО «Ульма Пакаджинг» [4] специализируется на разработке и производстве упаковочного оборудования и его последующем обслуживании.

ООО «Ульма Пакаджинг» предлагает следующие готовые решения для линии упаковки:

- система упаковки в пластиковую тару;
- система работы с пластиковой тарой;
- автоматизация обработки картонной тары;
- системы паллетирования;
- полное решение линии вертикальной упаковки;
- полное решение линии вертикальной упаковки;
- полное решение для линии флоу-пак.

Компания ООО «APS Group» [5], предлагает упаковочные решения основанные на партнерстве с двумя мировыми лидерами упаковочного рынка – «Nichrome» и «DM Pack».

Компания «APS Group» предлагает следующие типовые решения:

- линии упаковки штучных продуктов в термоусадочную пленку;
- линии групповой упаковки в термоусадочную пленку;
- линии групповой упаковки в картон.

К сожалению из открытых источников нет возможности получить более подробную информацию о характеристиках и технических параметрах предлагаемых решений вышеперечисленных организаций, так как все документы конфиденциальны, получить их можно только по запросу от организации.

1.1.2 Используемая система автоматизации ProPack

В данный момент на предприятии функционирует «Система автоматизации учета готовой продукции ProPack» [6] разработанная ЗАО «Инлайн Групп» [7]. Данная система используется для автоматизации процессов упаковки и приемки изделия на склад. Программное обеспечение системы реализовано по принципу трехуровневой архитектуры, включающей сервер БД, сервер приложений и легкие клиенты.

Практически вся основная логика работы системы выполняется при помощи этого основного сервера. Его функции:

- взаимодействие с оборудованием конвейера (сбор сигналов, обработка и реакция на них);
- сохранение общей и детальной информации о производственном процессе для обеспечения возможности последующего анализа;
- взаимодействие с клиентскими местами (реализация пользовательского интерфейса: формирование запросов на отображение и модификацию данных, их выполнение и передача результатов на клиентские места);
- взаимодействие с внешними системами (АСУТП, WEBIS, R/3, система управления складом).

Системное ПО сервера включает СУБД Oracle 10g вместе с компонентом построения и исполнения приложений HTML DB (который можно рассматривать как невыделенный сервер приложений). Все модули системы функционируют под управлением СУБД, располагаясь в одном экземпляре базы данных. Для предоставления графического интерфейса используется Web-сервер Apache, интегрированный в инсталляцию СУБД. Рабочие станции используют Web-браузеры для выполнения прикладных приложений через локальную сеть (функций системы по настройке, мониторингу процессов и пр.), которые предоставляются Web-сервером, управляемым модулями системы. Все оборудование также работает под

управлением модулей центрального сервера и физически к нему подсоединено через сетевые линии.

Клиентское место представляет собой любой персональный компьютер, подключенный к серверу по сети, на котором установлена ОС Windows и Internet Explorer. Основная функция клиентского места – контроль работы системы. Это включает в себя оперативный мониторинг и управление автоматизируемым процессом, анализ накопленных данных, изменение различных настроек. Для автоматизации создания шаблонов этикеток на клиентских местах используется дополнительное программное обеспечение:

- Zebra Bar One для разработки этикеток для принтеров Zebra [8];
- EIDOS EasyCode для разработки этикеток для принтеров EIDOS [9].

Интеграция с этим продуктом реализована на уровне обмена файлами, осуществляемого через пользовательский интерфейс системы.

На рисунке 1 приведено разбиение системы на программные модули и их взаимодействие с окружением – сторонним ПО и аппаратурой. Выделяются следующие программные модули:

1. Базовый модуль.
2. Прикладные процессы упаковки холодильников.
3. Управление оборудованием.
4. Печать этикеток.
5. Взаимодействие с внешними системами.

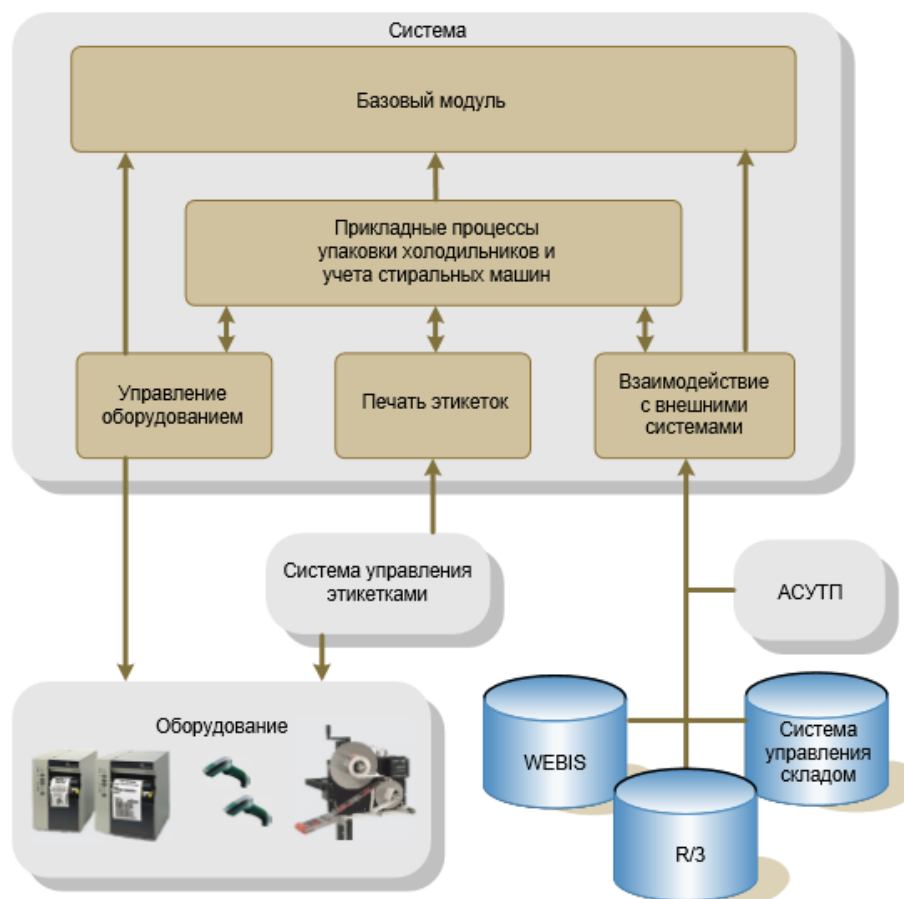


Рисунок 1 – Программные модули системы ProPack

Базовый модуль содержит общие сервисы для всех компонентов системы. Информационная модель системы состоит из следующих компонентов:

1. Модель справочников и настроечной информации. Служит для централизованного ведения стандартной информации, справочников и настроек, которые используются всеми модулями системы. Содержит следующую информацию:

- 1.1. Описание моделей изделий. Ведение перечня моделей изделий и их характеристик, таких как цвет, дизайн, вес, тип покрытия и пр. Используется модулем процесса упаковки холодильников и в системе управления этикетками, а также используется конечными пользователями – дизайнерами этикеток и ответственными за ведение моделей изделий.

- 1.2. Описание этикеток для изделий. Ведение информации о шаблонах этикеток для изделий и их параметров, таких как местоположение,

параметры печати, сопоставление моделям изделий. Используется модулем печати этикеток.

1.3. Конфигурация оборудования. Перечень элементов оборудования, их размещение на функциональных местах процесса, привязка к линиям конвейера, привязка к интерфейсам ПО, специфические настройки взаимодействия с ними. Используется модулем управления оборудованием.

1.4. Интерфейс с внешними системами. Информация о соединении с удаленными системами и другие параметры взаимодействия с ними. К внешним системам относятся: WEBIS, R/3, АСУТП конвейера, PLC управления принтерами EIDOS, система управления складом. Используется модулем взаимодействия с внешними системами.

2. Модели рабочей информации для модулей. Описывают структуры, необходимые для оперативного исполнения и настройки алгоритмов в модулях, такие как очереди изделий, счетчики, журнальная информация о событиях на конвейере и т. п. Модель для бизнес-процессов включает описание изделий и их атрибутов, в том числе: модель изделия, сорт, порядковый номер. Также присутствует описание стадий прохождения изделием процессов упаковки или учета. Они включают временные характеристики стадий, их результаты, задействованные элементы оборудования, информацию о различных событиях.

Исполнительная подсистема бизнес-процессов обеспечивает выполнение логики бизнес-процесса. Данная подсистема обеспечивает:

1. Определение событий от оборудования и прочих источников.
2. Реакцию на события, т. е. вызов процедур, которые реализовывают автоматизированные бизнес-функции.
3. Передачу параметров из событий в процедуры и между процедурами.
4. Взаимодействие процесса с различными интерфейсами.
5. Обработку исключительных ситуаций. Используется модулем управления упаковкой как среда выполнения его алгоритмов.

Подсистема пользовательского интерфейса предоставляет средства взаимодействия пользователя с системой посредством графического интерфейса, в первую очередь, для манипуляций справочной и настроечной информацией. Используется всеми компонентами, которым требуется взаимодействие с пользователем, включающее отображение и ввод информации.

Процесс упаковки холодильников – служит для непосредственного управления автоматизированными шагами процесса «Упаковка холодильников». Этот компонент соединяет воедино все части системы в конфигурации для завода холодильников, управляя ими по заданным алгоритмам, запуская определенные процедуры при наступлении событий из разных источников.

Подсистема управления оборудованием включает набор средств работы с оборудованием: сканерами, датчиками, принтерами, аппликаторами и другими необходимыми устройствами. Взаимодействие с оборудованием включает следующие функции:

1. Чтение данных с устройств.
2. Интерпретация полученной информации в терминах бизнес-процессов.
3. Чтение статусной информации устройств.
4. Посылка управляющих сигналов на устройства.
5. Посылка данных на устройства.

Подсистема печати этикеток выполняет печать этикеток посредством отправки команд на языке принтеров. В зависимости от модели принтеров выполняется формирование заданий на печать или опрос состояний принтеров на языках Zebra или EIDOS.

Подсистема взаимодействия с внешними системами содержит процедуры передачи и получения информации об изделии из WEBIS и системы управления складом, передачи сигналов в АСУТП, PLC управления принтерами EIDOS.

1.3 Цели разработки системы

На линии упаковки холодильников предприятия функционирует «Система автоматизации учета готовой продукции ProPack» разработанная ЗАО «Инлайн Груп» по заказу компании ЗАО «ИНДЕЗИТ ИНТЕРНЭШНЛ». Данная система комплексная и включает следующие инструменты: ведение каталога моделей с их техническими характеристиками; средства проектирования этикеток; подсистему печати; подсистему интеграции с внешними системами (WEBIS, R/3, Система управления складом).

На текущий момент на предприятии выполняется интеграция производственных процессов в корпоративную систему SAP Hana [10]. В процессе интеграции происходит унификация бизнес-процессов в пределах корпорации «Whirlpool». Исходя из этого, такие процессы как проектирование этикеток; ведение каталога моделей должны выполняться на корпоративной платформе. Подготовка деклараций продукции должна осуществляться в новой корпоративной системе и с использованием других интерфейсов. Следовательно, можно сделать вывод, что используемая система, с одной стороны, избыточна, а с другой – многие ее модули должны быть переработаны под текущие требования бизнес-процессов. К тому же система не работает в автономном режиме, без участия сервера, что сказывается на ее отказоустойчивости и скорости работы.

Таким образом, было решено разработать новый программно-аппаратный комплекс осуществляющий автоматизацию бизнес-процессов предприятия. В рамках данной выпускной квалификационной работы предлагается разработать систему управления линией упаковки.

Целью выпускной квалификационной работы является адаптация линии упаковки холодильников под текущие бизнес-процессы и требования к унификации корпоративных информационных систем компании, а также увеличение эффективности процесса упаковки изделия за счет повышения надежности системы управления линией упаковки.

1.4 Ограничения на разрабатываемую систему

На основе требований заказчика можно выделить следующие ограничения на разрабатываемую систему управления линией упаковки холодильников:

1. Использование программного обеспечения BarTender для формирования этикетки изделия и дальнейшей печати готовой этикетки.
2. Разработка в рамках текущей архитектуры комплекса управления производством холодильников ICSTracking.
3. Использование существующей схемы хранения данных.
4. Использование существующих аппаратных средств.

1.5 Объекты управления и пользователи системы

Разрабатываемая система будет осуществлять автоматизацию процесса упаковки холодильников.

К объектам управления разрабатываемой системы относятся: сканеры штриховых кодов, фотоэлектрические датчики, принтеры этикеток, АСУ ТП конвейерной линии. Управление объектами предполагает следующие действия: чтение данных и статусной информации с устройств; посылку управляющих сигналов и данных.

Пользователями разрабатываемой системы будут:

1. Оператор. Осуществляет мониторинг и управление процессом упаковки.
2. Сервисный инженер. Осуществляет конфигурирование системы, анализ накопленных данных, изменение различных настроек в ходе работы системы. В случае возникновения неисправностей и аварийных ситуаций занимается их устранением.

1.6 Функции системы

Система управления линией упаковки холодильников должна обеспечивать следующие функции:

- определение идентификатора изделия при входе в зону обработки;
- получение информации об изделии из базы данных;
- формирование шаблона внутренней или упаковочной этикетки;
- отслеживание и обработку ошибок связанных с формированием и печатью этикеток;
- сохранение информации о прохождении текущей точки изделием;
- поддержку различных моделей устройств: принтеров этикеток, автоматических сканеров, ручных сканеров;
- взаимодействие с принтерами этикеток: отправка заданий на печать и получение служебной информации;
- взаимодействие со сканерами заводского номера: получение идентификатора изделия;
- взаимодействие с АСУ ТП конвейера: запуск/остановка определенных участков конвейера;
- резервирование функциональных устройств и автоматическое переключение на резерв в случае отказа основного устройства;
- оповещение оператора о событиях, происходящих в системе.

2 Изучение и моделирование предметной области

2.1 Выявление основных понятий и процессов

2.1.1 Основные понятия

Модель изделия – определяет группу изделий, обладающих некоторым набором одинаковых характеристик: составом из определенных устройств и их соединений, дизайна, режимов эксплуатации и пр.

Изделие – предмет, созданный в ходе производственного процесса, предназначенный для поставки потребителям.

Конвейерная линия – система оборудования и установок, осуществляющих обработку изделий.

Этап обработки изделия – группа действий над изделием в процессе его движения по конвейерной линии.

Этикетка изделия – печатная продукция, содержащая текстовую и графическую информацию и выполненная в виде наклейки на продукт производства. В общем случае на ней указываются название изделия, торговая марка изготовителя, дата производства, специальные графические символы и другая важная для потребителя информация.

Заводской штриховой код – знак, закодированной в виде цифр и штрихов, используемый в процессе производства и предназначенный для автоматизированной идентификации и учета информации об изделии в процессе его обработки на линии конвейера.

Товарный штриховой код – знак, наносимый на упаковочную этикетку, предназначенный для идентификации товара в процессе хранения и продажи.

2.1.2 ER-диаграмма предметной области

На рисунке 2 приведена ER-диаграмма предметной области. На диаграмме выделяются следующие основные сущности:

- модель изделия;
- изделие;
- этап обработки изделия;
- этикетка изделия.

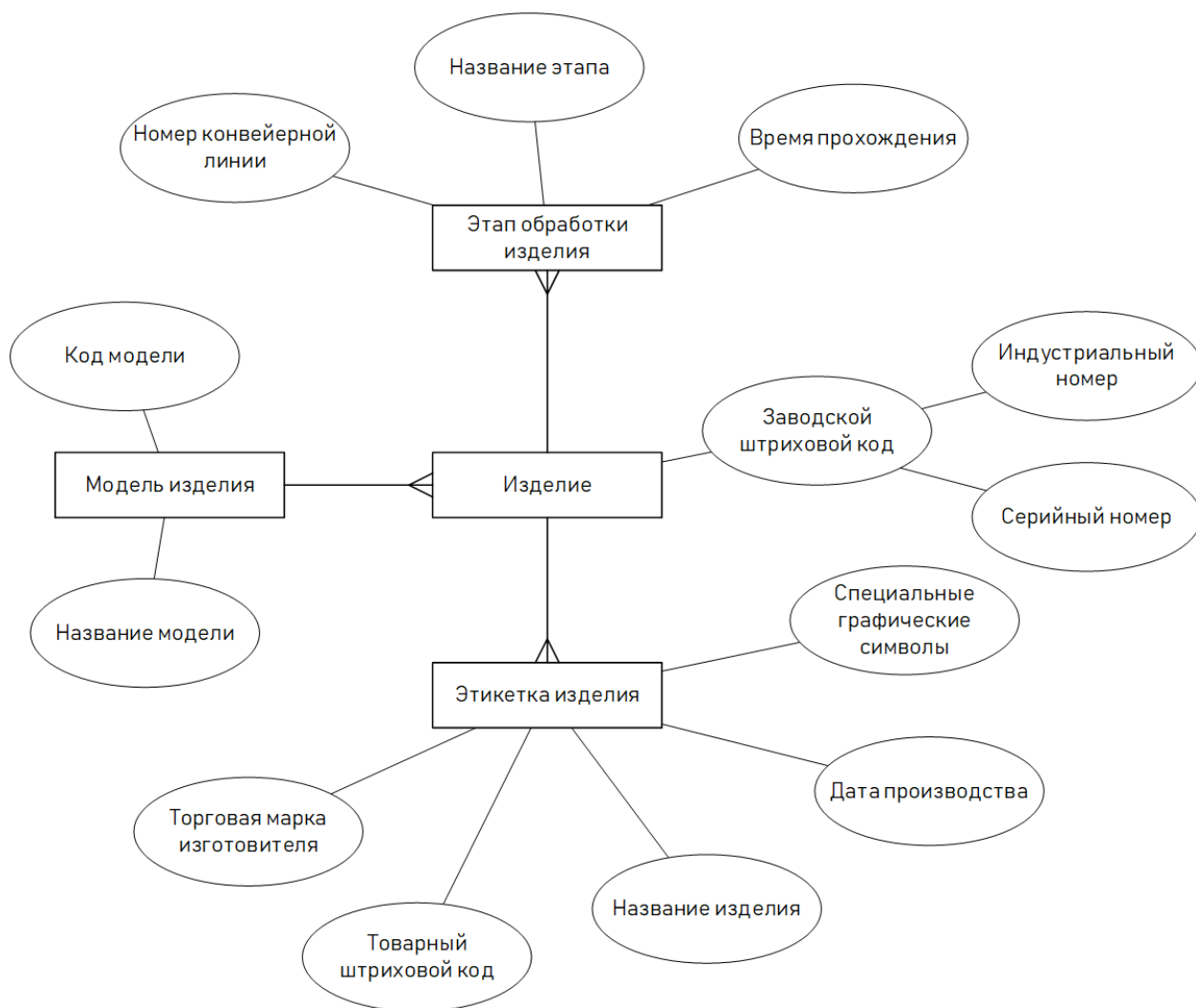


Рисунок 2 – ER-диаграмма предметной области

2.1.3 Процесс производства холодильников

Производство холодильников начинается в цехе обработки металлов, здесь изготавливаются корпусные детали. Заготовка металла поступает на автоматизированную линию и последовательно проходит все необходимые технологические операции: штамповку, профилировку, гибку. Таким образом изготавливается наружная панель и боковые панели шкафов холодильников. Затем корпусные детали поступают на участок полимерных покрытий и окраски.

Также в цехе обработки металлов производятся испарители, проволочно-трубные для морозильной и листо-трубные для холодильной камеры. После ряда технологических операций из стальной трубки изготавливается змеевик испарителя. Далее проводится проверка испарителя на герметичность. Испарители с утечкой отправляются на повторную пайку, а герметичные по конвейеру подаются в сборочный цех.

В цехе пластмасс производятся уплотнители дверей, поддоны, крышки, панели, корзины холодильников и морозильников. На определенные литьевые детали в цехе шелкографии наносится необходимый рисунок при помощи установок для тампопечати. Также в цехе пластмасс изготавливают внутренние шкафы холодильников и внутренней панели дверей. Готовые детали по конвейеру подаются в сборочный цех.

В цехе сборки производятся сборка холодильников, соединяются внутренние шкафы холодильные и морозильные камеры. Затем к задней стенке внутреннего шкафа холодильной камеры крепится испаритель. На шкаф устанавливаются датчики контроля температуры, втулки, кронштейны и другие необходимые элементы. На параллельном конвейере соединяются между собой наружные шкафы холодильника, устанавливается задняя стенка. Затем производится подготовка и укладка всей электропроводки, установка элементов холодильной системы.

После сборки на холодильник наносится маркировка с указанием заводского номера. Холодильник заправляется хладагентом и отправляется на испытательную станцию, здесь проводятся приемо-сдаточные испытания, в ходе которых проверяется: внешний вид изделия; комплектность; прилегание уплотнителя двери; заземление холодильника; электрическая прочность изоляции; отклонение напряжения от номинального; герметичность холодильного агрегата; температурные энергетические параметры. После испытаний холодильник комплектуются необходимыми полками, сосудами, емкостями и отправляется на линию упаковки.

На линии упаковки каждому холодильнику присваивается паспортный номер, печатается внутренняя этикетка, прикладываются необходимые эксплуатационные документы. После чего холодильник готов к упаковке, технологическая паллета заменяется амортизатором. Сверху надевается картонная крышка, на нее печатается и автоматически наклеивается аппликатором упаковочная этикетка. Холодильник упаковывается в пленку, которая защищает от механической нагрузки при транспортировании. Затем холодильник отправляется в зону приемки на склад, где проверяется упаковочная этикетка и после регистрации он отправляется на склад готовой продукции.

2.1.4 Процесс упаковки изделия

На рассматриваемом предприятии находится две линии упаковки, которые функционируют аналогично и состоят из следующих основных этапов:

1. Печать внутренней и паспортной этикетки.
2. Упаковка и печать упаковочной этикетки.

На рисунке 3 представлена структурная схема рассматриваемой линии. Изделия поступают с участка сортировки, на котором изделия распределяются с пяти сборочных линий на две упаковочных линии. Обработка изделия начинается с чтения заводского номера автоматическим

сканером в зоне печати внутренней этикетки. После успешного сканирования заводского номера формируется внутренняя этикетка изделия и отправляется на принтер, печатаются две этикетки. Первая этикетка вручную наклеивается оператором внутри холодильника. Вторая этикетка наклеивается на комплект документов, который вкладывается внутрь холодильника. После этого холодильник направляется в следующую зону, где находится машина упаковки.

На входе в зону упаковки также сканируется заводской номер холодильника и подготавливается упаковочная этикетка, которая отправляется на принтеры аппликаторы. Далее холодильник попадает в машину упаковки, где технологическая паллета заменяется картонным поддоном, а сверху надевается картонная крышка. После этого печатаются упаковочные этикетки, которые клеятся с двух сторон аппликаторами на картонную верхнюю крышку или картонный поддон, затем холодильник «одевается» в пленку автоматической термоусадочной машиной и направляется в следующую зону.

Следующая этап – зона выпуска на склад, где сканируется упаковочная этикетка, факт выпуска холодильника с конвейера передается в корпоративную систему SAP (декларация наработки end-of-line, EOL). Далее холодильники сортируются на пять линий отгрузки и отправляются по этим линиям на погрузчик.

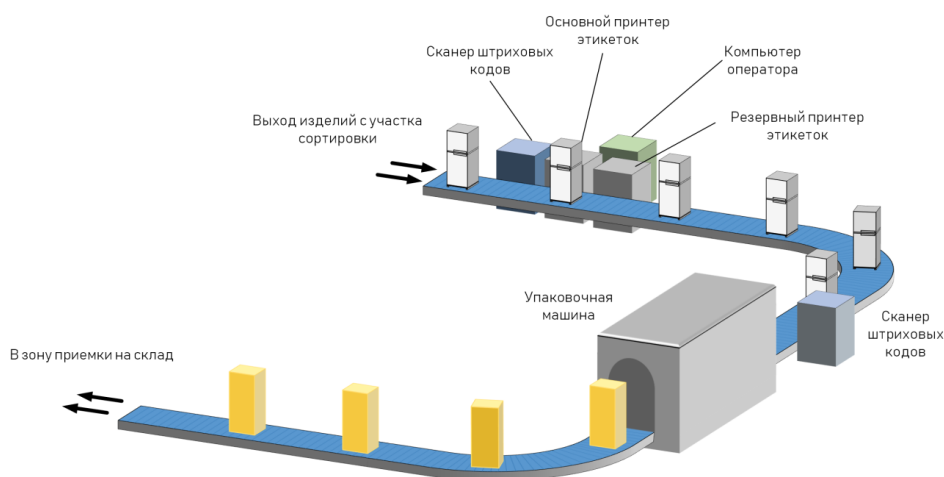


Рисунок 3 – Структура линии упаковки холодильников

2.2 Теоретическое изучение предметной области

2.2.1 Упаковочное оборудование

Упаковочное оборудование – это комплекс механизмов и машин, предназначенных для первичной или групповой упаковки различной продукции. Упаковочное оборудование применяется в большинстве концевых процессов промышленного производства. Основное назначение – автоматизировать наиболее трудоёмкие производственные процессы: дозирование, фасовку и укупорку продукции; формирование и заклеивку пакетов из полимерных и других плёнок; формирование короба, укладку продукции в короб и заклеивку короба из картона, оборачивание и усадку плёнки, укладку продукции на транспортный поддон, обмотку загруженного поддона стретч-плёнкой. Упаковочное оборудование обычно классифицируется по типу упаковочного материала (картон, барьерные плёнки, термоусадочные плёнки, блистер, и т. п.) или форме упаковки.

На участке упаковки холодильников ЗАО «ИНДЕЗИТ ИНТЕРНЭШНЛ» используются автоматические термоусадочные машины [11].

Автоматические термоусадочные машины производят упаковку продукции на паллетах рукавной термоусадочной пленкой, выполняя все операции зачехления груза и термоусадки пленки в полностью автоматическом режиме. Все операции управляются программируемым логическим контроллером. Процесс изготовления упаковки на термоусадочной машине состоит из пяти этапов:

1. Измерение высоты груза, а также его длины и ширины с последующим вычислением длины мешка для зачехления груза.

2. Подготовка мешка. Он включает в себя: выбор рулона термоусадочной пленки необходимого типоразмера, разматывание рулона, сварку и обрезку.

3. Зачехление изделия. Готовый мешок подается через верх машины, раскрывается и надевается на груз. Во время надевания мешка в него нагнетается воздух для его полного раскрытия перед надеванием во избежание порезов мешка об углы упаковываемой продукции.

4. По окончании стадии зачехления груза производится откачка воздуха, присутствующего между грузом и пакетом. Затем паллет с изделием поднимается при помощи подъемного устройства, чтобы во время усадки на следующем этапе пленка могла зацепиться за поддон.

5. Нагрев пленки и ее последующая усадка. Во время этого процесса изделие снова опускается в исходное положение.

2.2.2 Эtiquетировочное оборудование

Упаковка товаров подразумевает наличие разного рода упаковочных устройств, в том числе устройств для этикетирования. Этикетировочное оборудование предназначено для наклейки этикеток на различные виды продукции. В качестве расходного материала применяют этикетки разных типов: самоклеющиеся, термоусадочные, с нанесением клея.

Термотрансферная печать [12] – наиболее распространенная технология печати этикеток, она используется на участке упаковки холодильников ЗАО «ИНДЕЗИТ ИНТЕРНЭШНЛ». В зоне печати внутренней этикетки используются термотрансферные принтеры Zebra [13]. В зоне печати упаковочной этикетки используются термотрансферные принтеры-аппликаторы EIDOS[14].

Конструкция термотрансферного принтера заключается в том, что между печатающей головкой и запечатываемым материалом находится термочувствительная красящая лента. Изображение формируется в результате переноса под действием тепла краски с ленты на запечатываемую поверхность.

2.2.3 Общие правила оформления этикеток

Общие требования к этикетке сформулированы в ФЗ РФ № 2300-1 «О защите прав потребителей»[15]. Этикетка должна соответствовать требованиям к оформлению и информации, а также включать следующие сведения:

- об основных потребительских свойствах продукции;
- гарантийный срок или срок допустимого использования, если он установлен;
- дату выпуска изделия;
- правила и условия безопасного и эффективного применения товаров;
- фирменное наименование производителя, продавца и исполнителя, их местонахождение.

Основные правила маркировки упаковки указаны в техническом регламенте таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» [16]. Например, упаковка должна содержать обозначение материала, из которого она изготовлена, для продукции какой категории она предназначена, а также может содержать информацию о возможности ее утилизации.

На холодильные аппараты существуют следующие технические регламенты, в которых также содержатся правила оформления этикеток:

1. ГОСТ 16317-87 «Приборы холодильные электрические бытовые. Общие технические условия» [17].
2. ГОСТ Р МЭК 62552-2011 «Приборы бытовые холодильные. Характеристики и методы испытаний» [18].
3. ГОСТ Р 51565-2012 «Энергетическая эффективность. Приборы холодильные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения» [19].

Также, на упаковку наносятся различные графические символы (Таблица 1), регламентируемые следующими документами:

1. ГОСТ Р 51474-99 «Упаковка. Маркировка, указывающая на способ обращения с грузами» [20].

2. ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» [21].

Таблица 1. Некоторые графические символы, наносимые на продукцию

| Графический символ | Описание |
|---|--|
| 1 | 2 |
|  | Нетоксичный материал – изделие изготовлено из материала (обычно – пластик), который нетоксичен и может соприкасаться с пищевыми продуктами. Применяется на пластиковой (одноразовой) посуде, кухонной технике. |
|  | Особая утилизация. Экомаркировка «Отдельный сбор» ставится на источниках питания (батарейки) и товарах, содержащих некоторые опасные вещества (ртуть, свинец). Во избежание нанесения вреда окружающей среде необходимо отделить данный объект от обычных отходов и утилизировать его наиболее безопасным способом |
|  | ЕАС (EurAsian Conformity, «Евразийское соответствие») – единый знак обращения продукции на рынке государств–членов Таможенного союза стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Данный знак подтверждает соответствие продукции минимальным требованиям союза. |
|  | Маркировка СЕ является единственным обозначением соответствия определенной продукции на требования к качеству на территории Европейского Союза. Знак СЕ гарантирует, что производимая изготовителем продукция полностью соответствует требованиям безопасности для человека и окружающей среды. |
|  | РСТ – знак соответствия обязательной сертификации в России (соответствие товара стандарту ГОСТ). Означает, что продукция сертифицирована, соответствует установленным стандартам качества и на неё оформлен сертификат соответствия. |
|  | Сертификат УкрСЕПРО, Украина. Аналогичен международному стандарту серии ISO 9000 (менеджмент качества), является знаком соответствия качества Украины. Бывает одноразовым (для одной партии), а также на серийное производство на год, 2 года или 5 лет. При сертификации на 5 лет обязательно наличие ISO 9001. |

Окончание таблицы 1

| 1 | 2 |
|---|--|
|  | <p>Знак вторичной переработки «Петля Мебиуса» означает, что упаковка товара частично или полностью сделана из переработанного сырья либо пригодна для последующей переработки. Производителям рекомендуется рядом со знаком уточнять процент «вторичности», например: «Изготовлено на 95% из переработанного картона».</p> |
|  | <p>Знак «Зеленая точка» (нем. Der Grüne Punkt) ставят на продукцию, производитель которой оплатил сбор на переработку и утилизацию в рамках «Дуальной системы» (DSD). Введено в Германии в 1991 году. Актуально только на территории европейских стран.</p> |
|  | <p>Эколейбл Евросоюза. Введен с 2001 года как единая экомаркировка товаров. Присваивается продуктам и производителям, которые удовлетворяют требованиям экологических стандартов.</p> |
|  | <p>Green Seal («Зеленая печать») — независимая экологическая организация потребителей, которая присуждает «зеленую печать одобрения» товарам, производство, эксплуатация и утилизация которых причиняет значительно меньший ущерб окружающей среде, чем производство других аналогичных продуктов.</p> |
|  | <p>Отдельная группа знаков на бытовой технике, аэрозольных препаратах и других материалах: «Озонобезопасный», «Не содержит фреон», CFC Free. Продукты не имеют в своём составе веществ, разрушающих озоновый слой земли. В настоящее время большинство производителей отказалось от использования в качестве хладагентов фреонов (хлорфторуглеродов), поскольку они пагубно влияют на озоновый слой нашей планеты.</p> |

2.2.4 Виды штриховых кодов

На транспортную и потребительскую упаковку наносится штриховой код – знак, предназначенный для автоматизированных идентификации и учета информации о товаре, закодированной в виде цифр и штрихов. Наличие штрихового кода – обязательное условие экспорта товара при проведении внешнеторговых сделок.

В настоящее время существуют следующие виды штриховых кодов.

1. Линейные одномерные (1D).

2. Двухмерные (2D).

3. Цветные штрих-коды, относящиеся к разряду трёхмерных (Color Code (CCC) или 3D). Содержат в себе любую цифровую информацию: документацию, изображения, видео ролики, анимацию. Такие штрих-коды наносятся на рекламные страницы или визитки. Содержат адрес электронной почты или ссылку на сайт.

4. Четырёхмерные (4D). Встречаются очень редко. Объём закодированной информации в них больше, чем в трёхмерных кодах. Они содержат целые страницы сайтов, фото, рекламу, видео ролики.

Линейный штриховой код – это рисунок из линий разной толщины, читаемый в одном направлении, обычно по горизонтали. Примеры линейных штриховых кодов приведены на рисунке 4. Линейные штриховые коды содержат небольшой объем информации. Двоичная система цифр обеспечивает удобную запись штрих кодов. Штрихи обозначаются цифрой «1», а пробелы «0».

Распространённые виды линейных штриховых кодов:

1. Code 39. Используется для кодирования цифр (0–9), заглавных букв английского алфавита (A–Z), символов (звездочка, пробел, дефис, точка и др.).

2. Code 128 (A, B, C) . Используется для кодирования ASCII, FNC 1-4, спецсимволов.

3. Codabar. Используется для кодирования цифр (0–9), букв (A–D), спецсимволов.

4. EAN (8, 13). Используется для кодирования идентификатора производителя и товара 8 или 13 цифрами.

5. EAN-128. Используется для кодирования информации о грузе (номер партии, дата упаковки, вариант продукта, серийный номер и др.).

6. UPC – для кодирования идентификатора компании-производителя и товара.



Рисунок 4 – Примеры линейных штриховых кодов

Двумерный штриховой код представляет собой квадрат, состоящий из матрицы квадратных элементов. Содержит кодированную информацию по горизонтали и вертикали. Примеры двумерных штриховых кодов приведены на рисунке 5.

Распространённые виды 2D штрихкодов:

1. PDF417. Поддерживает кодирование до 2710 символов. Используется для учета товаров, идентификации личности.

2. Aztec Code. Поддерживает кодирование до 3832 цифр, 3067 букв латинского алфавита или 1914 байт информации. Используется при печати

железнодорожных и авиабилетов, для маркировки правительственных документов и пр.

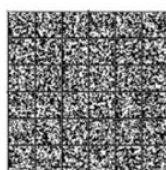
3. Data Matrix. Поддерживает кодирование до 2335 буквенно-цифровых символов.

4. MaxiCode. Поддерживает кодирование 93 символов информации о посылке (номер заказа на поставку, номер счёта, номер отслеживания и др.).

5. QR. Поддерживает кодирование до 7089 цифр, 4296 букв английского алфавита, 2953 байтов или 1817 иероглифов. Используется повсеместно.



PDF-417



Data Matrix



Aztec Code



Maxi Code



QR Code



Microsoft Tag

Рисунок 5 – Примеры двумерных штриховых кодов

2.2.5 Штриховой код EAN-13

На упаковочной этикетке холодильника находится штриховой код EAN-13. Рассмотрим его структуру и способы формирования. Штриховой код EAN-13 является непрерывным, имеет фиксированную длину и высокую плотность записи позволяет отобразить 13 цифр от 0 до 9. Знаки штрихового кода EAN-13 состоят из двух штрихов и двух промежутков. Краевые знаки (удлиненные штрихи – знаки начала и конца символа) определяют границы коды. Символы кода делится на две части разделительным знаком (удлиненные штрихи в центре символа), как показано на рисунке 6.



Рисунок 6 – Структура штрихового кода EAN-13

Символы штрихового кода делится на левую и правую части EAN-13. В кодировании знаков левой половины заключена возможность проверки на нечетность, а правая часть наделена возможностью проверки на четность. Эта возможность проверки на четность и нечетность введена для исключения ошибки и самопроверки при считывании кода с помощью технических устройств.

Каждая цифра кода представляет собой сочетание штрихов и пробелов, исполняемых в комбинациях L, R или G кода, тип комбинации определяется первой цифрой кода страны. Типы комбинаций в зависимости от первой цифры кода страны приведены в таблице 2.

Таблица 2. Типы комбинаций в зависимости от первой цифры кода

| Первая цифра | Первая (левая) группа цифр | Вторая (правая) группа цифр |
|--------------|----------------------------|-----------------------------|
| 0 | LLLLLL | RRRRRR |
| 1 | LLGLGG | RRRRRR |
| 2 | LLGGLG | RRRRRR |
| 3 | LLGGGL | RRRRRR |
| 4 | LGLLGG | RRRRRR |
| 5 | LGGLLG | RRRRRR |
| 6 | LGGGLL | RRRRRR |
| 7 | LGLGLG | RRRRRR |
| 8 | LGLGGL | RRRRRR |
| 9 | LGGLGL | RRRRRR |

Сочетание штрихов и пробелов, а также их расстановка внутри каждого цифрового знака, в зависимости от вида кода приведены в таблице 3.

Таблица 3. Кодирование цифр

| Цифра | L-код | R-код | G-код |
|-------|---------|---------|---------|
| 0 | 0001101 | 1110010 | 0100111 |
| 1 | 0011001 | 1100110 | 0110011 |
| 2 | 0010011 | 1101100 | 0011011 |
| 3 | 0111101 | 1000010 | 0100001 |
| 4 | 0100011 | 1011100 | 0011101 |
| 5 | 0110001 | 1001110 | 0111001 |
| 6 | 0101111 | 1010000 | 0000101 |
| 7 | 0111011 | 1000100 | 0010001 |
| 8 | 0110111 | 1001000 | 0001001 |
| 9 | 0001011 | 1110100 | 0010111 |

Последняя цифра кода – контрольная сумма, используемая для проверки правильности считывания предыдущих цифр кода. Контрольная цифра определяется с помощью следующих математических действий:

1. Находится сумма цифр стоящих на четных местах и полученное число умножается на 3.
2. Находится сумма цифр стоящих на нечетных местах и полученное число умножается на 3.
3. Сумма чисел полученных в двух предыдущих пунктах вычитается из ближайшего к ней наибольшего числа, кратного десяти.

2.2.6 Штриховой код Code 128

Для идентификации холодильника в процессе прохождения по линии конвейера используется его заводской номер, представленный в формате Code 128, данный формат штрихового кода также наносится на упаковочную этикетку изделия. Рассмотрим его структуру и способы формирования.

Штриховой код Code 128 включает в себя 107 символов, из которых 103 символа данных, 3 стартовых и 1 остановочный (стоп) символ. Для кодирования всех 128 символов ASCII предусмотрено три комплекта символов штрихового кода Code 128 – А, В и С, которые могут использоваться внутри одного штрихового кода:

1. 128А – символы в формате ASCII от 00 до 95 (цифры от «0» до «9» и буквы от «А» до «Z») и специальные символы.
2. 128В – символы в формате ASCII от 32 до 127 (цифры от «0» до «9», буквы от «А» до «Z» и от «а» до «z») и специальные символы.
3. 128С – символы в формате ASCII от 00 до 99 (только для числовых кодов).

Штриховой код Code 128 имеет следующую структуру, состоящую из шести зон:

- белое поле;
- стартовый символ;
- кодированная информация;
- контрольный символ;
- остановочный символ;
- белое поле.

Существует 107 кодов символов, каждый из которых кодируется 11 модулями, включающими 3 полосы и 3 промежутка. Исключение – стоп символ, он занимает 4 полосы и кодируется 13 модулями. Каждый код символа декодируется по таблице, некоторые коды символов определены как управляющие воздействия, определяющие режим декодирования. Структура

штрихового кода представлена на рисунке 7. Один из трех стартовых символов START-A (код 103), START-B (код 104) или START-C (код 105) ограничивает код слева и определяет таблицу декодирования (А, В или С). Перед символом стоп идет контрольная сумма. Слева и справа штрих-кода должны быть промежутки шириной по крайней мере в 10 модулей.



Рисунок 7 – Структура штрихового кода Code 128

Контрольная сумма занимает один шаблон и находится перед символом стоп. Контрольная цифра рассчитывается с помощью следующих математических действий:

1. Начальное значение приравнивается значению шаблона START (103, 104 или 105).
2. Для каждого следующего символа (исключая стоп символ) нужно взять его значение и умножить его на позицию (позиция первого символа после старт равна 1). Результат добавить к контрольной сумме.
3. Контрольной суммой будет считаться остаток от деления результата на 103.

2.2.7 Программное обеспечение BarTender

Программное обеспечение BarTender [22] разработанное компанией Seagull Scientific содержит различные приложения и компоненты для создания, печати этикеток, штрих-кодов, карточек, ярлыков. ПО BarTender включает следующие компоненты:

1. BarTender Designer – программа создания шаблонов этикеток. Она содержит библиотеку с сотнями готовых графических символов, а также поддерживает огромное количество штриховых кодов, которые генерируются автоматически после задания данных кода.

2. Наборы инструментальных средств разработчика (SDK) .NET, которые включают: примеры исходных кодов и файлы проектов, детальную документацию, интеграцию с Visual Studio.

3. Drivers by Seagull. BarTender работает с драйверами практически всех мировых производителей принтеров, включая драйверы для лазерных, струйных и матричных принтеров.

4. Printer Maestro. Программа объединяет различные функции управления печатью в среде Windows в одно представление, для более простого управления принтерами и заданиями печати.

5. Seagull License Server. Программа мониторинга и наблюдения за использованием лицензий.

6. BarTender Librarian. Предоставляет возможность пользователям, дизайнерам и администраторам скоординировано и надежно управлять хранением и изменением версий документов BarTender и других файлов.

7. History Explorer. Позволяет просматривать записанную информацию о напечатанных ранее заданиях и сообщения, созданные приложениями, которые обрабатывали эти задания печати

3 Информационная база для решения задачи

3.1 Описание источников информации

Информация, необходимая в процессе работы системы находится в базе данных предприятия. База данных содержит большое количество таблиц и связей. Из нее были выделены сущности (Рисунок 8), информационная составляющая которых необходима для работы системы управления линией упаковки холодильников. Описание сущностей концептуальной модели данных представлено в таблице 4.

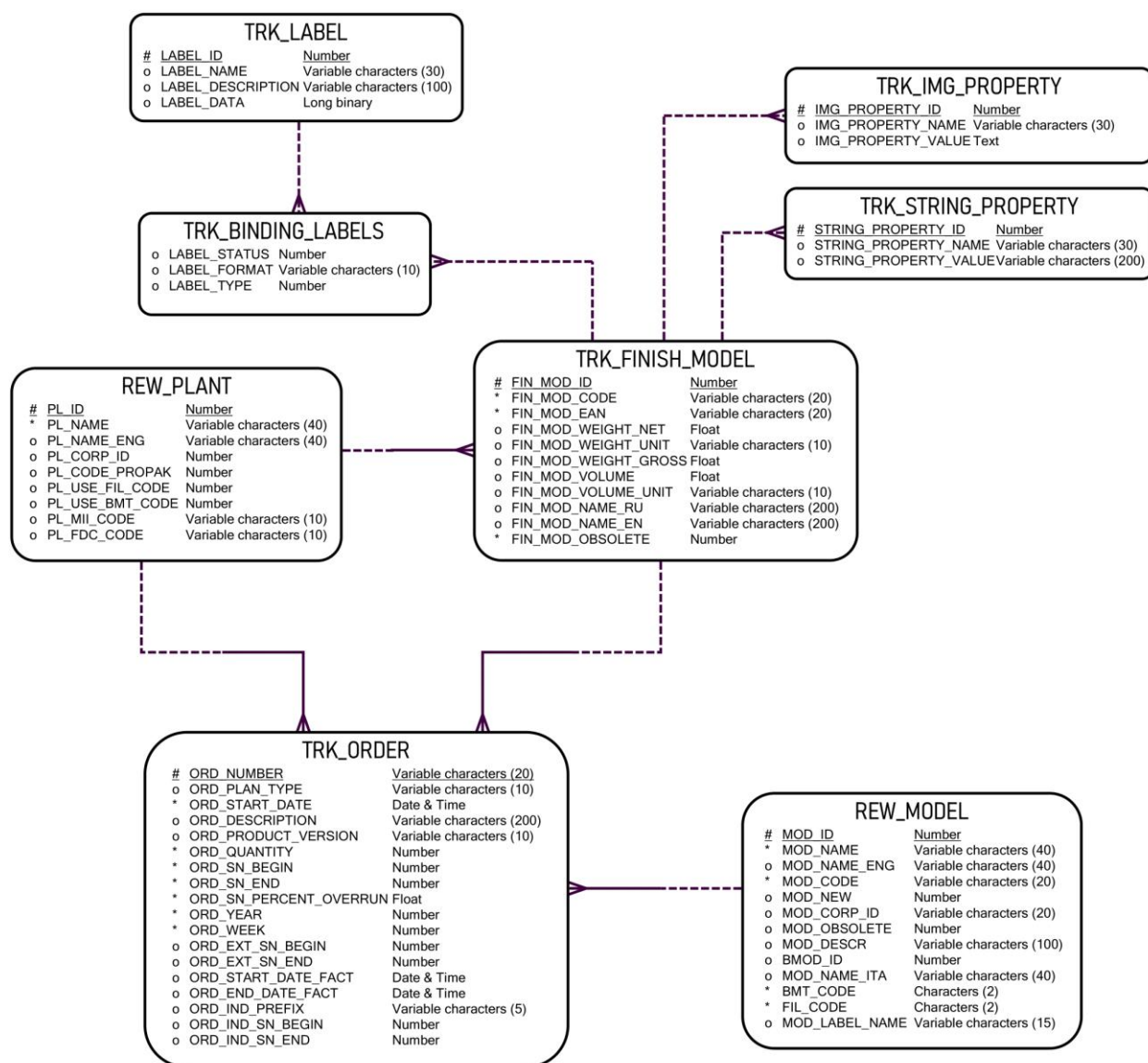


Рисунок 8 – Часть концептуальной модели данных предприятия

Таблица 4. Описание сущностей концептуальной модели данных

| Наименование | Описание |
|---------------------|--|
| TRK_ORDER | Центральная сущность. Хранит информацию о заказе на производство изделий. Связывает индустриальную модель (REW_MODEL) с коммерческой (TRK_FINISH_MODEL). |
| REW_PLANT | Информация о заводе (включает завод холодильников и завод стиральных машин) |
| REW_MODEL | Содержит индустриальную (заводскую) информацию о модели изделия |
| TRK_FINISH_MODEL | Содержит коммерческую информацию о модели изделия. По идентификатору данной сущности выполняется поиск шаблона этикетки и параметров изделия. |
| TRK_BINDING_LABELS | Связывает шаблоны этикеток с коммерческими моделями изделий |
| TRK_LABEL | Хранит шаблон этикетки |
| TRK_STRING_PROPERTY | Содержит строковые параметры коммерческих изделий используемые в процессе формирования этикетки |
| TRK_IMG_PROPERTY | Содержит графические (Изображения) параметры коммерческих изделий используемые в процессе формирования этикетки |

В процессе функционирования разрабатываемая система должна на основании заводского штрихового кода изделия осуществить чтение из базы данных шаблона этикетки и параметров изделия.

Заводской штриховой код изделия (Рисунок 9) представлен в формате Code 128 и состоит из двух частей:

1. 12 символов – индустриальный код модели.
2. 12 символов – серийный номер изделия.

Серийный номер изделия состоит из следующих частей:

1. 2 символа – код завода.
2. 2 символа – год.
3. 2 символа – неделя.
4. 6 символов – уникальный номер в рамках недели.



Рисунок 9 – Пример заводского штрихового кода изделия

Исходя из структуры штрихового кода и схемы базы данных, можно построить следующий алгоритм чтения из базы данных шаблона этикетки и параметров изделия:

1. На основании индустриального номера изделия в таблице REW_MODEL ищется запись об индустриальной модели изделия по столбцу MOD_CODE.
2. По записи об индустриальной модели ищется связанные с моделью заказы в таблице TRK_ORDER.
3. На основании информации о коде завода, года, недели и уникального номера из полученных заказов выбирается одна запись о текущем заказе.
4. По текущему заказу находится запись о коммерческой модели изделия в таблице TRK_FINISH_MODEL.
5. Из таблиц TRK_STRING_PROPERTY и TRK_IMG_PROPERTY считываются записи соответствующие записи о коммерческой модели изделия.
6. В зависимости от типа этикетки (внутренняя или упаковочная) с помощью промежуточной таблицы TRK_BINDING_LABELS считывается шаблон этикетки изделия из таблицы TRK_LABEL.

3.2 Описание выходной информации

Выходной информацией является этикетка изделия (внутренняя или упаковочная) с заполненными параметрами в соответствии с текущим обрабатываемым изделием. Примеры этикеток приведены на рисунках 10 и 11. Этикетка изделия содержит различную информацию, выделим основные поля:

- сервисный номер;
- серийный номер;
- полное наименование и код модели;
- страна, производитель и дата производства;
- климатический класс;
- информация о хладагенте;
- электрические параметры;
- объём холодильной и морозильной камер;
- штриховые коды Code 128 и EAN-13;
- графические символы.

Сервисный номер состоит из двух частей:

1. 12 символов – индустриальный код модели.
2. 12 символов – серийный номер изделия, его структура представлена в пункте 3.1.

Серийный номер состоит из двух частей:

1. 12 символов – коммерческий код модели.
2. 12 символов – серийный номер изделия, его структура представлена в пункте 3.1.

4 Программно-аппаратная реализация решения задачи

4.1 Аппаратное обеспечение

На рисунке 12 показаны основные типы оборудования, их логические соединения и используемые протоколы передачи данных.

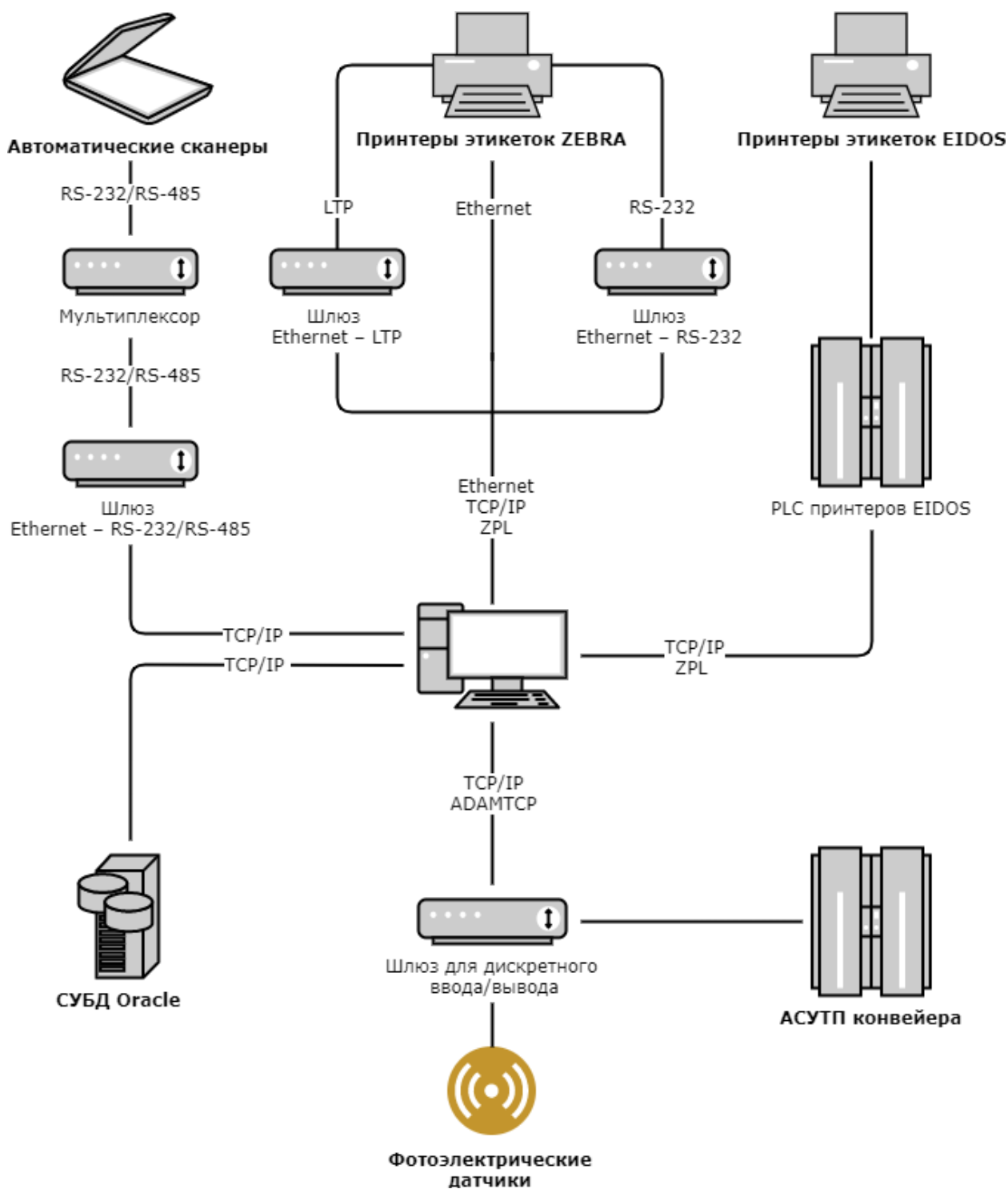


Рисунок 12 – Логическое соединение оборудования и используемые протоколы передачи данных

Для коммуникации различных устройств с компьютером оператора используются следующие устройства (шлюзы):

1. Шлюз Advantech ADAM-4579. Используется для передачи данных от двух портов RS-232/422/485 в сеть Ethernet.
2. Шлюз Advantech EDG-4508+U. Используется для передачи данных от восьми портов RS-232/422/485 в сеть Ethernet.
3. Шлюз дискретного ввода/вывода ADAM-5000/TCP. Поддерживает 8 модулей, обеспечивающих до 128 каналов дискретного ввода-вывода.

4.1.1 Устройства сканирования штрих-кодов

На линии упаковки используются две модели автоматических сканеров DataLogic DS4600A и DataLogic DS6300.

Datalogic DS4600A – промышленный лазерный сканер штрих-кодов с фиксированной позицией. Сканер имеет декодер ACR (Advanced Code Reconstruction), который выполняет восстановление и декодирование изображения штрих-кода в режиме реального времени, позволяя считывать неориентированные метки на изделии. Сигналы от сканера передаются по интерфейсу RS232 или RS485. Настройка сканера осуществляется при помощи специальной программы WINHOST.

Datalogic DS6300 – высокопроизводительный промышленный лазерный сканер штрих-кодов. Сканер имеет дисплей с клавиатурой, на дисплее отображаются считанные штриховые коды, статистика и диагностические данные. Настройка сканера производится с помощью программы GENIUS SW. Сигналы от сканера передаются по интерфейсу RS232 или RS485.

Все автоматические сканеры подсоединяются через мультиплексор и шлюз Ethernet–RS-232/422/485 Advantech ADAM-4579. Первое устройство предназначено для постоянного периодического опроса сканеров на наличие новых данных, преобразование их в структурированный текст и передачу

далее по сети RS-485 или RS-232. Второе – для обеспечения доступа к мультиплексору из сети Ethernet по TCP/IP и передачи данных от мультиплексора из сети RS-485/ RS-232 в сеть Ethernet.

Автоматический сканер работает в паре с фотоэлектрическим датчиком движения, присоединенным к сканеру. Когда изделие, движущееся по конвейеру, перекрывает луч датчика, он подает сигнал сканеру для начала чтения. После того как изделие прошло датчик, и его луч открылся, датчик подает сигнал сканеру об окончании чтения. Если за промежуток времени от закрытия до открытия датчика сканер ничего не прочитал, он посылает сигнал об ошибке (вместо данных штрих-кода - Нх18). Датчик, подсоединенный к сканеру, также присоединен к устройству дискретного ввода для исключения ложных срабатываний сканера на программном уровне. Непосредственный опрос сканеров осуществляет мультиплексор. Поэтому нет необходимости использовать специализированные команды сканеров.

4.1.2 Устройства печати этикеток

Для печати этикеток изделий используются следующие модели принтеров: Zebra 105SL, Zebra 110 PAX и EIDOS Printess 4.

Zebra 105SL и Zebra 110 PAX – термотрансферные принтеры этикеток. Скорость печати – 203мм/сек. Разрешение печати принтеров – 300 dpi.

EIDOS Printess 4 – термотрансферный принтер-аппликатор для печати маленьких и средних этикеток, шириной до 120 мм. Скорость печати – 500мм/сек. Разрешение печати принтера – 300 dpi.

Все принтеры подключены одним из следующих способов:

- напрямую через Ethernet по TCP/IP;
- через шлюз Ethernet-RS-232/422/485 модели Advantech EDG-4508+U;
- через шлюз Ethernet-LPT.

Все способы соединения обеспечивают передачу данных в двух направлениях – на принтеры и от принтеров. Второе используется для опроса и получения информации о текущем состоянии принтеров.

4.1.3 АСУ ТП конвейера

Взаимодействие Системы с АСУТП конвейера выполняется через передачу электрических сигналов определенного напряжения и длительности на входы ее модулей дискретного ввода. Эти сигналы используются для запуска/остановки определенных участков конвейера (или всего конвейера). Подача сигналов осуществляется с использованием модулей вывода шлюза для дискретного ввода/вывода Advantech ADAM-5000/TCP, того же самого, который используется для опроса состояния фотоэлектрических датчиков.

4.2 Программное обеспечение

Для корректной работы системы управления линией упаковки холодильников требуются следующие программные средства:

- 32-х разрядная операционная система Windows 8 или выше;
- СУБД SQL Server 2017;
- .NET framework 4.0;
- ODP.NET Managed Driver для .NET Framework;
- динамически подключаемая библиотека ADAMTCP;
- программное обеспечение BarTender;
- драйверы принтеров этикеток от компании BarTender.

Настройка схемы базы данных локального хранилища выполняется с помощью файла loc_setup.sql входящего в комплект системы, который содержит команды на языке SQL.

4.3 Архитектура комплекса автоматизации производства холодильников ICSTracking

4.3.1 Логическая диаграмма компонентов

Разработанная система управления линией упаковки холодильников является частью комплекса автоматизации производства холодильников ICSTracking. Комплекс ICSTracking состоит из различных компонентов (Диспетчеров) отвечающих за исполнение определенных процессов. Диспетчеры обмениваются информацией по средствам посылки сообщений. На рисунке 13 представлена диаграмма компонентов комплекса ICSTracking. Связи устанавливают правила обмена сообщениями между компонентами. Такое распределение узлов (диспетчеров) комплекса и их устройство позволяет развернуть в рамках одного исполняемого экземпляра несколько диспетчеров линий и зон обработки изделия. Такая возможность обеспечивает отказоустойчивость процесса производства путем перераспределения диспетчеров линий и диспетчеров зон обработки изделий между оставшимися компьютерами в случае выхода из строя одного или нескольких компьютеров.

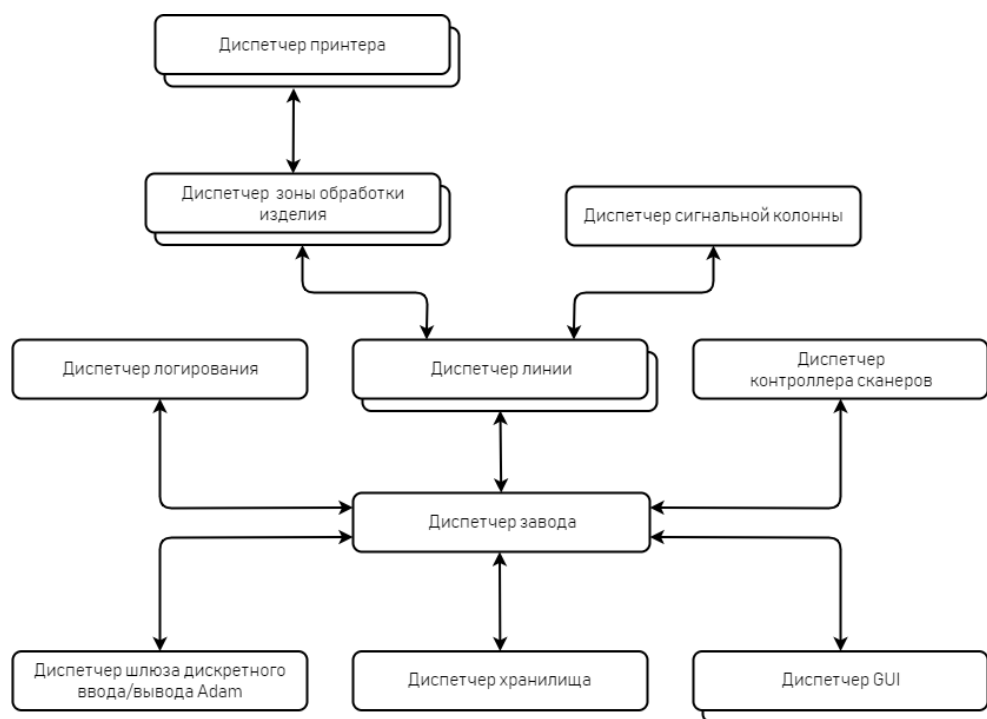


Рисунок 13 – Логические компоненты комплекса ICSTracking

Диспетчер завода выполняет загрузку конфигурации оборудования и инициализацию других компонентов системы. Он является центральным звеном обмена сообщениями между другими узлами системы.

Диспетчер контроллера сканеров принимает сообщения от сканеров, проверяет их корректность и отправляет результат другим узлам системы.

Диспетчер контроллера дискретного ввода/вывода выполняет установку или проверку сигналов подключенного устройства Advantech ADAM-5000/TCP.

Диспетчер хранилища отвечает за репликацию и синхронизацию данных между локальным и центральным хранилищем, выполняет интервальные опросы подчиненных диспетчеров хранилищ для проверки доступности и оповещении других узлов о состоянии. Он обрабатывает сообщения связанные с запросами данных и возвращает результат: полученные данные или код ошибки.

Диспетчер GUI представляет пользовательский интерфейс, который также участвует в обмене сообщениями. Он принимает сообщения и оповещает оператора о состоянии или вырабатывает управляющие сообщения для других узлов системы.

Диспетчер линии агрегирует зоны обработки изделия и участвует в обмене сообщениями между ними и другими узлами системы. Также он включает диспетчер сигнальной колоны. Диспетчер сигнальной колоны является отражением физического устройства, которое выполняет оповещение о происходящих действиях на линии.

Диспетчер зоны обработки изделия отвечает за автоматизацию определенного процесса производства и управляет устройствами необходимыми для функционирования данного участка.

4.3.2 Принцип обмена сообщениями между компонентами

Компоненты системы работают циклически в отдельных потоках и обмениваются информацией по средствам отправки сообщений. Сообщения отправляются путем помещения их в очередь. Синхронизация помещения и извлечения сообщений достигается использованием мьютекса. Рабочий цикл включает следующие этапы:

1. Ожидание нового сообщения, если в очереди пуста.
2. Извлечение сообщения из очереди.
3. Определение идентификатора сообщения.
4. Вызов обработчика для идентификатора данного сообщения.

Структура сообщений включает в себя идентификатор сообщений, поле данных и информацию об отправителе/получателе. Идентификатор является программной константой и используется для определения типа сообщения компонентами системы. Информация об отправителе/получателе содержит следующие поля:

1. Перечисление именованных констант определяющих типы отправителей/получателей.
2. Идентификатор диспетчера линии.
3. Идентификатор диспетчера зоны обработки изделия.
4. Идентификатор сканера.
5. Идентификатор диспетчера контроллера Adam.

Информация об отправителе/получателе может содержать пустые поля. Значение полей зависит от компонента от компонента отправляющего сообщение.

4.3.3 Конфигурирование и настройка компонентов комплекса

Различные параметры комплекса ICSTracking хранятся в системном реестре, для быстрого их изменения можно использовать файлы формата reg. Изменение некоторых параметров также возможно во время работы в окне параметров.

Для задания параметров устройств и диспетчеров, а также для привязывания их к функциональным местам используется конфигурационные данные, которые загружаются из базы данных или файла формата xml. Пример файла xml конфигурации зон печати внутренней и упаковочной этикетки для первой линии приведен в приложении 1. Все объекты конфигурации содержат идентификаторы для связывания и определения принадлежности их определенной линии или зоне обработки. Конфигурация содержит:

- описание контроллера сканеров и самих сканеров;
- описание контроллеров Adam;
- линий и подчиненных им зон обработки изделий;
- оборудование определенной зоны.

Для быстрого развертывания рабочего места используется файл конфигурации в формате xml. Пример файла xml конфигурации зоны печати внутренней и упаковочной этикетки для первой линии приведен в приложении 1. Данный файл содержит:

- список зон обслуживаемых данным рабочим местом с указанием имени зоны и идентификатора;
- список GUI диспетчеров с указанием типа формы и списком зон информацию с которых необходимо отображать.

4.4 Разработанные программные средства

4.4.1 Описание использованных средств, подходов, методов, языков, библиотек

В ходе разработке системы использовался объектно-ориентированный подход[23]. Система разработана на языке C#[24] на платформе .NET Framework[25]. В качестве инструментальных средств программирования использовалась интегрированная среда разработки Visual Studio Community 2017.

Взаимодействие системы и СУБД oracle осуществляется с помощью Oracle Data Provider Managed Driver для .NET Framework[26]. ODP.NET Managed Driver – управляемый драйвер базы данных функционирующий без установки компонентов Oracle client.

Взаимодействие системы и СУБД SQL Server осуществляется с помощью ADO.NET. ADO.NET (ActiveX Data Object для .NET)[27] – технология, предоставляющая доступ и управление данными, хранящимся в базе данных или других источниках.

Для взаимодействия со шлюзами Advantech ADAM используется драйвер устройств Advantech – ADAMTCP.dll. Библиотека включает в себя все необходимые вызовы функций для использования модулей Advantech в их полной мере.

Формирование этикетки и взаимодействие с принтерами этикеток осуществляется с помощью библиотеки Seagull.BarTender.Print.dll которая входит в комплект BarTender .NET SDK. BarTender .NET SDK позволяет автоматически выполнять все задачи извлечения данных и печати. SDK легко взаимодействует с любым языком .NET, обеспечивая управление ресурсами и расширяемость.

4.4.2 Функциональное назначение

Данное программное обеспечение является частью комплекса автоматизации производства холодильников ICSTracking. Система предназначена для автоматизации управления линией упаковки холодильников и решает ряд следующих задач:

1. Определение идентификатора изделия при входе в зону обработки.
2. Получение информации об изделии из базы данных.
3. Формирование шаблона внутренней и упаковочной этикетки по идентификатору изделия.
4. Отслеживание и обработку ошибок связанных с формированием и печатью этикеток.
5. Сохранение информации о прохождении текущей точки изделием.
6. Поддержку различных моделей устройств: принтеров этикеток, автоматических сканеров, ручных сканеров.
7. Резервирование функциональных устройств и автоматическое переключение на резерв в случае отказа основного устройства.
8. Оповещение оператора о событиях, происходящих в системе.

4.4.3 Входные и выходные данные

Входной информацией является заводской номер изделия, полученный со сканера штриховых кодов. Описание структуры заводского номера изделия находится в пункте 3.1.

Получение заводской номер изделия осуществляется с помощью прослушивания определенного номера UDP порта. На данный порт приходят данные следующего формата:

`<NN><delim><data>`

`<NN>` – двухсимвольный адрес сканера;

`<delim>` – разделитель (пробел и `\x02`);

`<data>` – считанные сканером данные штрих-кода, либо `\x18` в случае ошибки чтения.

Выходной информацией является сформированная этикетка изделия в формате BTW, которая средствами драйвера Bartender преобразуется в команды принтера и передается на печать. Примеры этикеток приведены в пункте 3.2.

4.4.4 Диаграмма потока событий зоны упаковки

На основе анализа процесса работы линии упаковки холодильников и структуры комплекса ICSTracking была построена диаграмма потока событий зоны упаковки, которая приведена на рисунке 14.

Обработка изделия начинается с чтения заводского номера автоматическим сканером: с событий «Заводской номер автоматически прочитан» или «Ошибка автоматического чтения заводского номера». Диспетчером зоны упаковки выполняется одно из следующих действий:

1. Если «Ошибка чтения заводского номера» диспетчер отправляет сообщение к GUI для оповещения оператора об ошибке. После отправки сообщения диспетчеру GUI отправляется сообщение к диспетчеру контроллера Adam для остановки линии конвейера.

2. Если Заводской номер прочитан» диспетчер формирует сообщение в хранилище с указанием считанного заводского номера.

Диспетчер хранилища поэтапно делает запросы к базе данных и получает необходимую информацию для этикетки. Если какой-то запросов не удался, то посылается сообщение диспетчеру зоны упаковки с указанием кода ошибки. Если процесс получения данных прошел успешно диспетчер хранилища посылает сообщение содержащие данные для формирования этикетки. После этого диспетчер зоны упаковки формирует этикетку изделия и начинает процесс печати. Процесс печати этикетки зависит от типа зоны.

Если зона печати упаковочной этикетки, то нужно отправить этикетку на печать всем подконтрольным принтерам и если на одном из принтером печать прошла неудачно выполнить остановку конвейерной линии и оповещение оператора. В случае зоны печати внутренней этикетки, попытка печати выполняется последовательно на всех подконтрольных принтерах до успешной печати этикетки.

После успешного завершения процесса печати этикетки диспетчер зоны отправляет сообщение диспетчеру базы данных для сохранения информации о прохождении изделием контрольной точки.

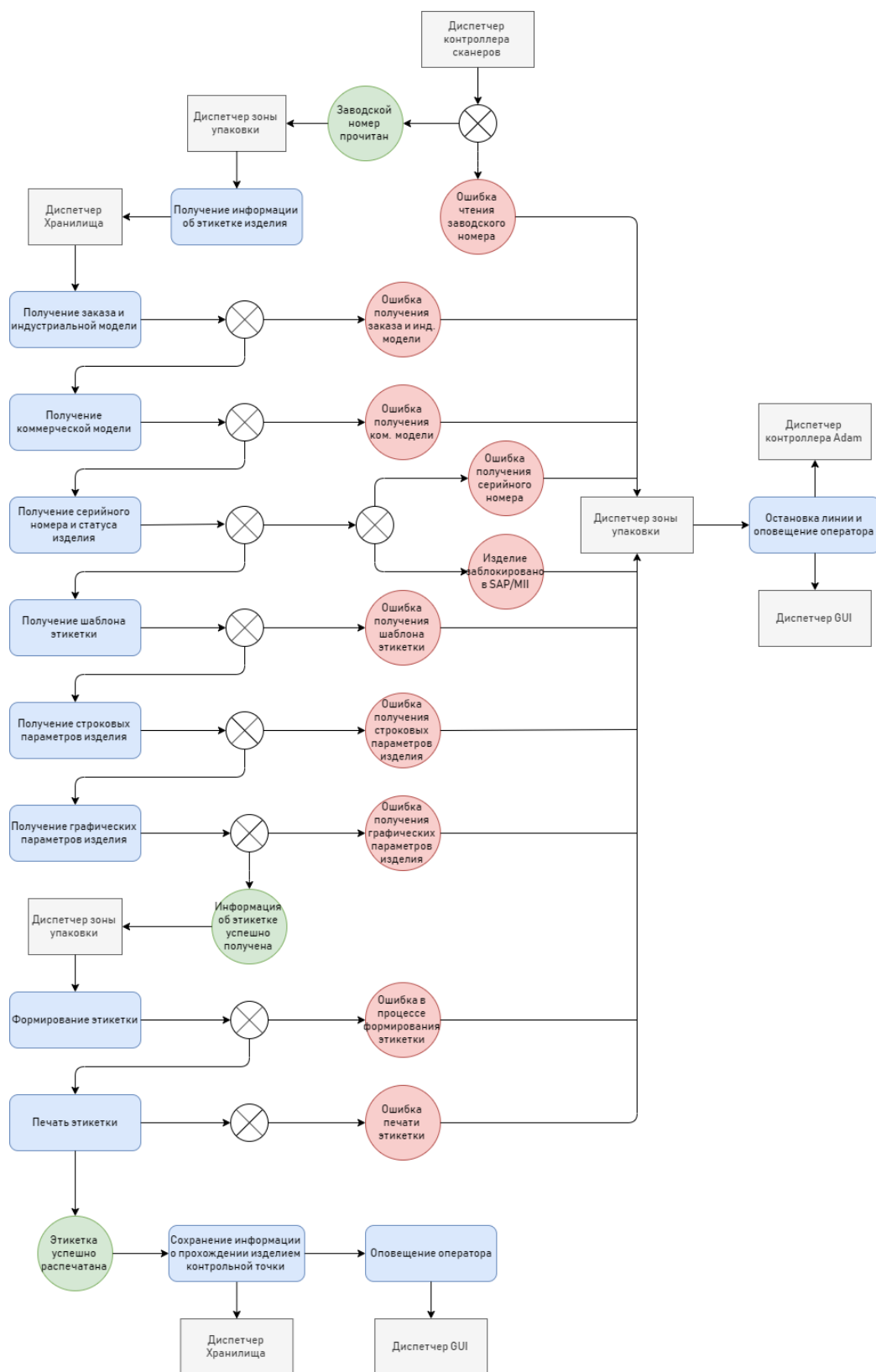


Рисунок 14 – Диаграмма потоков событий зоны упаковки

4.5.5 Диаграммы классов разработанной системы

Были разработаны и добавлены в комплекс автоматизации ICSTracking следующие классы, отвечающие за автоматизацию линии упаковки холодильников:

1. BarTenderPrinterDispatcher – оболочка вокруг объекта принтера в библиотеке Bartender.

2. CControlPointPackLabelsPrint – базовый класс диспетчера зоны печати этикетки.

3. CControlPointInnerPackLabelsPrint – класс диспетчера зоны печати внутренней этикетки.

4. CControlPointInnerPackLabelsPrint – класс диспетчера зоны печати упаковочной этикетки.

Также в существующий диспетчер хранилища были добавлены методы чтения информации об этикетки из базы данных. Диаграмма разработанных классов представлена на рисунке 15 (Добавленные объекты выделены цветом).

CActiveObject является базовым классом комплекса ICSTracking для всех диспетчеров зон обработки изделий. Он содержит очередь сообщений, объект потока, мьютекс для синхронизации. После инициализации данный класс создает поток, который работает в цикле (WorkCycle). В данном цикле вызывается основная функция DispatchRequest которая переопределяется в классах наследниках и обрабатывает сообщения находящиеся в очереди вызывая обработчики сообщений в зависимости от его идентификатора.

Так как зоны печати внутренней и упаковочной этикетки имеют отличие в лишь принципе печати и типе этикетки, был выделен отдельный класс зоны печати CControlPointPackLabelsPrint. Конкретная зона печати упаковочной или внутренней этикетки наследует функциональность базовой зоны печати, переопределяет функцию печати и задает тип используемой этикетки. Для зоны печати внутренней этикетки используется алгоритм

последовательной попытки печати на всех принтерах, до момента пока этикетка не будет распечатана на одном из принтеров. Для зоны печати упаковочной этикетки следующий алгоритм: этикетка отправляется на все принтеры и если произошла ошибка хоть на одном из принтеров, значит печать этикетки завершилась неудачно.

BarTenderPrinterDispatcher – класс обертки над объектом принтера **BarTender**. Данный класс выполняет опрос принтера и оповещение системы о его состоянии; посылку этикеток на печать и ожидание результата.

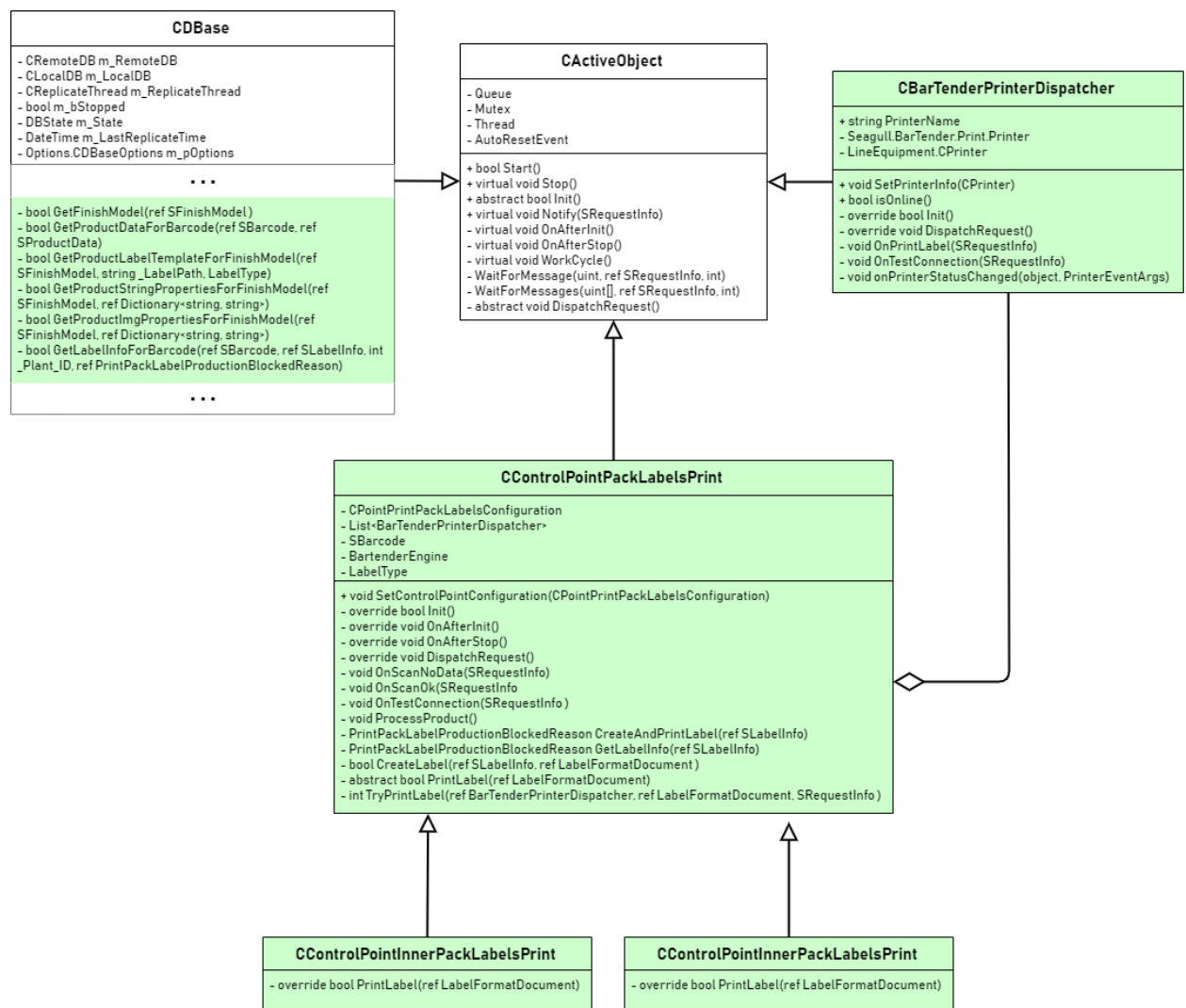


Рисунок 15 – Диаграмма классов разработанных диспетчеров зон

Также был разработан класс диспетчера GUI – FormPackaging. Данный класс отвечает за процесс информирования оператора о событиях возникающих во время работы линии упаковки холодильников и о состоянии оборудования линии. Диаграмма класса FormPackaging и базовых классов комплекса ICSTracking для диспетчеров GUI представлена на рисунке 16 (Разработанные классы выделены цветом).

На линии упаковки находится две зоны печати этикетки, но класс диспетчера GUI для них один. Это обусловлено тем, что зона печати упаковочной этикетки работает без участия оператора. Поэтому, на компьютер оператора находящегося в зоне печати внутренней этикетки выводятся события и статус оборудования двух зон.

Классы FormBaseNotifiable и FormBaseFormMain являются базовым классами комплекса ICSTracking для всех диспетчеров зон GUI. Он содержит средства для получения и отправки сообщений другим диспетчерам.

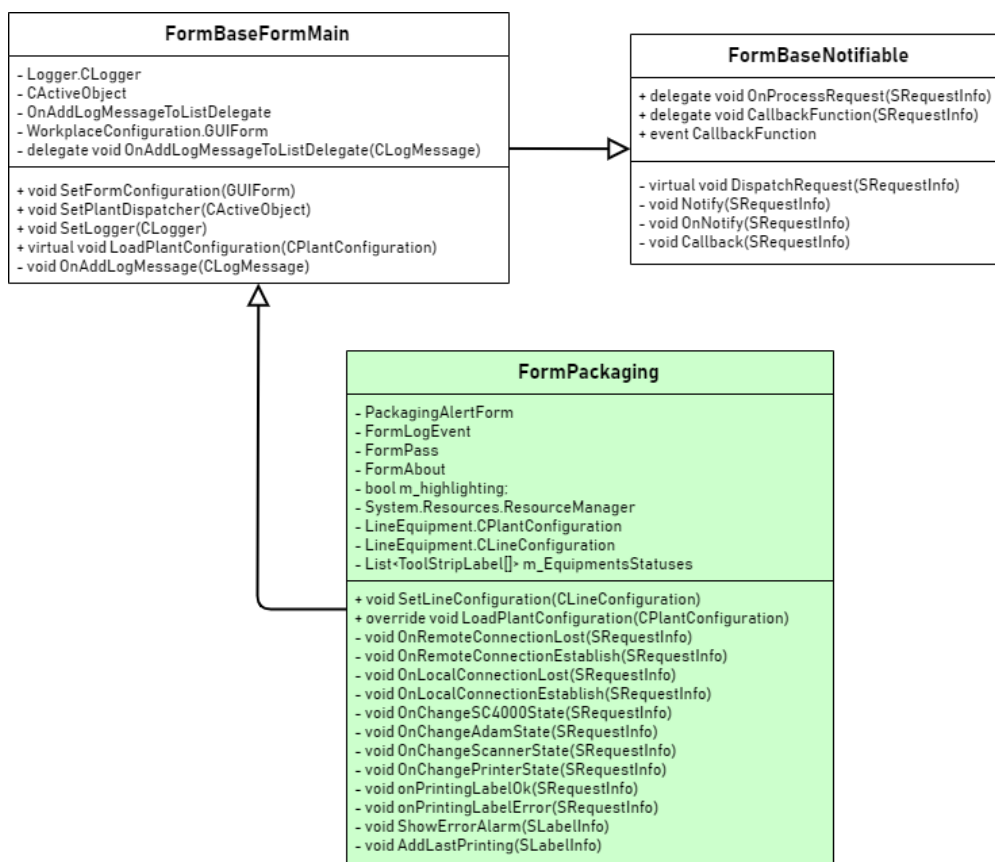


Рисунок 16 – Диаграмма класса разработанного диспетчера GUI линии упаковки

4.3.6 Сообщения используемые системой

Для обмена информацией между созданными диспетчерами линии упаковки, а также между диспетчерами линии упаковки и диспетчерами существующими в комплексе ICSTracking, были добавлены следующие типы сообщений:

1. GET_LABEL_INFO_FOR_BARCODE – запрос на получение данных этикетки к диспетчеру хранилища.
2. GET_LABEL_INFO_FOR_BARCODE_RESULT – результат запроса данных этикетки.
3. TEST_CONNECTION – проверить соединение с принтером.
4. CONNECTION_LOST – соединение с принтером потеряно.
5. CONNECTION_ESTABLISH – принтер подключен.
6. PRINT_LABEL – задание на печать этикетки принтеру.
7. PRINT_LABEL_OK – этикетка успешно распечатана.
8. PRINT_LABEL_TIMEOUT – таймаут ожидания принтера.
9. PRINT_LABEL_ERROR – ошибка печати этикетки.
10. PRINTER_STATUS_CHANGED – статус принтера изменился.
11. PACK_LABEL_PRINTING_OK – получение данных и печать этикетки прошло успешно.
12. PACK_LABEL_PRINTING_ERROR – ошибка во время получения данных или печати этикетки.

В таблицах 5-8 приведено описание добавленных типов сообщений, а также сообщений существующих в комплексе ICSTracking. Форматы структур данных участвующих в процессе обмена сообщениями описаны в приложении 2. Большинство из них имеют схожую структуру с соответствующими таблицами базы данных, другие используются для агрегации.

Таблица 5. Сообщения диспетчера контроллера сканеров

| Программная константа | Поле данных | Описание |
|-----------------------|---|---|
| SCAN_OK | 1. Информация о сканере (SScanner); 2. Отсканированные данные (SScanData). | Сообщение об успешном сканировании идентификатора изделия |
| SCAN_NO_DATA | Информация о сканере (SScanner) | Сообщение об ошибке сканирования идентификатора изделия |

Таблица 6. Сообщения диспетчера хранилища данных

| Программная константа | Поле данных | Описание |
|-----------------------------------|---|---|
| SAVE_CONTROLPOINT_PASSING | Информации о прохождении изделием контрольной точки (SRegistration), включает: – Идентификатор изделия; – Идентификатор зоны; – Время прохождения. | Сохранение информации о прохождении изделием зоны |
| GET_LABEL_INFO_FOR_BARCODE | 1. Идентификатор изделия (SBarcode); 2. Тип этикетки (LabelType); 3. Директория для сохранения файла шаблона этикетки. | Запрос данных этикетки |
| GET_LABEL_INFO_FOR_BARCODE_RESULT | 1. Данные этикетки (SLabelInfo), включает: – путь до шаблона этикетки – заказ (SOrder) – промышленную модель (SModel) – коммерческую модель (SFinishModel) – данные о продукте (SProductData) – строковые параметры – графические параметры 2. Код результата (PrintPackLabelProductionBlockedReason) | Результат запроса данных этикетки |

Таблица 7. Сообщения диспетчера принтера этикеток

| Программная константа | Поле данных | Описание |
|------------------------|---|------------------------------------|
| TEST_CONNECTION | Отсутствуют | Проверить наличие соединения |
| CONNECTION_LOST | Информация о принтере (CPrinter) | Соединение с принтером потеряно |
| CONNECTION_ESTABLISHED | Информация о принтере (CPrinter) | Соединение с принтером установлено |
| PRINT_LABEL | Данные этикетки (SLabelInfo) | Печать этикетки |
| PRINT_LABEL_OK | Информация о принтере (CPrinter) | Этикетка успешно распечатана |
| PRINT_LABEL_TIMEOUT | Информация о принтере (CPrinter) | Таймаут попытки печати этикетки |
| PRINT_LABEL_ERROR | 1. Информация о принтере (CPrinter); 2. Текстовая строка содержащая причину ошибки. | Ошибка печати этикетки |
| PRINTER_STATUS_CHANGED | 1. Информация о принтере (CPrinter) 2. Код статуса (Ошибка, предупреждение); 3. Информация о статусе. | Статус принтера изменился |

Таблица 8. Сообщения диспетчера GUI

| Программная константа | Поле данных | Описание |
|---------------------------|---|---|
| PACK_LABEL_PRINTING_OK | Данные этикетки (Шаблон, заказ, индустриальная модель, коммерческая модель, серийный номер, строковые параметры, графические параметры, тип этикетки) | Процесс формирования и печати этикетки прошел успешно |
| PACK_LABEL_PRINTING_ERROR | Код ошибки (PrintPackLabel ProductionBlockedReason): 0 – Успех; 1 - Ошибка получения заказа и индустриальной модели; 2 - Ошибка получения коммерческой модели; 3 - Ошибка получения серийного номера; 4 - Ошибка получения шаблона этикетки; 5 - Ошибка получения строковых параметров изделия; 6 - Ошибка получения графических параметров изделия; 7 - Таймаут ожидания ответа хранилища; 8 - Ошибка в процессе формирования этикетки; 9 - Этикетка изделия не была распечатана; 10 - Таймаут ответа от сканера; 11 - Штрихкод не отсканирован; 12 - Изделие заблокировано в SAP/МП; 13 - Неизвестная ошибка. | Процесс формирования и печати этикетки не удался |

4.3.7 Цикл обмена сообщениями зоны упаковки

На рисунке 17 представлена последовательность сообщений начинающегося в момент успешного сканирования штрихового кода. В представленной диаграмме не отражены ошибки получения данных и ошибки связанные с печатью этикетки.

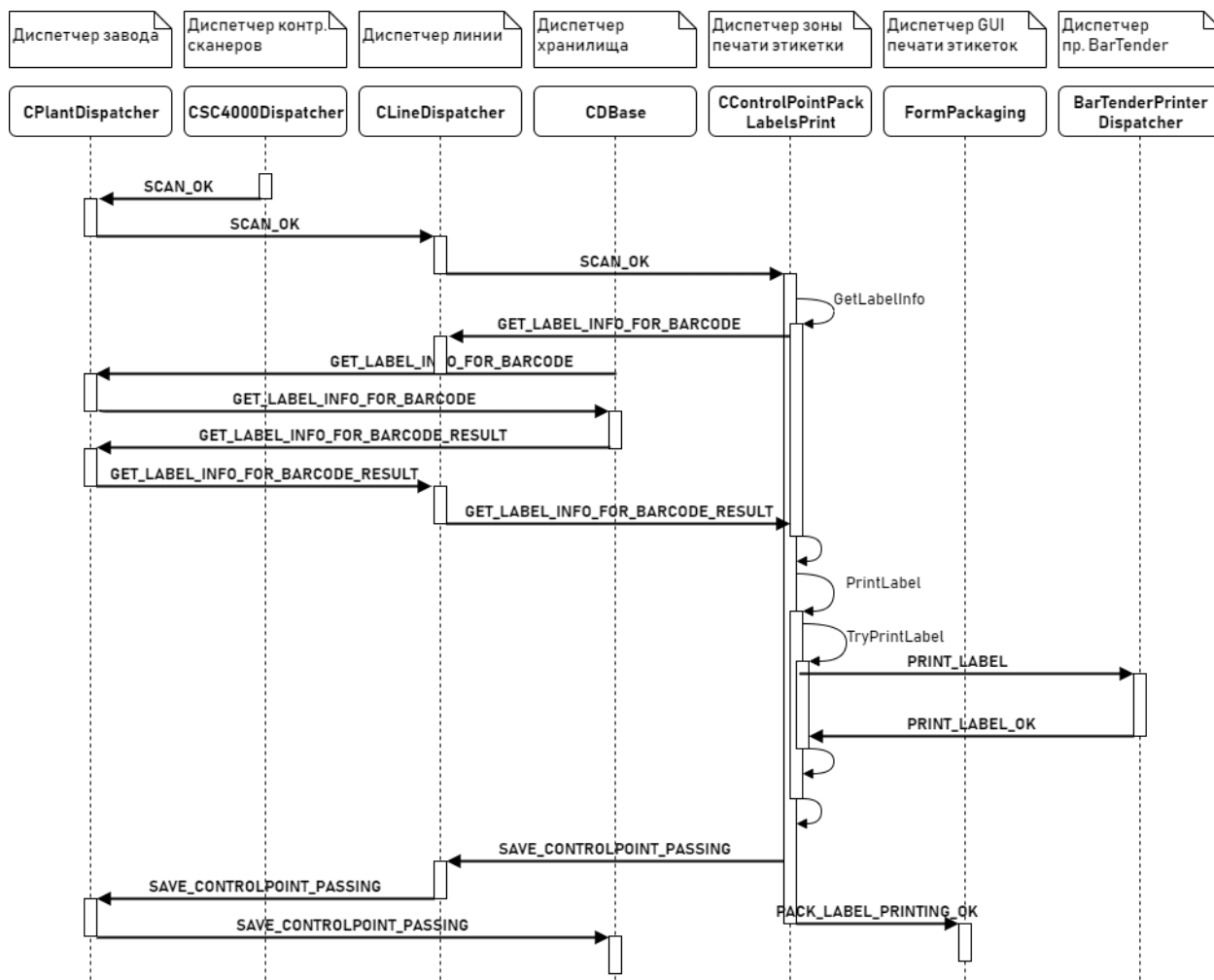


Рисунок 17 – Цикл обмена сообщениями зоны упаковки

5 Результаты внедрения и использования системы. Достижение целей разработки

5.1 Описание результатов разработки

В разработанной системе реализовано получение необходимых данных из хранилища. Формирование этикетки на основе полученных данных, используя средства программного обеспечения BarTender. На всех этапах получения данных, формирования этикетки и печати выполняется контроль ошибок и оповещение оператора о возникновении сбоев в работе.

Также был разработан пользовательский интерфейс оператора, представленный на рисунке 18, который включает:

- список обработанных изделий с отображением штрихового кода, серийного номера, типа этикетки и статуса;
- список управляемых устройств и компонентов системы с отображением их статуса;
- журнал событий.

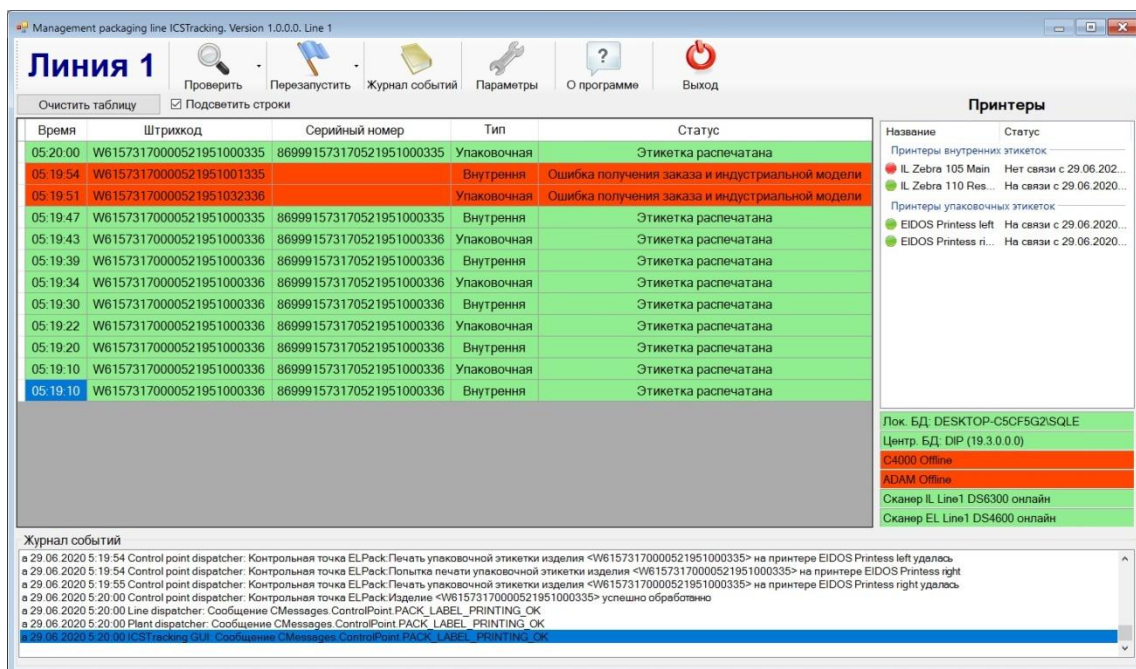


Рисунок 18 – Пользовательский интерфейс оператора

При возникновении ошибки во время работы системы оператор оповещается с помощью окна представленного на рисунке 19.

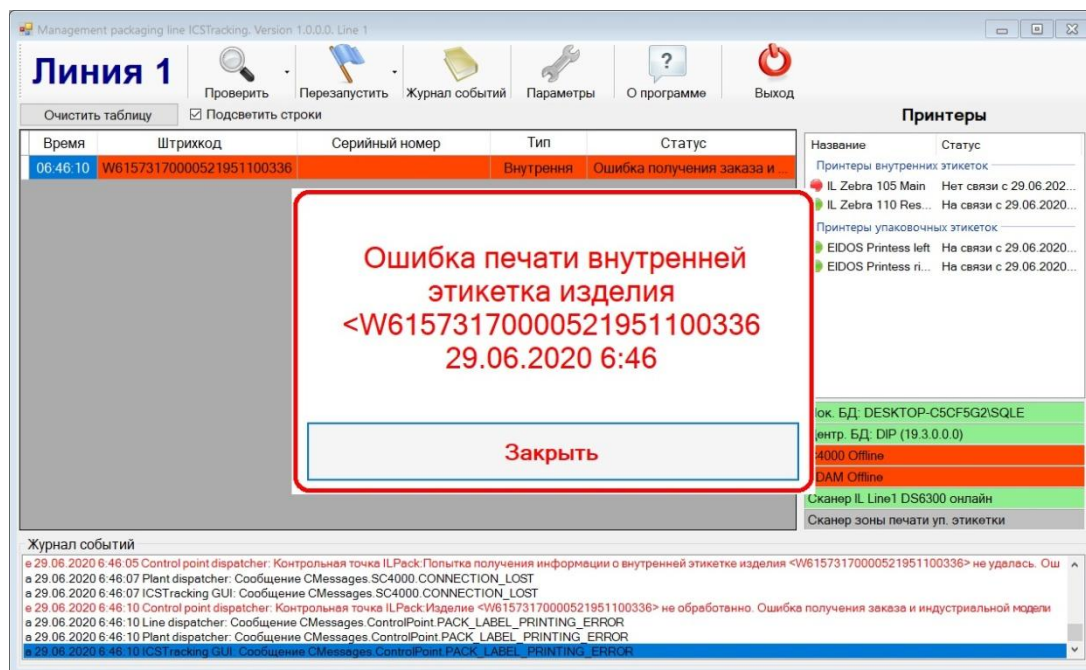


Рисунок 19 – Окно оповещения о возникновении ошибки

В верхней части интерфейса располагается меню, в котором находятся следующие пункты:

1. Пункт «Проверить», при нажатии открывает подменю со списком устройств и диспетчеров. При выборе одного из элементов начинается проверка его статуса.
2. Пункт «Перезапустить», при нажатии открывает подменю со списком устройств и диспетчеров. При выборе одного из элементов, ему отправляется команда перезапуска.
3. Пункт «Журнал событий», при нажатии открывается журнал событий системы, представленный на рисунке 20. В окне журнала доступна фильтрация по типу событий, дате, источнику и содержанию сообщения.
4. Пункт «Параметры», при нажатии открывается окно настройки параметров системы. В окне параметров можно изменить различные параметры функционирования системы, такие как: таймаут ожидания; строки подключения к локальному и центральному хранилищу; периоды опроса оборудования. На рисунке 21 представлена вкладка с настройками параметров системы упаковки. В ней можно задать директорию в которую будут сохраняться шаблоны этикеток и различные таймауты ожидания.

Также здесь можно добавить временные параметры этикеток, которые будут использоваться при их формировании. Данные параметры заменяют параметры полученные из хранилища, что позволяет быстро заменить параметр в случае обнаружения опечаток или других ошибок.

5. Пункт «О компании», при нажатии выводит окно с информацией о компании разработчике системы.

6. Пункт «Выход», при нажатии завершает работу системы.

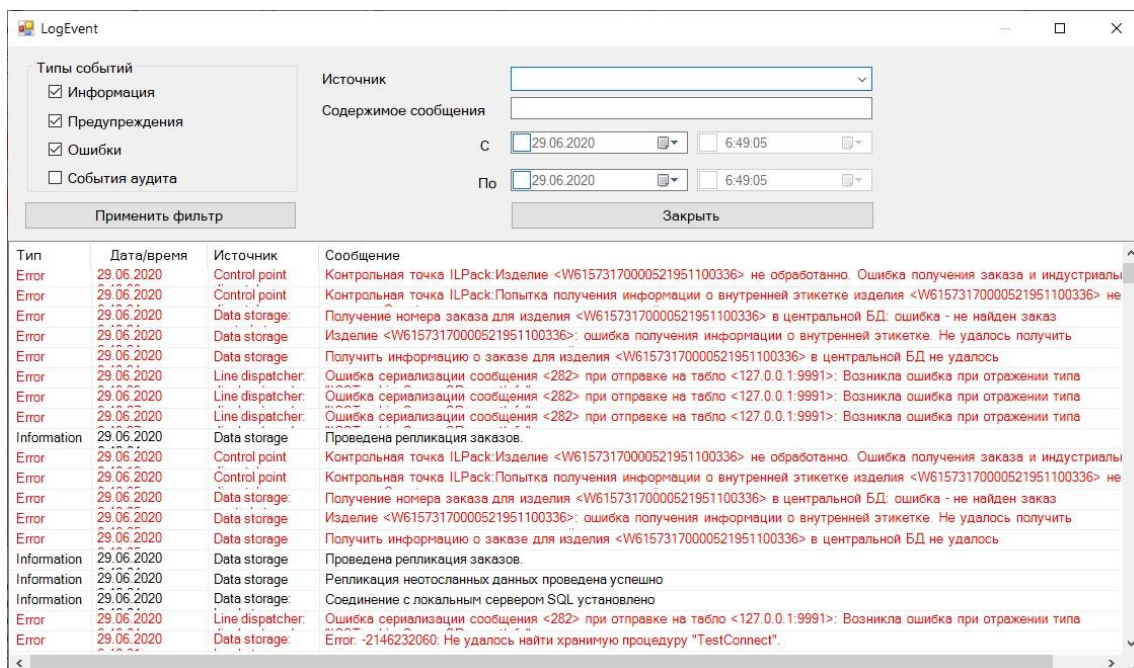


Рисунок 20 – Окно журнала событий системы

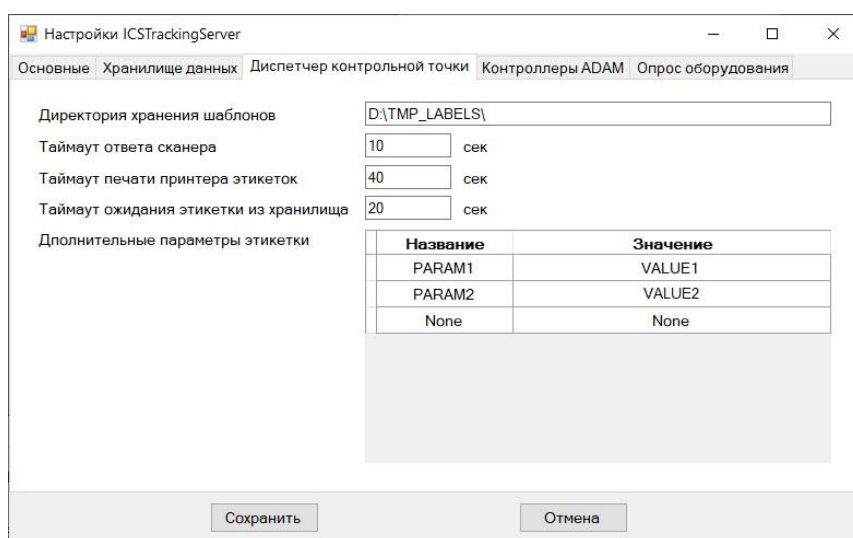


Рисунок 21 – Окно параметров диспетчера печати этикетки

5.2 Достижение целей разработки

В ходе выполнения задания на выпускную квалификационную работу было разработана система автоматизации управления линией упаковки холодильников. Линия включает две автоматизируемые зоны (Рисунок 22):

1. Печати внутренней этикетки;
2. Печати упаковочной этикетки.

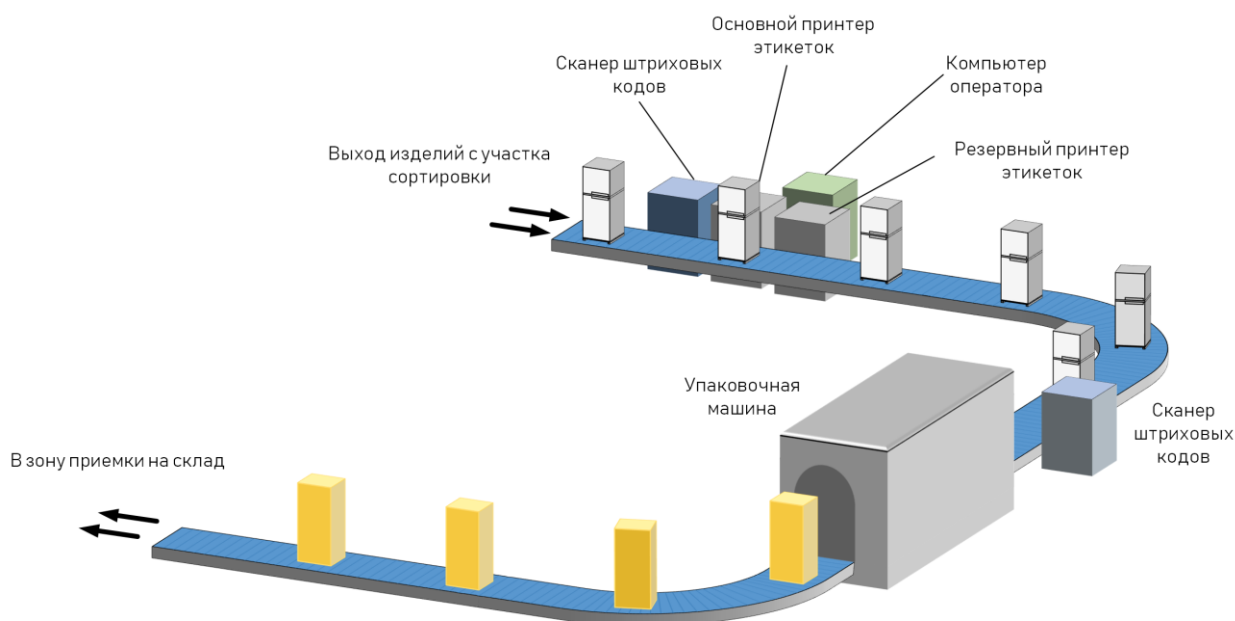


Рисунок 22 – Структура линии упаковки холодильников

В разработанной системе реализовано получение необходимых данных из хранилища. Формирование этикетки на основе полученных данных, используя средства программного обеспечения BarTender. На всех этапах получения данных, формирования этикетки и печати выполняется контроль ошибок и оповещение оператора о возникновении сбоев в работе. Также на всех вышеперечисленных этапах обеспечивается ведение журнала событий процесса для последующего анализа и устранения сбоев. Система поддерживает различные модели принтеров, но поддержка ограничена наличием драйверов BarTender.

При первом запросе данных этикетки (Шаблон этикетки, строковые и графические параметры) из центрального хранилища, они кэшируются. Учитывая то, что изделия выпускаются партиями и имеют одинаковую

модель, шаблон этикетки и параметры, можно предположить, что система после получения всех параметров и успешной репликации данных с центрального хранилища, может работать долгое время автономно, так как для дальнейшего функционирования ей будет достаточно сохраненной информации. Это позволяет повысить отказоустойчивость системы во время сбоев в работе центрального хранилища или линии связи. За счет этого также снижается нагрузка на канал соединения.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана система автоматизации управления линией упаковки холодильников.

В ходе разработки был проведен анализ существующих средств решения задачи. Также была проанализирована используемая в данный момент система автоматизации ProPack. Были рассмотрены параметры и особенности упаковочного и этикетировочного оборудования. Определены общие правила оформления этикеток бытовой техники. Рассмотрена структура и алгоритм формирования штриховых кодов EAN-13 и Code 128, используемых на различных этапах работы линии упаковки холодильников.

В разработанной системе реализовано:

1. Получение необходимых данных из хранилища и формирование этикетки на основе полученных данных с использованием программного обеспечения BarTender.
2. Печать сформированной этикетки с использованием драйвера BarTender.
3. Сохранение информации, необходимой для формирования этикетки и самих шаблонов этикеток для повышения отказоустойчивости системы во время сбоев в работе центрального хранилища или линии связи.

Библиографический список

1. Официальный сайт компании ООО «ОМС Системс» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.omsspa.com, свободный.
2. Официальный сайт компании ООО «УПАКОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.spack.ru, свободный.
3. Официальный сайт компании ООО «Ульма Пакаджинг» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.ulmapackaging.com, свободный.
4. Официальный сайт компании АО «ТАУРАС-ФЕНИКС» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.taurasfenix.com, свободный.
5. Официальный сайт ООО компании «АПС групп» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.apspack.ru, свободный.
6. Описание технических решений ProPack [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: ограниченный.
7. Официальный сайт компании АО «Инлайн Групп» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.inlinegroup.ru, свободный.
8. Программное обеспечение Zebra Bar One [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: cdn.barcodesinc.com/themes/barcodesinc/pdf/Zebra/barone.pdf, свободный.
9. Программное обеспечение EIDOS EasyCode [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: eidos.eu/es/software-etiquetadoras-industriales/easycode, свободный.
10. Описание SAP Hana [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: ru.wikipedia.org/wiki/Hana, свободный.
11. Автоматические термоусадочные машины [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: omssystems.ru/upakovochnoe-oborudovanie/termousadochnoe-oborudovanie, свободный.

12. Принцип термотрансферной печати [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: drukarstvo.com/ru/termotransfernaya-pechat, свободный.

13. Термотрансферные принтеры Zebra [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.zebra.com/us/en/products/printers.html, свободный.

14. Термотрансферные принтеры-аппликаторы EIDOS [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: eidos.eu/en/industrial-print-apply-packaging-labeling, свободный.

15. ФЗ РФ № 2300-1 «О защите прав потребителей» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305, свободный.

16. ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: docs.cntd.ru/document/902299529, свободный.

17. ГОСТ 16317-87 «Приборы холодильные электрические бытовые. Общие технические условия» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: docs.cntd.ru/document/1200013268, свободный.

18. ГОСТ Р МЭК 62552-2011 «Приборы бытовые холодильные. Характеристики и методы испытаний» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: docs.cntd.ru/document/1200085796, свободный.

19. ГОСТ Р 51565-2012 «Энергетическая эффективность. Приборы холодильные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: docs.cntd.ru/document/1200102239, свободный.

20. ГОСТ Р 51474-99 «Упаковка. Маркировка, указывающая на способ обращения с грузами» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: docs.cntd.ru/document/1200006897, свободный.

21. ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: docs.cntd.ru/document/902299529

22. Программное обеспечение BarTender [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.seagullscientific.com, свободный.
23. Объектно-ориентированное программирование [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: ru.wikipedia.org/wiki/Объектно-ориентированное_программирование, свободный.
24. Язык программирования C# [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: ru.wikipedia.org/wiki/C_Sharp, свободный.
25. Платформа .NET Framework [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: ru.wikipedia.org/wiki/.NET_Framework, свободный.
26. Oracle Data Provider Managed Driver [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.oracle.com/ru/database/technologies/appdev/dotnet/odp.html, свободный.
27. Компонент ADO.NET [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: ru.wikipedia.org/wiki/ADO.NET, свободный.